



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Obtención de bioetanol a partir de residuos fermentables de los
frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el
mercado Santa Anita-Morales, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Torres Tovar, Joan Francis (ORCID:0000-0001-8513-5649)

ASESOR:

Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA- PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo da gracias a Dios por la sabiduría y salud para poder darnos la fuerza y la capacidad mental para poder inspirarnos a continuar con nuestras metas y anhelos deseados.

A mis padres, Juan M. Torres Navarro y Patricia Consuelo Tovar curto, su apoyo moral, sentimental y económico en su labor de padres con tanto trabajo sacrificio me dieron lo mejor que pudieron tener ellos, en todos estos años, gracias a ustedes logré llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy gracias a ustedes los amo.

A mi novia Almendra Penélope León Torres, por su apoyo moral y sentimental, eres mi fuente de inspiración para llegar al éxito, gracias por los años a mi lado, para poder realizar y cumplir con éxito el trabajo, Te amo.

Joan T. Tovar.

Agradecimiento

Por qué no agradecer y decir que el mejor regalo que los padres pueden dar a sus hijos es la educación que nos brindan tanto familiar y profesional para ser hombres de bien en esta vida, que los conocimientos que vamos adquiriendo a lo largo de la vida sean motivos de superación y enseñanzas de buenas prácticas.

De igual manera mi muestra de agradecimiento al Blgo. Mblgo. Henry Giovani Jave Concepción por el apoyo intelectual y al asesoramiento para el desarrollo de la tesis, mi aprecio y estima personal.

También mencionar y agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por abrirnos las puertas y las facilidades brindadas en sus aulas de enseñanza y al docente por su conocimiento durante este proceso del desarrollo de la investigación

Joan T. Tovar.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento	14
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspecto ético.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Caracterización de los residuos de <i>C. sinensis</i> y <i>C. reticulata</i> generados en el mercado “Santa Anita” - Morales	19
4.2. Bioetanol producido a partir de residuos de frutos de <i>C. sinensis</i> y <i>C. reticulata</i>	20
V. DISCUSIÓN.....	22
VI. CONCLUSIÓN	26
VII. RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	32

Índice de tablas

Tabla 1. Valores de humedad y azúcares en residuos de <i>C. sinensis</i> y <i>C. reticulata</i>	20
Tabla 2. Azúcares en los jarabes de los residuos de <i>C. sinensis</i> y <i>C. reticulata</i>	20
Tabla 3. ANOVA del volumen de bioetanol producido	21

Índice de figuras

Figura 1. Esquemática del diseño experimental.	13
Figura 2. Ubicación geográfica del Mercado "Santa Anita" - Morales.	15
Figura 3. Valores masicos de residuos de los frutos de <i>C. sinensis</i> y <i>C. reticulata</i>	19
Figura 4. Valores volumétricos de bioetanol producido.	21

RESUMEN

Los residuos orgánicos por lo general presentan un determinado valor económico, que haciendo uso de tecnologías adecuadas, pueden ser aprovechados; es así que en el presente estudio se pretende producir bioetanol mediante hidrólisis ácida a partir de los residuos de los frutos *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado Santa Anita – Morales; para lo cual se caracterizaron los residuos mencionados, determinándose posteriormente su contenido de humedad y azúcares presentes; posteriormente se procedió a eliminar la lignina con NaOH y CaSO₄, continuando hidrólisis con H₂SO₄. Se concluye que, la generación de dichos residuos es 33.950 Kg/día para la naranja y 33.313 Kg/día para la mandarina; el contenido de humedad fue 68.890 y 65.120 %; además el contenido de azúcares reductores fue 2.869 y 2.452 % para cada uno de ellos respectivamente; los jarabes obtenidos mediante hidrólisis ácida contienen 97 g/l y 73 g/L para cada uno de ellos respectivamente; el bioetanol evaluado a las 0, 12, 24 y 72 h fueron 0, 120 y 370, 3200 y 14200 mg/L para *Citrus sinensis* y 0, 65, 245, 3021 y 7405 mg/L para *Citrus reticulata*, lo que permite aceptar la hipótesis alterna (H1) y rechazar la hipótesis nula (H0).

Palabras clave: Bioetanol, hidrólisis, residuo, naranja, mandarina.

ABSTRACT

Organic waste generally has a certain economic value, which, using appropriate technologies, can be used; Thus, the present study aims to produce bioethanol by acid hydrolysis from the residues of *Citrus sinensis* and *Citrus reticulata* fruits generated in the Santa Anita - Morales market; for which the aforementioned residues were characterized, subsequently determining their moisture content and present sugars; subsequently, the lignin was eliminated with NaOH and CaSO₄, continuing hydrolysis with H₂SO₄. It is concluded that the generation of said residues is 33,950 Kg / day for orange and 33,313 Kg / day for mandarin; the moisture content was 68,890 and 65,120%; in addition, the content of reducing sugars was 2,869 and 2,452% for each of them respectively; the syrups obtained by acid hydrolysis contain 97 g / l and 73 g / L for each of them respectively; the bioethanol evaluated at 0, 12, 24 and 72 h were 0, 120 and 370, 3200 and 14200 mg / L for *Citrus sinensis* and 0, 65, 245, 3021 and 7405 mg / L for *Citrus reticulata*, which allows accepting the alternate hypothesis (H1) and reject the null hypothesis (H0).

Keywords: Bioethanol, hydrolysis, residue, orange, tangerine.

I. INTRODUCCIÓN

Según Yepes (2012), nuestra realidad problemática, el mundo debe enfrentarse a cambios drásticos del clima, en intensidad y magnitud. El cambio climatológico se ve influenciado por las actividades antropogénicas y sobre todo por la sobreexplotación extractiva, al precio de la contaminación y degradación de los recursos naturales en función de la fabricación de bienes y servicios. Como alternativas ecoeficientes se proponen el uso de combustibles limpios, ya que estos experimentarían un impacto menor, convirtiéndolos en una alternativa sostenible, donde ciertos principios útiles pueden ser reaprovechados mediante procesos biotecnológicos aprovechando los residuos que generalmente se disponen directamente en los botaderos sin o escaso tratamiento. Según Kaza, Yao, Bhada, & Van Woerden (2018) el mundo generaría 2010 millones de toneladas métricas (TM) de desechos municipales sólidos y el 33 % de ellos no tiene una disposición final adecuada para el medio. Según Kaza, Yao, Bhada, & Van Woerden (2018), la generación en Asia Oriental y el Pacífico se encontraría alrededor de las 468 millones de TM, en Europa y Asia Central 392 MT, Asia Meridional 334 MT, América Del Norte 289 MT, América Latina y El Caribe 231 MT, África al sur del Sahara 174 MT, Oriente Medio y Norte de África 129 MT. Según proyecciones del Banco Mundial (2015), la tasa media de generación per cápita en América Latina sería de 0,87 kg/día, lo que superaría el promedio fijado (0,74 kg/día). Los anglófonos del Caribe, donde en su mayoría son considerados a la cabeza de generación de residuos permiten aumentar la media regional hasta 0,99 kg/día. En la proyección al 2050, esta cifra alcanzaría el 1,30 kg/día. De hecho, algunos territorios muestran cifras de hasta tres y cuatro veces superiores como las Islas Vírgenes de los EEUU (4,46 kg.) y las británicas (3,75 kg/día). La generación de residuos aumentaría en un 70 % en los próximos 30 años llegando a un volumen de 3400 MT/año. Por su parte la CropLife Latin America (2019), menciona que el reciclaje, tiene una gran importancia, debido a , que, disminuyen el impacto ambiental y promueven una menor inversión por tratamiento antes de su disposición final. En la actividad agrícola se generan rastrojos en los cultivos de soja, maíz, trigo, cebada y otros cereales, además de los escobajos en la extracción de aceites, de néctares y pulpas, teniendo datos

estadísticos. según Amaris, Manrique, & Jaramillo (2015), estos residuos, bajo ciertas condiciones podrían ser reaprovechados como una alternativa, no solo para producir alimentos balanceados, sino como materia prima para la producción de otros productos entre ellos los principios para la formulación de biocombustibles de gran tendencia en el mercado internacional energético. Así mismo, Rodríguez & Villamil (2016), considera que, los biocombustibles son muy cuestionados por diversos motivos; se discuten por ejemplo el uso de extensas áreas de suelo, otros que posiblemente pondrían en peligro la seguridad alimentaria, la deforestación, el consumo de agua y otros por el uso de especies mejoradas por procesos genéticos. El Perú, tendría una producción considerable de cítricos, posicionado solo detrás de Brasil y compitiendo con Chile el cual cuenta con una tecnología avanzada. Al año 2017 se ha producido 18.91 TM/Ha de cítricos en general, de los cuales 14.42 TM/Ha fueron de naranja. La región con mayor rentabilidad es Ica, alcanzando una producción de 27.07 TM/Ha en mandarinas y 29.03 TM/Ha en naranjas (Trebilcock, Kuhn, & Figueroa, 2019). El crecimiento industrial al 2020 alcanzaría un incremento del 4%, gracias al incremento de la industria primaria y no primaria (mayor transformación). Un estudio del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), indica que, en la década del 2010 al 2020, la región de San Martín ha incrementado la producción de ciertos productos agrícolas, donde los cítricos en especial la naranja y la mandarina podrían ser considerados en permanente atención. Según el censo agrario del año 2017, se produciría alrededor de 24,377 TM de naranja en 1,942 ha y 7,233 TM de mandarina en 1.121 ha para ser consumidas en el mercado nacional de forma directa o industrializados como materia prima de alimentos y bebidas como son los sumos y pulpas para la producción final de jugos y conservas. Según García (2001) e Iglesias et al. (2014), el consumo de bioetanol se ha incrementa día a día, por lo que se demanda una mayor producción; lo que ha conllevado a la búsqueda de materias primas de menor costo y con mayor rendimiento. Es así que, en el presente proyecto se propone la Obtención de bioetanol a partir de residuos fermentables de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado Santa Anita Morales-2020”, mediante fermentación alcohólica y llevado posteriormente a destilación para

obtener bioetanol, contribuyendo en la reducción de contaminantes por el uso de combustibles fósiles y que podría constituirse en una alternativa viable en la industrialización de nuestra región. Según Sigüencia, Delgado, Posso & Sánchez (2020), de acuerdo a las diferentes rutas de aprovechamiento de la bioenergía, la relacionada con los biocombustibles es una de las más atractivas, dada la capacidad de sustitución de los combustibles fósiles, lo que aperturaría nuevos mercados, beneficiando a los productores y revalorizando la masa residual. En el 2017, la producción mundial de biocombustibles alcanzó los 143 billones de litros, con EEUU y Brasil con mayor producción, aportando el 57 % y 27 % respectivamente. De los biocombustibles líquidos, el bioetanol es el de mayor producción, con 112 billones de litros producidos en el 2018 y un crecimiento del 7 %, comparado con el 2017. Representa el 67 % de la producción mundial destinada al sector transporte usado en dos presentaciones (puro o mezclado). Por lo antes expuesto, se plantea el siguiente problema general ¿Es posible obtener bioetanol a partir de residuos fermentables de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado Santa Anita Morales? y los problemas específicos son los siguientes: ¿Cuáles son las características de los residuos fermentables de los frutos *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generado por los comerciantes del mercado Santa Anita del distrito de Morales?; ¿Cuál será el volumen de bioetanol producido mediante hidrólisis ácida a partir de los de los residuos fermentables del fruto de *Citrus sinensis*? y ¿Cuál será el volumen de bioetanol producido mediante hidrólisis ácida a partir de los de los residuos fermentables del fruto de *Citrus reticulata*?. El presente proyecto se justifica teóricamente, teniendo en cuenta que, los residuos fermentables de los frutos de *Citrus cinensis* y *Citrus reticulata*, son residuos orgánicos que si no son tratados y dispuestos adecuadamente podrían conllevar a graves problemas ambientales como la proliferación de plagas, embalses de los cuerpos loticos y eutroficación de lagos y lagunas; además de alterar el bienestar de la población por la generación de malos olores. Respecto a la justificación metodológica, esta se basa en, evaluar la producción de bioetanol a partir de dos tipos de residuos fermentables de los frutos (*Citrus cinensis* y *Citrus reticulata*) en diferentes tiempos de fermentación: la evaluación consistirá en determinar la cantidad volumétrica de bioetanol a las 0, 12, 24, 48 y 72 horas de

fermentación, mediante un proceso de destilación a 78.3 °C. La justificación práctica, la producción de bioetanol se da mediante un proceso de fermentación, donde la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es capaz de transformar los azúcares presentes en los residuos fermentables de los frutos de *Citrus cinensis* y *Citrus reticulata* en condiciones anaeróbicas hasta obtener etanol, el cual será separado de otros compuestos mediante destilación simple. La justificación social, se basa en que, el mercado Santa Anita del distrito de Morales en la provincia y región San Martín, generaría un promedio de 33.951 kg/día de residuos de frutos de *Citrus sinensis* y 33.307 kg/día de residuos de los frutos de *Citrus reticulata* producto de la expensa de los jugos naturales; así que, el reaprovechamiento de los residuos fermentables de frutos mencionados podrían convertirse en una alternativa para la producción de bioetanol, el cual podría ser utilizado en los motores de combustión como una fuente de energía limpia. El desarrollo del proyecto constituye un aporte al método de la producción de bioetanol, teniendo en cuenta el tipo de residuo y el tiempo de fermentación, el mismo que, tras un proceso de escalamiento abriría una posibilidad de la industrialización del bioetanol en la Región. Por lo que el objetivo general que se plantea es producir bioetanol mediante hidrólisis ácida a partir de los residuos fermentables de los frutos *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado Santa Anita - Morales y los objetivos específicos son: Caracterizar los residuos fermentables de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generado por los comerciantes del mercado Santa Anita del distrito de Morales; determinar el volumen de bioetanol producido mediante hidrólisis ácida a partir de los de los residuos fermentables del fruto de *Citrus sinensis* y determinar el volumen de bioetanol producido mediante hidrólisis ácida a partir de los de los residuos fermentables del fruto *Citrus reticulata*. Teniendo en cuenta los problemas y los objetivos propuestos, se presenta la hipótesis de la investigación, siendo la hipótesis nula (H0): “El volumen de bioetanol obtenido a partir de los residuos fermentables de los frutos de *Citrus reticulada* será mayor que el obtenidos a partir de los residuos de los frutos de *Citrus sinensis*”; por tanto la hipótesis alterna (H1): “El volumen de bioetanol obtenido a partir de los residuos fermentables de los frutos de *Citrus reticulada* será menor que el obtenido a partir de los residuos de los frutos de *Citrus sinensis*”.

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación muestra trabajos precedentes, así por ejemplo en el contexto internacional, Marín & Leon (2018), en su trabajo de grado titulado “Producción de bioetanol a través de la fermentación en BATCH de la cáscara de mango (*Mangifera indica*) usando como inóculo la *Saccharomyces cerevisiae*”; donde se propone obtener bioetanol a partir de residuos agrícolas como la cáscara de mango, utilizando *Saccharomyces cerevisiae* como agente fermentador alcohólico; donde un Kg de la cascara pasa por un pretratamiento térmico y físico, se extrae una alícuota de 60 g (seca y triturada); posteriormente, se sometió a hidrólisis alcalina e hidrólisis ácida con (H_2SO_4) al 3%(v/v), se corrige el pH hasta alcanzar el neutro absoluto (7.0, se somete a la fermentación alcohólica; de donde se obtiene un rendimiento del 4 % de alcohol carburante (etanol). Adicionalmente, se determinó el comportamiento de la glucosa, pH, la levadura y sustrato respecto al tiempo en 12 horas de fermentación. Hernández, (2017), en su tesis de maestría titulada “Obtención de bioetanol a partir de hidrolizados de residuos de fruta”; se evaluó la producción de bioetanol a partir de residuos de fruta previa hidrólisis que facilite la disposición de los azúcares presentes. Tratándose previamente mediante hidrólisis térmica a fin de maximizar la cantidad de azúcares que posteriormente se sometieron a fermentación. Donde la temperatura óptima para la cascara de banano fue a 120°C (eficiencia: 43%) y en la pulpa 135°C (eficacia: 90%). Los azúcares en mayor porcentaje se encontraron en el último, extrayéndose 36,8/100 g del peso seco y un rendimiento de fermentación del 70%. Rocha, Raud, Orupöld, & Kikas (2017), en su artículo titulado “Second-generation bioethanol production: A review of strategies for waste valorisation”; se revisó la cadena de producción de biocombustibles de segunda generación y se enfocó en los impactos en la energía, economía y ambiental. Donde uno de los desafíos es disminuir la masa y la biomasa post la separación del bioetanol, ya que, estas aún cuentan con propiedades para ser reaprovechadas; donde la digestión anaeróbica sería una alternativa para producir energía y reducir el impacto por disposición al ambiente. Es importante contar con agentes celulíticos y microorganismos fermentadores de azúcares con C5 y C6.

Antecedentes nacionales, Llenque, Quintana, Torres & Segura (2020), en su artículo titulado “Producción de bioetanol a partir de residuos orgánicos vegetales”. El objetivo fue valorar la producción de bioetanol a partir de cáscaras de *Citrus reticulata*, *Passiflora edulis* y hojas de *Eucalyptus globulus*. La materia prima se recogió en bolsas de polietileno y transportaron al laboratorio; se lavaron, desinfectaron, secaron y trituraron. A un kg de residuo molido se agregó 4 L de HCl 1.0M, se calentó a 100°C por 5h; se filtró y ajustó a pH 4.5 con NaOH 1.0 M. El sistema con 2.2 L de medio de producción, 14°Brix y suplementado, se fermentó con *S. cerevisiae* MIT-L51, 100 ml/L de hidrolizado, a 23-25°C por 7 días en reposo. Se destiló a 78°C por 3h, y los rendimientos promedios fueron de 3.8 ± 0.2 % (v/v, ml de bioetanol obtenido/100 ml de fermento destilado) para cáscaras de mandarina, 4.2 ± 0.1 % (v/v) maracuyá y 4.7 ± 0.1 % (v/v) de hojas de eucalipto, con un grado alcohólico del 80%. Con un nivel de confianza 95%, una diferencia significancia ($p < 0,05$), la prueba Tukey, indican que los promedios son diferentes entre sí y que, los residuos evaluados pueden utilizarse en la producción a gran escala. Retto & Linares (2019), en su tesis denominada “Potencial energético de la producción de Bioetanol a partir de residuos agroindustriales lignocelulosicos en el Perú”. El objetivo fue determinar el potencial de la producción de bioetanol a partir de la masa residual agroindustrial generada en la cosecha e industrialización de la caña de azúcar, arroz, plátano, maíz amarillo duro, palma aceitera y espárrago; demostrando que la masa residual no solo es útil como alimento para animales o quemados directamente en el campo. Se estimó que, la disponibilidad de biomasa lignocelulósica es de 22.7 MT/año, de donde la caña de azúcar (broza y bagazo) aporta un 6.4 MT; cuya energía contenida sería 2.2 Mtep/año y el potencial de generación de electricidad sería de 8.9 GWh/año, lo que abastecería 9.27% de la demanda nacional, además se disminuiría un 19.86% de emisiones de CO₂ al ambiente. Romero, Macías, Palacios & Redrovan (2019), en su artículo titulado “Estudio cinético de la producción de bioetanol a partir de residuos agroindustriales de la cáscara de banano maduro”; Se aborda la aplicación de un compuesto de polietilenglicol (PEG) de masa molecular 1500, cuyo objetivo es descomponer los inhibidores de la hidrólisis enzimática (conidios del hongo *Trichoderma viride*) de la cáscara de banano maduro de la variedad Cavendish. Se realizaron tres ensayos al

60% de cáscara de banano molida, adicionándose PEG (0,01; 0,02; 0,03 g/g biomasa) y su posterior fermentación (*Saccharomyces cerevisiae*). El mejor resultado fue para PEG3 (0,03 g/g) por la mayor cantidad de azúcares reductores, donde los residuos de la cáscara de banano maduro presentan un rendimiento de 7%v/v de bioetanol. Mientras que como antecedentes locales, Martínez & Neyra (2017). “*Obtención de bioetanol a partir de los azúcares reductores totales de la cascara de plátano del mercado Ayaymama en la Cuidad de Moyobamba- 2014*”. Se logró obtener un 3,4% de bioetanol a partir de cáscara verde (CV) y 3,0 % para cáscara madura (CM), los azúcares extraídos se realizaron por método físico de autoclavado (CV: 1,6 g/L y CM: 1,7 g/L). Se consideró una temperatura ambiental de 25 °C ±3°C, pH (CV: 3,4% - 5,8 y CM: 3% - 5,3); determinándose que con 1,6 g/L de azúcares reductores totales (ART) se obtuvo mayor porcentaje de bioetanol (3,4 %) y con 1,7 g/L una concentración de 3,0 % de bioetanol. Se concluye que el incremento de la concentración de ART de la cascara de plátano verde y madura influye en la producción de bioetanol. Las muestras de los biorreactores fueron obtenidas al 3°, 6°, 9°, 11° y 15° día. Los resultados fueron procesados aplicando la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad, donde el tercer tratamiento fue el óptimo para la obtención del bioetanol.

Con relación a las bases teóricas tenemos, *Citrus sinensis* (naranja), Según Costa & Plumed (2016), es un árbol frutal perenne, perteneciente a la familia Rutaceae, de porte mediano, aunque puede alcanzar los 13 m, presenta una copa grande, circular o piramidal, sus hojas son ovaladas de unos 7 - 10 cm con margen entero y terminan en punta, sus ramas generalmente presentan espinas prominentes (más de 10 cm) y son poco vigorosas. Sus flores son blancas, pueden ser aisladas o en racimos y son fraganciosas. Presenta un tronco único, que por lo general es recto y cilíndrico (al inicio es verdoso y después grisáceo), sus ramas aparecen a un metro aproximadamente sobre el suelo. Se reproducen por germinación de una semilla, trasplante de una estaca o por acodo, su fruto es un hesperidio (exocarpo (flavedo; vesículas con aceites esenciales), mesocarpo (albedo; pomposo y de color blanco) y su endocarpo (pulpa; tricomas con jugo). Su taxonomía es como se describe a continuación: Reino: *Plantae*, Filum: *Euphyta*, Clase: *Magnoliopsida*, Orden: *Sapindales*, Familia: *Rutaceae*, Género: *Citrus* y Especie: *Citrus sinensis*.

Citrus spp (mandarina), según el MINAGRI (2014), es uno cítricos con mayor producción en el mundo, originaria de China e Indonesia, presenta un porte inferior al naranjo de cultivo perenne, sus raíces son sólidas de color blanco y con gran cantidad de pelos radiculares; sus hojas son unifoliadas y con nerviación reticulada; sus flores son solitarias o en grupos de 3 a 4; sus frutos se clasifican como hesperidio con 10 a 12 gajos, se caracteriza por presentar vitamina C, flavonoides, aceites esenciales y antioxidantes. Son propicio de clima cálido (12° - 26° C y 80% de humedad); su producción se obtiene a partir del cuarto año después del trasplante. Su taxonomía es como se describe a continuación: Reino: *Plantae*, Filum: *Euphyta*, Clase: *Magnoliopsida*, Orden: *Sapindales*, Familia: *Rutaceae*, Género: *Citrus* y Especie: *Citrus reticulata*, *C. unshiu*, *C. reshni*

Mercado, se considera así, al lugar de atención al público en general, cuenta con diferentes stands o puestos de venta donde se comercializa productos primera necesidad y procesados. Mercado San Anita Morales, se encuentra en el Departamento y Provincia de San Martín, distrito de Morales, sector Atumpampa; se creó a partir de la necesidad de que el Distrito de Morales cuente con un mercado privado o público es entonces donde inicia la alianza del gobierno Distrital de Morales para el apoyo en los trámites correspondiente al empresario Sr. Paul Alarcón, la construcción de dicho mercado comienza en el año 2019 culminando para el año 2020 inicio del año , también consiguiendo su licencia de funcionamiento en el año 2020, contando con un área por stand de 4x5 m, cuenta con 190 minoristas, 60 mayoristas y 24 puestos de bebidas y jugos naturales.

Residuos orgánicos vegetales, Según Buruiana, Garrote, & Vizireanu, (2013), los materiales orgánicos generados en el proceso de producción son denominados materiales no deseables o residuales y que son considerados como "desechos", estos contarían con capacidad de conversión a valor agregado y que podrían procesarse en compuestos útiles. Otros autores indican que, el procesamiento es una alternativa para el procesamiento y minimización de los efectos ambientales. Por la cantidad, no solo conlleva a problemas ambientales, sino que además económicos, debido a los costos para recolectarlos, transporte y la disposición final adecuada. Los residuos vegetales

son ricos en compuestos orgánicos que al ser hidrolizados se convertirían en materia prima, para la obtención de azúcares fermentables, edulcorantes y bioetanol.

Carbohidrato: Según Fernández, Deluca, & Du Mortier (2010), llamados glúcidos y azúcares, muchos de sabor dulce y constituidos principalmente por C, H y O; aunque pueden contener N y/o S; se clasifican en: Monosacáridos (Osas), se descomponen en otros monosacáridos, formadas por una cadena carbonada de 3 a 7 C con grupos Hidroxilo (OH), grupo aldehído (-CHO) o cetona (-CO-). La estructura contiene varios grupos hidroxilos y un grupo carbonilo. El sufijo que se utiliza al referirnos es “osa”. Una hexosa es, por tanto, un monosacárido de seis átomos de carbono. Si el carbonilo se presenta como aldehído será una aldohexosa y si se presenta de forma similar a una cetona, diremos es una cetohehexosa. **Disacáridos:** Según Badui (2012), se forman por condensación de dos monosacáridos simples iguales o diferentes con pérdida de una molécula de agua, donde un monosacárido pierde un OH y el otro un (H) formándose el enlace glucosídico. Son dulces, hidrolizables y cristalizables; los más importantes son: maltosa, lactosa, sacarosa, trehalosa y la celobiosa. **Polisacáridos:** Según Chang (2010), es fuente de reserva y componente estructural de las células. Generalmente son insolubles en agua, no presentan sabor descriptible y no se cristalizan. Son polímeros lineales que se forman por la condensación de más de 10 monosacáridos simples (hexosas principalmente). Pueden ser homopolisacáridos: Están formados por monosacáridos iguales y son simples y derivados. almidón, glucógeno o almidón animal, celulosa, inulina, quitina y heteropolisacáridos: Son polímeros de diferentes monosacáridos y son también simples y derivados. Hemicelulosa (xilosa y arabinosa), sulfato de queretano, heparina, sulfato de condroitina y ácido hialurónico.

Hidrolisis ácida, según Sun & Cheng (2002), se utiliza ácidos concentrados como H_2SO_4 y HCl para tratar materiales lignocelulósicos. Aunque son potentes agentes para la hidrólisis de celulosa, los ácidos concentrados son tóxicos, corrosivos y peligrosos y requieren reactores resistentes a la corrosión. A temperatura moderada, la sacarificación directa sufriría bajo rendimiento debido a la descomposición del azúcar, mientras que a alta temperatura es favorable para la hidrólisis de celulosa. **Los procesos con ácido diluido:** alta temperatura ($T > 160 \text{ } ^\circ \text{C}$), proceso de flujo

continuo para baja carga de sólidos (5–10% [peso del sustrato/peso de la mezcla de reacción]) y baja temperatura ($T < 160\text{ }^{\circ}\text{C}$), proceso discontinuo para alta carga de sólidos (10-40%).

El etanol, según Arque & Mattos (2007), es un compuesto orgánico cuya fórmula química es $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. A temperatura ambiental es un líquido incoloro, de olor agradable y penetrante, sabor caustico y ardiente, miscible en agua, inflamable y volátil. Su temperatura de ebullición es $78.65\text{ }^{\circ}\text{C}$ y su calor de vaporización es 38.5 kJ/mol . El alcohol etílico deshidratado alcanza una graduación mínima de 99.5 % de alcohol y anhidro, aquel que presenta una concentración del 100 % en volumen de alcohol.

Bioetanol. Según Rodríguez & Villamil (2016), es producido por fermentación de los azúcares presentes en compuestos orgánicos residuales, este hidratado (5% humedad), que una vez procesado se lo podría utilizar como combustible; además si este se mezcla con gasolina se obtiene un biocombustible de con características similares a la gasolina. Cuando el bioetanol es mezclado con gasolina a razón del 5 o 10%, se lo denomina E5 y E10 respectivamente.

Fermentación. Según Nelson & Cox. (2009), es un proceso anaeróbico en la cual se transforma un metabolito denominado piruvato hasta un producto final denominado etanol, pasando por un intermediario denominado acetaldehído, para lo cual se requiere la participación de dos enzimas una descarboxilasa y un etanol deshidrogenasa. En el campo industrial se pueden hacer uso de enzimas u organismos vivos como las levaduras

Destilación o deshidratación, según Delgado, Solís, & Muñoz (2012), se denomina así al proceso físico de separación de mezclas haciendo uso de calor, donde los diferentes componentes (solute y solvente) pueden estar miscibles o inmiscibles. Este principio además es importante indicar que, para tener buenos resultados, se debe conocer el punto de ebullición de uno de los componentes de la mezcla, en el mejor del caso del compuesto de interés.

Balance de la producción de etanol, según López & Pereda (2013), el principal producto de la fermentación alcohólica son los azúcares como el etílico y el anhídrido carbónico y su origen es de la fermentación alcohólica. Junto a ellos aparecen, otros compuestos, llamados sub productos secundarios, que se forman a consecuencia de

la fermentación gliceropirúvica y otros procesos colaterales de la fermentación alcohólica; a continuación, se presenta una ecuación que resume el proceso: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3COCOOH \rightarrow 2CH_3CHO + CO_2 \rightarrow 3C_2H_5OH$

Balances fermentativos, Para la determinación del balance de la materia y energía, se utilizará la ecuación de Gay-Lussac (Ecuación 1), basada en la fórmula matemática de la relación de azúcar, el alcohol producido y el gas generado en el proceso fermentativo.



Las cepas de levadura más empleadas en la fermentación son *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus* con alto poder fermentativo mientras que *Kloeckera apiculata* con bajo poder fermentativo.

Según Suárez, Garrido & Guevara (2016), *Saccharomyces cerevisiae*, es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa. Puede aislarse con facilidad en plantas y tierra, así como del tracto gastrointestinal y genital humano. Es un producto del proceso de producción de alcohol, que a su vez constituye una valiosa fuente de proteínas y vitaminas para la alimentación animal.

Condiciones para la fermentación alcohólica, Según Mignone, Yantorno & Ertola (1994), el proceso de fermentación alcohólica, requiere de las siguientes condiciones:
 Temperatura: Teniendo en cuenta que, las levaduras son organismos mesófilos, requieren de un rango de temperaturas de 13 – 35 °C, con una óptima de entre los 18 - 23 °C. Aireación: El proceso de la fermentación se realiza en condiciones anaeróbicas, pero no de forma estricta, por lo que la concentración de oxígeno necesario se consigue previo al inicio de la fermentación. pH: Según los requerimientos respecto al pH para el desarrollo adecuado de los hongos, la levadura realiza la fermentación en un rango que oscila entre 3.5 - 5.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de la investigación, según Hernández y col (2015), el tipo de investigación de acuerdo con el nivel de conocimientos que se adquiere es exploratoria, ya que, según este tipo, se utiliza cuando un problema no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiado y las condiciones existentes no son aún determinantes. La investigación exploratoria, tiene el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior; cabe señalar que este tipo de investigación es útil, porque al contar con sus resultados, se simplifica abrir líneas de investigación y proceder a su consecuente comprobación.

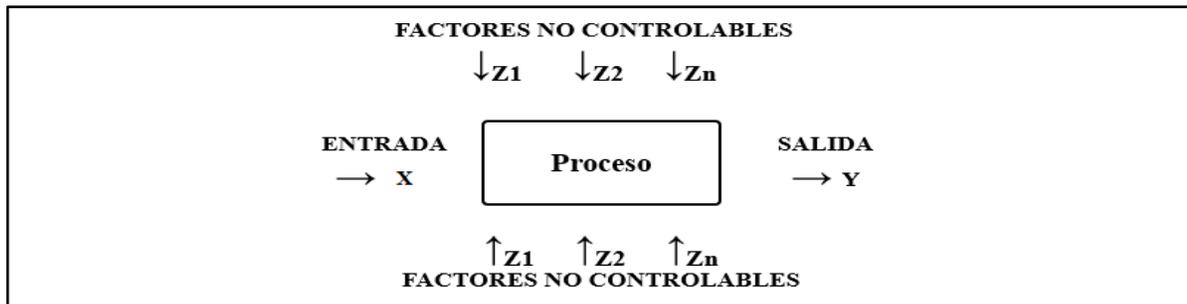
Así entonces al determinar la relación existente entre la cantidad de residuos fermentables y el volumen de bioetanol permitirá determinar cuál especie (*Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*) genera una mayor producción de bioetanol, y que podrían convertirse en una alternativa para el aprovechamiento de los residuos amigable con el ambiente y generando nuevos puestos de trabajo.

Arias (2006), de acuerdo **al propósito o finalidad que se persigue**, es **aplicada**, debido a que este tipo de investigación se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren.

- **Diseño de investigación:** El diseño es experimental, en él se manipula la variable independiente (Residuos fermentables) y se evaluará la variable dependiente (Volumen de bioetanol). Así lo indica Arias (2006) y Pulpón, Fuentelsalz & Icart (2001). Así mismo, por el uso de los datos obtenidos por un instrumento y técnica tratada estadísticamente y por la linealidad del proceso metodológico, el método del estudio presenta un enfoque cuantitativo.

Figura 1

Esquemática del diseño experimental.



Fuente: Ministerio de Educación, 2010.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Residuos fermentables de los frutos *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*.

Residuos de tipo carbohidratos fáciles de ser digeridos por enzimas hidrolíticas (Mignone, Yantorno, & Ertola Birabén, 1994 p.8).

Variable Dependiente: Volumen de bioetanol.

Producto obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales residuales (Renneberg, 2008 p.15).

Matriz de operacionalización de variables, ver anexo

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Los residuos fermentables de los frutos de *C. sinensis* y *C. reticulata* generados en el Mercado Santa Anita del Distrito de Morales.

Muestra: Dos (2) Kg de cada uno de los residuos fermentables del fruto de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado Santa Anita del Distrito de Morales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica de la investigación para la recolección de datos es observacional:

- Revisión bibliográfica de investigaciones realizadas.

- Uso del software ArcGIS para georreferenciar el punto de la toma de muestra.
- Utilización del envase para la recolección de la muestra.
- Utilización del GPS para la ubicación del punto de muestreo.

3.5. Procedimiento

Etapa 1: Etapa de gabinete inicial

Formulación del problema de investigación y recopilación de la información

- En concordancia con el proceso del método científico, posterior a conocer el fenómeno se realizará la formulación del problema de investigación.
- La recopilación de información bibliográfica confiable se realizará a partir de libros, revistas, artículos científicos, tesis y otros.

Gestión para la ejecución del proyecto

- Se gestionó la adquisición reactiva, material e instrumentos de laboratorio.
- Coordinación para obtener el acceso al laboratorio.

Elaboración de los instrumentos

- Se elaboró mapas temáticos, cadenas de custodia y formatos de campo (Ver figura 2, anexo 2 y 3).

Etapa 2: Etapa de campo

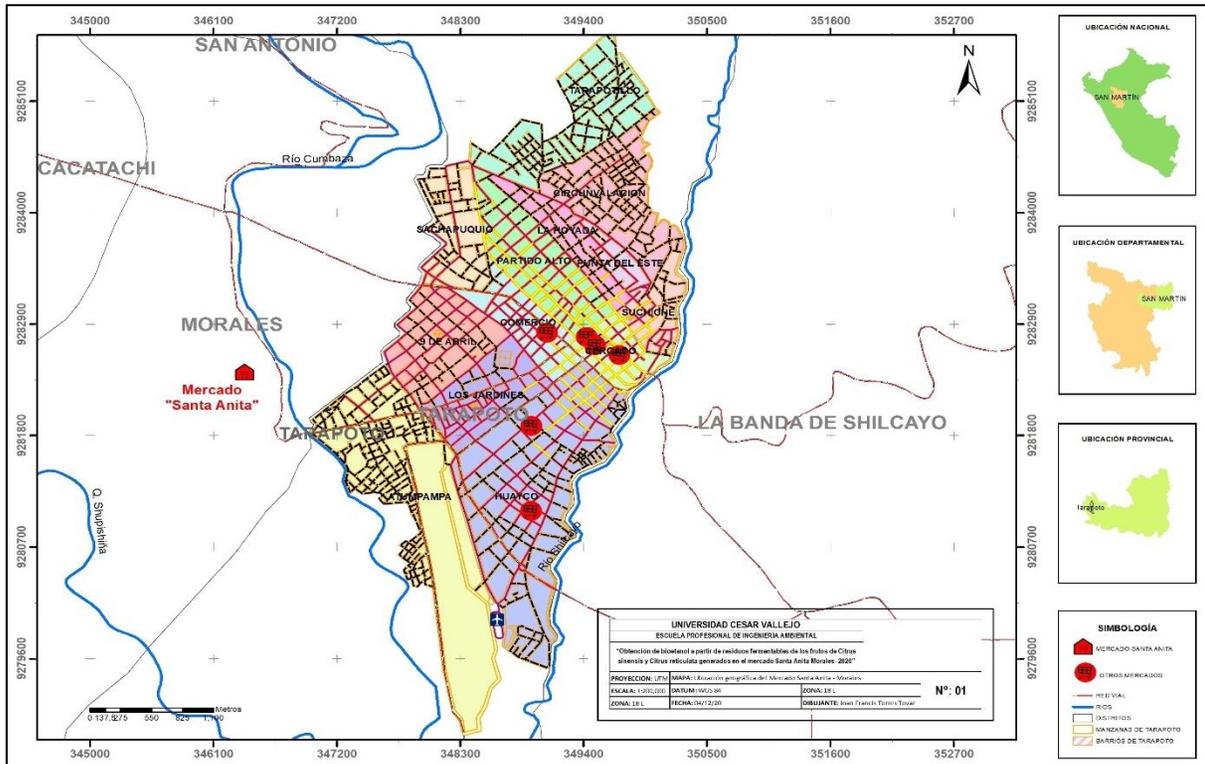
Visita de campo

- Se realizó una visita previa de campo a fin llevar a cabo la identificación y conocer la operación de los puestos donde se generan los residuos de interés.
- Se caracterizaron los residuos de los frutos de Citrus sinensis y Citrus reticulata.
- Los valores del proceso de caracterización fueron registrados en el formato de campo (ver anexo 04) y luego fueron transcritos y procesados en gabinete.

Almacén y transporte de los residuos para obtención de la muestra

- Los residuos de los frutos de C. sinensis y C. reticulata, fueron almacenados en contenedores temporales con capacidad aproximada de 20 Kg.
- Cada día se transportaron los contenedores temporales hasta los contenedores finales, de donde se tomará la muestra (2 Kg c/u por el método de cuarteo).

Figura 2
Ubicación geográfica del Mercado “Santa Anita” - Morales.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Etapa 3: Etapa de laboratorio

- Con el inóculo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* preparado.

Determinación de la humedad y concentración de azúcar

- Humedad: se utilizó 2 cápsulas, se desecó y se determinó la masa de c/u (M_0).
- Con una alícuota de cada residuo para cada capsula se determinó su masa (M_1).
- Las capsulas se secaron en estufa a $105\text{ }^\circ\text{C} \times 24\text{ h}$ y se determinó su masa (M_2).
- El calcula de la humedad se realizó aplicando la formula siguiente.

$$\text{Porcentaje de humedad (\%)} = (M_1 - M_2) \frac{100}{(M_1 - M_0)}$$

Dónde:

M_0 = Masa en g de la cápsula.

M_1 = Peso en g de la cápsula y la muestra antes del secado.

M_2 = Peso en g de la cápsula y la muestra después del secado.

- Los azúcares: Se analizaron mediante el método del fenol sulfúrico descrito por López & col (2017).

- Se mezcló: 1 mL: muestra, 0.5 mL: fenol (5%), 2.5 mL: H₂SO₄ (96%), se agitó.
- Se dejó reposar una hora, y se analizó en el espectrofotómetro a 492 nm.
- Los azúcares de 100 g de residuo se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Azucar (g)}}{\text{Residuo seco (100 g)}} = \frac{\text{Abs} * \text{R} * \text{F}}{1000} * \frac{1\text{L}}{1000\text{mL}} * \frac{\text{Vf}}{\text{Po}} * \frac{\text{Residuo fresco (100g)}}{\text{Residuo seco (Xg)}} * 100$$

Dónde:

- Abs = Absorbancia.
- R = Valor de grafico (ordenadas: mg/L y abscisas: absorbancia).
- F = Factor de dilución.
- Vf = Volumen de la muestra después de los tratamientos.
- Po = Peso inicial del substrato para cada tratamiento.
- X = Porcentaje de residuo restando la humedad.

Tratamiento para eliminar la lignina

- Los residuos se picaron hasta obtener 2 mm de diámetro como máximo.
- 2000 g de cada residuo y se sumergieron en una sol. de NaOH (0.5 N) x 15 min.
- Según lo descrito por Marquez & col. (2017), se adiciono CaSO₄ y se reposo 3 h.
- Se separó el material grueso de la solución por decantación.

Hidrolisis de los residuos de fruto de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*

- Se adicionó 1000 ml de H₂SO₄ (5%) x 2000 g de residuo, se esterilizó a 125°C y 1 atmósfera en autoclave x 15 minutos (Sun & Cheng, 2002).
- Los jarabes se separaron del precipitado centrifugando a 2500 RPM x 10 min.

Determinación de la fracción fermentable y estabilización de los jarabes

- La concentración de azúcares de cada jarabe se realizó mediante un refractómetro; los jarabes se mantuvieron en refrigeración hasta la fermentación.
- Antes de iniciar el proceso de fermentación, se debe ajustar el pH de los jarabes a un rango de 4.5 – 5.0 con NaOH 5 N.

Fermentación alcohólica

- El volumen de la fracción fermentable que se añadió al reactor fue el 75% del volumen de trabajo y el inóculo el 15%; se añadió además 0,25 % (NH₄)₃PO₄.
- La fermentación se realizó en un reactor cuyo volumen de trabajo fue el 90% de su capacidad total con monitoreo permanentemente del tiempo.

Obtención del inóculo

- Al culminar el proceso se conservaba un volumen del 15% a partir del sedimento a fin de poder reutilizarlo como inóculo para el siguiente proceso.

Obtención de la fracción para destilación

- Del volumen de trabajo presente en el reactor, se separó el sobrenadante para ser sometido a destilación.

Destilación para obtener el bioetanol

- La destilación se realizó a 78.37 °C.
- Se determinó el volumen y se registró en el formato de laboratorio (ver anexo 05).

Etapa 4: Etapa de gabinete final

Sistematización de los resultados y elaboración del informe final

- Los datos se transcribieron a formatos virtuales, se ordenaron y sistematizados.
- Se interpretó los resultados y se discutió según los antecedentes.
- El informe fue elaborado y presentado en cumplimiento con el tiempo establecido en el cronograma de actividades.

3.6. Método de análisis de datos

Validez de los Instrumentos: Se realizó teniendo en cuenta el límite de detección y el margen de error especificado en el manual técnico y los certificados de calibración.

Confiabilidad de los Instrumentos: Fue constatado gracias a los certificados de calibración y su previa verificación antes de ser utilizados.

3.7. Aspecto ético

Para ejecutar el proyecto se consideró las precisiones detalladas en la Guía de la Universidad Cesar Vallejo. Donde las teorías consultadas, fueron citadas según los autores del ámbito internacional y nacional, respetando siempre la rigurosidad científica y la autenticidad, mediante el uso de la norma internacional ISO 690 de documentación y referencias bibliográficas, completándose así la información necesaria de connotación científica base para el presente proyecto. Cabe señalar, que debido a la coyuntura en la que venimos atravesando, no permitieron que la investigación cumpla se desarrolle con supervisión permanente, se utilizó un destilador tipo serpentín de 500 ml para el proceso de destilación a fin de obtener el producto (bioetanol), una balanza para determinar la masa del sustrato y un alcoholímetro.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de los residuos de *C. sinensis* y *C. reticulata* generados en el mercado “Santa Anita” - Morales

Los valores masicos de los residuos generados a partir de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* en el mercado “Santa Anita” del distrito de Morales que se muestran en la figura 3, se determinaron a partir del proceso de caracterización de los residuos sólidos generados en dicho mercado, el mismo que fue ejecutado en un periodo de 07 días tal como lo establece la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM) establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2013) y procesados a partir de los datos que se presentan en el anexo 2.

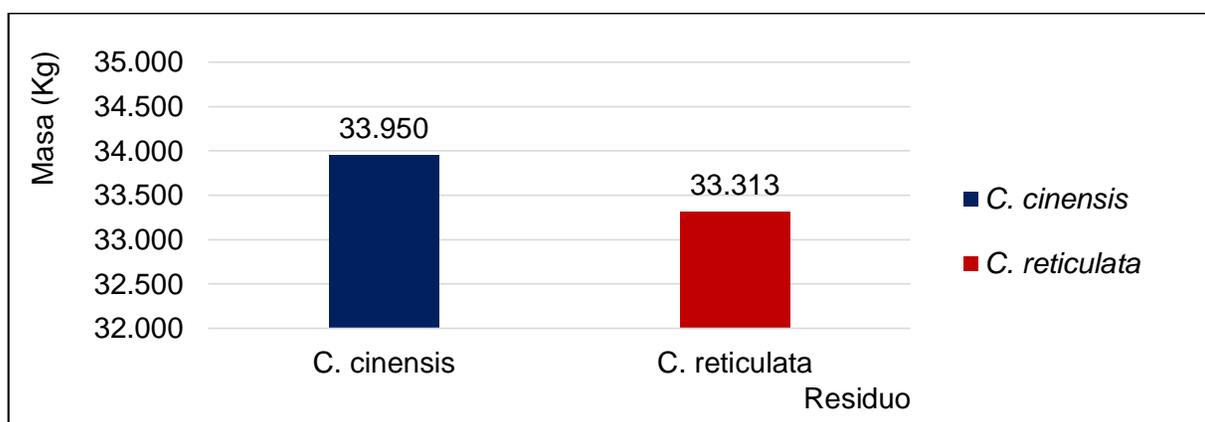


Figura 3. Valores masicos de residuos de los frutos de *C. sinensis* y *C. reticulata*.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

De la figura 3, se interpreta que los residuos generados a partir de los frutos de *Citrus sinensis* fue 33.950 Kg/día y los de *Citrus reticulata* fue de 33.313 Kg/día.

La caracterización de los residuos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* se reporta en la tabla 2. Se evidencia que, los residuos de *Citrus sinensis* presentaron mayor contenido de humedad (68.890 %) y mayor contenido de azúcares reductores (2.869 %), por lo tanto, se explica que durante la hidrólisis ácida se obtendrá un jarabe glucosado con mayor contenido de azúcares comparado con los residuos de *Citrus*

reticulata que presentó un contenido de menor de humedad (65.120 %) y azúcares reductores (2.452 %).

Tabla 1

Valores de humedad y azúcares en residuos de C. sinensis y C. reticulata.

Residuo según especie	Humedad (%)	Azúcar (%)
<i>Citrus sinensis</i>	68.890	2.869
<i>Citrus reticulata</i>	65.120	2.452

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En proceso de la ácida de los residuos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*, bajo las mismas condiciones de estudio se reportaron jarabes con contenido de azúcares diferentes; así en los residuos de *Citrus sinensis* se determinó 79 g/l, en comparación con residuos de *Citrus reticulata* donde solo de determino 73 g/L, así se evidencia en la tabla 3.

Tabla 2

Azúcares en los jarabes de los residuos de C. sinensis y C. reticulata.

Residuo	Azúcar (g/L)	Sacarosa (Brix)
<i>Citrus sinensis</i>	79	9.6
<i>Citrus reticulata</i>	73	9.0

Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.2. Bioetanol producido a partir de residuos de frutos de *C. sinensis* y *C. reticulata*.

La homogeneidad de varianzas arroja un p-valor 0,131, lo cual indica que la variable volumen de bioetanol producido cumpliría con la homogeneidad de varianzas, la normalidad obtenida es un p-valor mayor de 0.05, lo cual indicaría que la variable volumen de bioetanol presentaría una distribución normal. Justificándose así, ejecutar el análisis factorial de la varianza, para la variable volumen de bioetanol de los residuos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*.

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable volumen de bioetanol del (ver tabla 4), muestra el modelo corregido con un p-valor de 0.085; lo cual indica que el modelo presenta una parte significativa de la variación observada en el volumen. El valor de

R² indica que los ensayos incluidos en el modelo (tipo de residuo en relación al volumen de bioetanol producido según el tiempo) están explicando el 85,7 % de la varianza de volumen. Además, la intersección presentó un p-valor de 0.021; lo que indica que el volumen de bioetanol producido es diferente de cero.

Tabla 3
ANOVA del volumen de bioetanol producido

Origen	Suma de cuadrados Tipo III	gl	Cuadrado medio	F	p-valor
Modelo corregido	1,563 ^a	3	,851	17,368	,085
Intersección	7,823	1	7,738	323,671	,021
Tipo de residuo	,328	1	,328	12,415	,074
Masa del residuo	1,535	2	,662	19,895	,052
Error	,065	2	,032		
Total	7,459	6			
Total corregido	1,815	5			

a. R² = 0.857

Fuente: Elaboración propia, 2020.

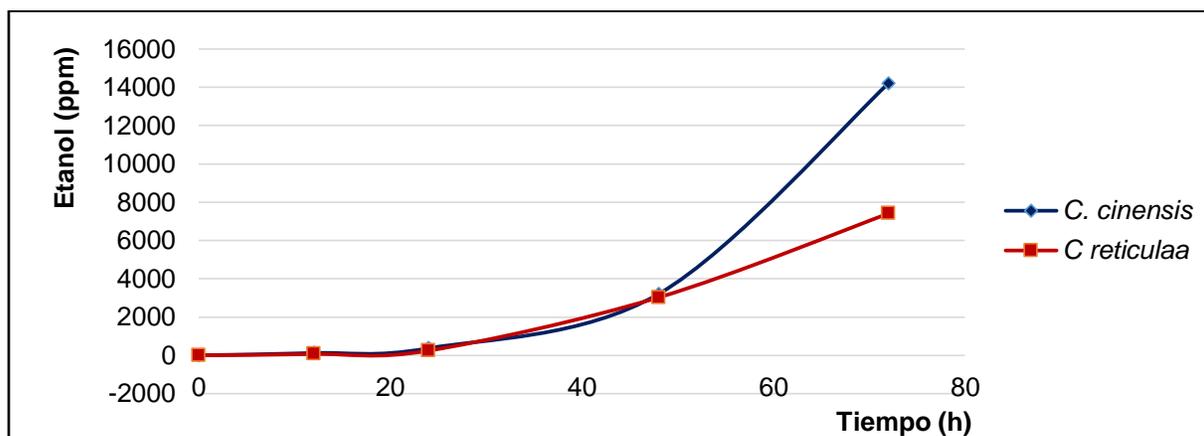


Figura 4. Valores volumétricos de bioetanol producido.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

De la tabla 5, se interpreta que el factor tipo de residuo presenta un p-valor de 0.074, lo cual indica que existe diferencia significativa en el volumen de bioetanol entre los grupos del factor mencionado. Deduciéndose que el tipo de residuo óptimo es el generado a partir de *Citrus sinensis* para los ensayos realizados, con 0, 120 y 370, 3200 y 14200 mg/L a las 0, 12, 24, 48 y 72 h respectivamente; mientras que el volumen de bioetanol producido a partir de los residuos de *Citrus reticulata* solo se alcanzó 0, 65, 245, 3021 y 7405 mg/L a las 0, 12, 24, 48 y 72 h respectivamente, así se evidencia en la figura 4.

V. DISCUSIÓN

La obtención de bioetanol a partir del proceso de fermentación de los residuos de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generado a las 0, 12, 24, 48 y 72 h fue de 0, 120 y 370, 3200 y 14200 mg/L para el primero y 0, 65, 245, 3021 y 7405 mg/L para el segundo, que teniendo en cuenta lo descrito por Marín & Leon (2018), la producción de etanol está relacionada con la concentración de azúcares fermentables, tiempo de fermentación y capacidad de tolerancia del agente que realiza la fermentación. Existen algunos procesos con el mismo corte, así por ejemplo Llenque, Quintana, Torres & Segura (2020), encontraron que los rendimientos promedios son de 3.8 ± 0.2 % (v/v, ml de bioetanol obtenido/100 ml de fermento destilado) para cáscaras de mandarina, 4.2 ± 0.1 % (v/v) maracuyá y 4.7 ± 0.1 % (v/v) de hojas de eucalipto, con un grado alcohólico del 80% (volumen).

Es importante, indicar la naturaleza del etanol, si este es anhidro o hidratado; ya que, una gran cantidad de la materia prima utilizada en el proceso de fermentación al ser procesada libera gran cantidad de agua y tiene influencia significativa en el volumen final, considerando el rendimiento por masa de materia prima. Así lo considera (Marín & Leon, 2018). Además de estas condiciones, se debe tener un control de la concentración de oxígeno disponible en la cabecera del reactor, ya que el proceso de fermentación se debería realizar en condiciones anaeróbicas y que, el oxígeno es depresor de la fermentación que retrasaría o inhibiría dicho proceso hasta en un 4 % (Llenque et al., 2020).

Los residuos de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado "Santa Anita" del distrito de Morales presentan un contenido de humedad del 68.890 y 65.120 % respectivamente, teniendo en cuenta que según Costa & Plumed (2016) mencionan que los valores de humedad de los diferentes cítricos es muy variables y que esta, se relaciona con la especie del vegetal, tipo de suelo, tipo de clima, grado de maduración e incluso la edad de planta, pero que deberían oscilar entre el 50 % - 85 %. El contenido de azúcares reductores fue de 2.869 y 2.452 %

respectivamente, lo cual corroboraría el estudio realizado por Hernández, (2017), donde menciona que los residuos de los frutos de *Citrus sinensis* presentarían un contenido de humedad de $75,16 \pm 0,74$ % y que a mayor contenido de humedad menor rendimiento de la producción alcohólica.

Los residuos orgánicos vegetales no siempre son un proble, que ocasiona impactos al ambiente; así lo indica Buruiana, Garrote, & Vizireanu, (2013), los cuales señalan que estos residuos generados en el proceso de producción son denominados materiales no deseables o residuales y que son considerados como "desechos", pues, estos contarían con capacidad de conversión a valor agregado y que podrían procesarse en compuestos útiles. Otros autores indican que, el procesamiento es una alternativa para el procesamiento y minimización de los efectos ambientales. Por la cantidad, no solo conlleva a problemas ambientales, sino que además económicos, debido a los costos para recolectarlos, transporte y la disposición final adecuada. Los residuos vegetales son ricos en compuestos orgánicos que al ser hidrolizados se convertirían en materia prima, para la obtención de azúcares fermentables, edulcorantes y bioetanol.

Los jarabes obtenidos por hidrolisis acida a partir de los residuos de *C. sinensis* y *C. reticulata*, presentaron un contenido de azúcares de 79 g/L o 9.6 grados brix de sacarosa para *Citrus sinensis* y 73 g/L o 9.0 grados brix de sacarosa para *Citrus reticulata*; teniendo en cuenta que al compararse con otros residuos como en el caso del mango los valores encontrados son mayores, así lo indica Marín & Leon (2018), los cuales determinaron 1.42 g/L, aunque esto podría variar en función a la variedad y el grado de maduración del fruto; es importante tener en cuenta que la concentración de azúcares que presenta cada fruto puede variar en función de clima considerando la temperatura, la humedad ambiental, la cantidad de agua que recibe, el tipo de suelo y los nutrientes presentes en este.

La concentración de azúcares fermentables presentes en la materia prima a utilizar en los procesos de fermentación alcohólica, depende de muchos factores y de la complejidad de que estos presentan en su estructura molecular conjugada presente

en condiciones naturales. Según Martínez & Neyra (2017), consideran que el procedimiento y el método de extracción es vital, ya que la materia prima de donde se extrae no genera una concentración de azúcares fermentables en función a la concentración real de estos azúcares. Además, los procesos de hidrólisis no son eficientes en cuanto al porcentaje de liberación respecto a los no fermentables.

El aprovechamiento de los residuos industriales de naturaleza vegetal no siempre será útil en los procesos de fermentación, ya que estos no solamente presentan alto contenido de carbohidrato, sino que se debe tener en cuenta la relación existente entre el carbohidrato fermentable e hidrolizable y el no fermentable y menos hidrolizable. Así lo describen Retto & Linares (2019), donde detallan que el potencial de fermentación y generación de etanol a partir de la materia prima vegetal no siempre es viable, ya que también puede ser procesada y suplementada como alimento para animales o transformada directamente en el campo y aprovechada como abono. Estos autores indican que la disponibilidad de biomasa lignocelulósica de la caña de azúcar es alrededor de 22.7 MT/año, de donde la caña de azúcar (broza y bagazo) aporta un 6.4 MT; cuya energía contenida sería 2.2 Mtep/año y el potencial de generación de electricidad sería de 8.9 GWh/año, lo que abastecería 9.27% de la demanda nacional, además se disminuiría un 19.86% de emisiones de CO₂ al ambiente.

Es importante realizar siempre la caracterización de los componentes de los residuos a utilizar como materia prima que se empleara en la fermentación alcohólica; a fin de conocer la relación real que presentan a fin de evitar hacer gastos innecesarios y someterlos a procesos poco productivos; o en el mejor de los casos si es que esta materia prima requiere de tratamientos previos a fin de facilitar la extracción de los azúcares fermentables. Así lo recomiendan Romero, Macías, Palacios & Redrovan (2019), los cuales aplican un compuesto de polietilenglicol (PEG) de masa molecular 1500, realizando tres ensayos al 60% de cáscara de banano molida, adicionándose PEG (0,01; 0,02; 0,03 g/g biomasa) y su posterior fermentación (*S. cerevisiae*). Obteniendo el mejor resultado fue para PEG3 (0,03 g/g) por la mayor cantidad de

azúcares reductores, donde los residuos de la cáscara de banano maduro presentan un rendimiento de 7%v/v de bioetanol.

Según lo descrito en el párrafo anterior, Hernández, (2017); también recomiendan un proceso previo a la hidrólisis que facilite la disposición de los azúcares presentes. Donde los tratamientos térmicos maximizarían la cantidad de azúcares fermentables disponibles que posteriormente se fermentados. Ellos recomiendan una temperatura óptima para la cascara de banano alrededor de los 120°C (eficiencia: 43%) y alrededor de los 135°C para la pulpa (eficacia: 90%). Donde los azúcares en mayor porcentaje se encontraron en el último, llegándose a extraer 36,8/100 g del peso seco y un rendimiento de fermentación entre el 70 y 80%, dependiendo además de la capacidad de tolerancia del agente fermentador.

VI. CONCLUSIÓN

- Se obtuvo bioetanol a partir de los residuos de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*, en cuyo proceso fermentativo se evaluó a las 0, 12, 24, 48 y 72 h; encontrándose valores de 0, 120 y 370, 3200 y 14200 mg/L para el primero y 0, 65, 245, 3021 y 7405 mg/L para el segundo; lo que permite aceptar la hipótesis alterna (H1) y rechazar la hipótesis nula (H0).
- Se determinó que los jarabes obtenidos mediante hidrolisis ácida a partir de residuos de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata*, contienen 97 g/l y 73 g/L para cada uno de ellos respectivamente.
- Se caracterizaron los residuos de los frutos de *Citrus sinensis* y *Citrus reticulata* generados en el mercado "Santa Anita" del distrito de Morales. Donde se encontró que su generación es 33.950 y 33.313 Kg/día respectivamente; el contenido de humedad fue 68.890 y 65.120 %; además el contenido de azúcares reductores fue 2.869 y 2.452 % para cada uno de ellos respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Determinar la concentración de azúcar de forma paralela a la determinación de la producción de bioetanol en el proceso de fermentación.
- Determinar la concentración de la biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* en forma paralela a la determinación de la producción alcohólica en el proceso de fermentación.
- Realizar la curva del crecimiento microbiano a fin de determinar su relación con la producción alcohólica.
- Realizar la curva del crecimiento microbiano a fin de determinar su relación con el sustrato residual.

REFERENCIAS

- Amaris, J., Manrique, D., & Jaramillo, J. (2015). Biocombustibles Líquidos En Colombia Y Su Impacto En Motores. *Fuentes: El Reventón Energético*, 13, 12.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación* (6th ed.; E. Episteme, Ed.). Caracas.
- Badui, S. (2012). Química de los alimentos. In PEARSON (Ed.), *Pearson Education* (5th ed.). México.
- Banco Mundial. *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción y el procesamiento de aceite vegetal.* , XXIII § (2015).
- Buruiana, C. T., Garrote, G., & Vizireanu, C. (2013). Bioethanol production from residual lignocellulosic materials: A review -part 1. *Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI: Food Technology*, 37(1), 9–24.
- Chang, R. (2010). *Química* (10th ed.; McGrawHill, Ed.). México - México.
- Costa, M., & Plumed, J. (2016). La arboleda monumental. In MÉTODE (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (3rd ed.). Valencia - España.
- CropLife Latin America. (2019). *Y tú , ¿ qué conoces de agrobiotecnología ?* 1–3.
- Delgado, S., Solís, L., & Muñoz, Y. (2012). *Laboratorio de química general* (1st ed.; McGrawHill, Ed.). México - México.
- Favela, J., Santiago, O., Ramírez, M., Esquivel, P., & Camacho, M. (2016). Chemistry and Pharmacology of Citrus sinensis. *Molecules*, 21, 117–118.
- Fernández, A., Deluca, M., & Du Mortier, C. (2010). *Aprendiendo Química Orgánica* (1st ed.; EUDEBA, Ed.). Buenos Aires - Argentina.
- García, R. (2001). Combustión y combustibles. *Contaminacion Ambiental - Mundo Moderno*, 5, 1–23.
- Hernández, C. (2017). *Obtención de bioetanol a partir de hidrolizados de residuos de fruta*. Universidad de Oviedo.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. del P., Méndez, S., & Mendoza,

- C. P. (2015). *Metodología de la investigación* (6th ed.; McGRAW-HILL, Ed.). México.
- Iglesias, L., Andrade, A., Flores, N., Giorgana, J., Luna, M., Nabuat, S., ... Saenz, L. (2014). Establecimiento de las bases biotecnológicas y ecológicas en la mejora genética de *Vanilla planifolia*. *Cuadernos de Biodiversidad*, 45, 1–6.
 - Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Compendio estadístico del Perú. *Agrario*, p. 88. Lima - Perú.
 - Kaza, S., Yao, L., Bhada, P., & Van Woerden, F. (2018). *WHAT A WASTE 2.0* (1st ed.; World Bank, Ed.). Washington - EE UU.
 - Llenque, L., Quintana, A., Torres, L., & Segura, R. (2020). Bioethanol Production From Organic Plant Waste. *Rebiol*, 40(1), 21–29. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.03>
 - López, M., & Pereda, S. (2013). *Biología* (2nd ed.; SANTILLANA, Ed.). Santiago de Chile - Chile.
 - López, X., Taramuel, A., & Arboleda, C. (2017). Comparación de métodos que utilizan ácido sulfúrico para la determinación de azúcares totales. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 180–198.
 - Marín, T., & Leon, A. (2018). *Producción de bioetanol a través de la fermentación en BATCH de la cáscara de mango (Mangifera indica) usando como inóculo la Saccharomyces cerevisiae* (Vol. 2). Fundación Universitaria los Libertadores.
 - Marquez, F., & Duchén, E. (2017). *Optimización del procesamiento de las cáscaras de mandarina, naranja, limón y toronja; para la obtención de la d-glucosa y el ácido galacturónico y una potencial aplicación industrial*. Universidad Mayor de San Andrés.
 - Martínez, M., & Neyra, R. (2017). *Obtención de bioetanol a partir de los azúcares reductores totales de la cascara de plátano del mercado Ayaymama en la Ciudad de Moyobamba*. Universidad Nacional de San Martín.

- Mignone, C., Yantorno, O., & Ertola, C. (1994). *Microbiología Industrial* (1st ed.; Organización de Estados Americanos - OEA, Ed.).
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *La mandarina peruana*. Lima - Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales* (pp. 1–70). pp. 1–70. Lima - Perú.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2009). *Principios de bioquímica - Lehninger* (5th ed.; OMEGA, Ed.). Barcelona - España.
- Pulpón, A., Fuentelsalz, C., & Icart, M. (2001). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina* (1st ed.; Ube, Ed.). Barcelona - España.
- Renneberg, R. (2008). *Biotecnología Para Principiantes* (1st ed.; Reverté, Ed.). Barcelona - España.
- Retto, P., & Linares, G. (2019). *Potencial energético de la producción de bioetanol a partir de residuos agroindustriales*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Rocha, L., Raud, M., Orupöld, K., & Kikas, T. (2017). Second-generation bioethanol production: A review of strategies for waste valorisation. *Agronomy Research*, 15(3), 830–847.
- Rodríguez, A., & Villamil, W. (2016). Evaluación del potencial de las cáscaras de frutas en la obtención de bioetanol. *Hechos Microbiológicos*, 5(January 2014), 4–9.
- Romero, H., Macías, C., Palacios, A., & Redrovan, F. (2019). Estudio cinético de la producción de bioetanol a partir de residuos agroindustriales de la cáscara de banano maduro. *Industrial Data*, 22(1), 187–202. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16534>
- Sigüencia, J., Delgado, J., Posso, F., & Sánchez, J. P. (2020). Estimación del potencial de producción de bioetanol para los residuos de la corteza del cacao en Ecuador. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–20. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1429

- Suárez, C., Garrido, N. A., & Guevara, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 50(1), 20–28.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology*, 83(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7)
- Trebilcock, P., Kuhn, M., & Figueroa, J. (2019). Calidad, el reto que afrontan los cítricos. *Redagrícola*, 1(Nº 53), 64.
- Yepes, A. (2012). Cambio Climático: Estrategias de gestión con el tiempo en contra. *Orinoquia*, 16(1), 77–92.

ANEXOS

Anexo 3. Matriz de consistencia

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
INDEPENDIENTE Residuos fermentables de frutos <i>Citrus sinensis</i> y <i>Citrus reticulata</i>	Residuos de tipo carbohidratos fáciles de ser digeridos por enzimas hidrolíticas (Mignone, Yantorno, & Ertola Birabén, 1994 p.8).	Los carbohidratos de tipo monosacáridos serán fermentados y convertidos a alcohol mediante un proceso biológico.	Azucres Monosacárido	fructosa, glucosa,	Grado Brix.
		Los carbohidratos de tipo disacáridos serán fermentados y convertidos a alcohol mediante un proceso biológico.	Azucres Disacáridos	xilosa, arabinosa, galactosa y manosa.	Grado Brix.
DEPENDIENTE Volumen de bioetanol.	Producto obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales residuales (Renneberg, 2008 p.15).	Cantidad volumétrica de bioetanol obtenido a partir de un proceso de fermentación y su posterior destilación.	Alcohol etanol	Cantidad de alcohol.	mg/L, ppm.
				Punto de ebullición.	78.37 °C.

Fuente: *Elaboración propia, 2020.*

Anexo 4. Formato de campo para el proceso de caracterización de los residuos

FORMATO DE CAMPO
(EDICIÓN 01)

ESTABLECIMIENTO DEL MERCADO SANTA ANITA GENERADORES DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE NARANJA Y MANDARINA DEL MERCADO SANTA ANITA DEL DISTRITO DE MORALES																				
N°	Código	Nombre y Apellido del representante	Nombre del establecimiento	DNI	Masa de residuos de naranja según el día (Kg)								Masa de residuos de mandarina según el día (Kg)							
					L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
1	D6	Alejandrina García Paredes	Juguería "Dulce Morena"	01064084	38.2	23.4	41.4	36.5	23.4	42.3	22.3	18.3	49.9	49.9	49.9	49.9	49.9	49.9		
2	...	Luz Margarita Huamán Terrón	Caldos y Desayunos	45848175	42.3	28.4	42.3	43.5	28.4	38.2	33.5	24.4	34.3	34.3	34.5	26.3	59.5	59.5		
3	D4	Susana Delgado Capto	Cevichería	44542841	23.4	19.4	32.2	32.2	38.2	42.3	32.2	26.5	38.0	34.2	23.3	34.5	38.0	38.0		
4	A8	Jaqui Elizabeth Flores Guevara	Juguería "Mis 4 Amores"	42657214	28.4	37.5	28.0	28.0	42.3	23.4	28.0	16.3	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4		
5	E6	María Díaz Vilchez	Frutería	40761906	19.4	39.9	27.9	27.9	23.4	28.4	27.9	17.4	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8		
6	B11	Lleyysi Paola Tocto Mosqueda	"La Curvita del Sabor"	70153273	37.5	42.3	41.0	41.0	28.4	38.2	41.0	18.4	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3		
7	E2 - E3	Nancy Coronel Pérez	Cevichería	47342973	39.9	38.2	42.0	42.0	19.4	42.3	42.0	41.4	36.5	23.4	32.2	32.2	38.2	33.4		
8	E1	Rosita Quintana Olortegui	Juguería "Shaddai"	00803623	42.3	42.3	42.3	39.9	37.5	23.4	23.4	42.3	43.5	28.4	28.0	23.3	42.3	22.8		
9	F6	Rosmary Tapullima Tapullima	Menú	40862335	38.2	23.4	44.0	42.3	44.0	44.0	28.4	32.2	32.2	38.2	27.9	27.9	23.4	16.3		
10	A4	Neifith Fasanando Fasanando	Menú	00954839	42.3	28.4	45.0	38.2	48.0	45.0	38.2	28.0	28.0	42.3	41.0	41.0	28.4	36.5		
11	A2	Deysi Picón Medina	Negocio "El Ángel"	44074923	23.4	38.2	46.0	42.3	23.4	27.4	42.3	27.9	27.9	23.4	42.0	42.0	19.4	16.3		
12	F2	Sitlia Arévalo Pezo	Juguería Sitlia Arevalo	01092581	28.4	42.3	47.0	27.4	28.4	48.5	23.4	41.0	41.0	28.4	42.3	39.9	37.5	36.5		
13	F1	Leidy Bocanegra Arévalo	Batidos y bebidas Leidy Bocanegra	42894508	49.5	23.4	48.0	17.5	38.2	23.4	28.4	42.0	42.0	19.4	44.0	42.3	44.0	43.5		
14	F7	Dolinda Solis Llatas	Menis Dolinda	48956277	37.5	28.4	23.4	23.4	42.3	28.4	19.4	42.3	39.9	37.5	45.0	38.2	48.0	32.2		
15	F8	Iris Aurora Tapia Montenegro	Jugos y Comidas	43483673	39.9	19.4	28.4	28.4	23.4	38.2	50.0	44.0	42.3	44.0	46.0	42.3	23.4	28.0		
16	G1 - G7	Liley Romero García	Jugos y Batidos Romero	42227622	42.3	37.5	38.2	38.2	28.4	42.3	19.4	45.0	38.2	48.0	47.0	27.4	28.4	12.3		
17	L3	Nancy Espinoza Correa	El tragoncito de Nancy	44667530	38.2	39.9	42.3	42.3	19.4	23.4	37.5	46.0	42.3	23.4	32.2	32.2	38.2	34.5		
18	L4	Walter Martínez López	Ewalter ful jugos	...	42.3	42.3	23.4	23.4	23.4	39.9	44.0	47.0	27.4	28.4	28.0	28.0	42.3	35.9		
19	L8	Nery Martínez Bayona	Nery la juguerita	16536693	23.4	38.2	28.4	28.4	28.4	42.3	48.0	48.0	17.5	38.2	27.9	27.9	23.4	21.9		
20	L11	Israel Pérez Alcántara	Perez el especial en jugos	18224987	28.4	42.3	19.4	19.4	19.4	38.2	23.4	23.4	23.4	42.3	41.0	41.0	28.4	10.4		
Subtotal					35.3	33.8	36.5	33.1	30.4	36.0	32.6	33.6	33.8	32.8	35.2	33.4	34.3	30.0		
Total					33.951								33.307							

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Anexo 5. Formato de laboratorio

**FORMATO DE LABORATORIO
(EDICIÓN 01)**

Sustrato	Tiempo (h)	Bioetanol (mg/L)	Temperatura (°C)	Hora		Observaciones
				Inicio	Fin	
Naranja	0	0	78	7:00 am	7:00 pm	Coloración amarillenta
	12	120	78.3	7:00 pm	7:00 am	Coloración amarillenta
	24	370	78.5	7:00 am	7:00 am	Sin coloración (transparente)
	48	3200	78.3	7:00 am	7:00 am	Sin coloración (transparente)
	72	14200	78-3	7:00 am	7:00 am	Sin coloración (transparente)
Mandarina	0	0	78	7:00 am	7:00 pm	Coloración amarillenta
	12	65	78.1	7:00 pm	7:00 am	Coloración amarillenta
	24	245	78.3	7:00 am	7:00 am	Sin coloración (transparente)
	48	3021	78.3	7:00 am	7:00 am	Sin coloración (transparente)
	72	7405	78-3	7:00 am	7:00 am	Sin coloración (transparente)

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Anexo 6. Validación de instrumento



3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Alvarado Ramirez Jaime Walter
- 1.2. Cargo e institución donde labora: U.N.S.M.
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ciencias Ambientales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de campo para el proceso de caracterización de los residuos.
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar.

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

85
15

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

Dr. JAIME WALTER ALVARADO RAMÍREZ
CIP N° 27388

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Alvarado Ramirez Jaime Walter
 1.2. Cargo e institución donde labora: U.N.S.M.
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ciencias Ambientales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FORMATO DE LABORATORIO.
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar.

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

85
15

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %


 Dr. JAIME WALTER ALVARADO RAMÍREZ
 CIP N° 27388

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Alvarado Ramirez Jaime Walter
 1.2. Cargo e institución donde labora: UNSM
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Dr. Ciencias Ambientales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: MATRIZ DE CONSISTENCIA
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar

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

85
15

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %



Dr. JAIME WALTER ALVARADO RAMÍREZ
CIP N° 27388

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. PAZ Urrelo Jorge Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: INIA
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Mg. Tecnologías Agroambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FORMATO DE LABORATORIO.
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar.

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.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las Hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

90
10

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %



JORGE L. PAZ URRELO
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP N° 120044

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Paz Urrelo Jorge Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: JNIA
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Mg. Tecnologías Agroambientales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de campo para el proceso de caracterización de los residuos.
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar.

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

90
10

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %



JORGE L. PAZ URRELO
 INGENIERO AGRÓNOMO
 CIP N° 120044

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: M^g. PAZ URRELO Jorge Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: INCA
 1.3. Especialidad o línea de investigación: M^g. Tecnologías Agroambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: MATRIZ DE CONSISTENCIA
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar.

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

90
10

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %



JORGE L. PAZ URRELO
INGENIERO AGRÓNOMO
CIP N° 120044

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Carbajal Moyllón Henry.....
 1.2. Cargo e institución donde labora: Independiente.....
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ing. Ambiental.....
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de campo para el proceso de caracterización de los residuos.
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar.

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			

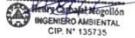
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

85
15

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Tarapoto 12, Noviembre del 2020

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Carbojal Mogollón Henry
 1.2. Cargo e institución donde labora: Independiente
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Mg. Ing. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FORMATO DE LABORATORIO
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar

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

85
15

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Tarapoto 12, Noviembre del 2020



Henry Carbojal Mogollón
INGENIERO AMBIENTAL
CIP: N° 135735

3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Carbajal Mogollón Henry
 1.2. Cargo e institución donde labora: Independiente
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Mg. Ing. Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: MATRIZ DE CONSISTENCIA
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joan Francis Torres Tovar

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

85
15

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Tarapoto 12, Noviembre del 2020


 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 135735

Anexo 7. Panel fotográfico como evidencia de las actividades desarrolladas.



Caracterización de los residuos de *C. reticulata* (A) y *C. sinensis* (B).
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Determinación de la masa de agar Sabouraud.
Fuente: Elaboración propia, 2020.



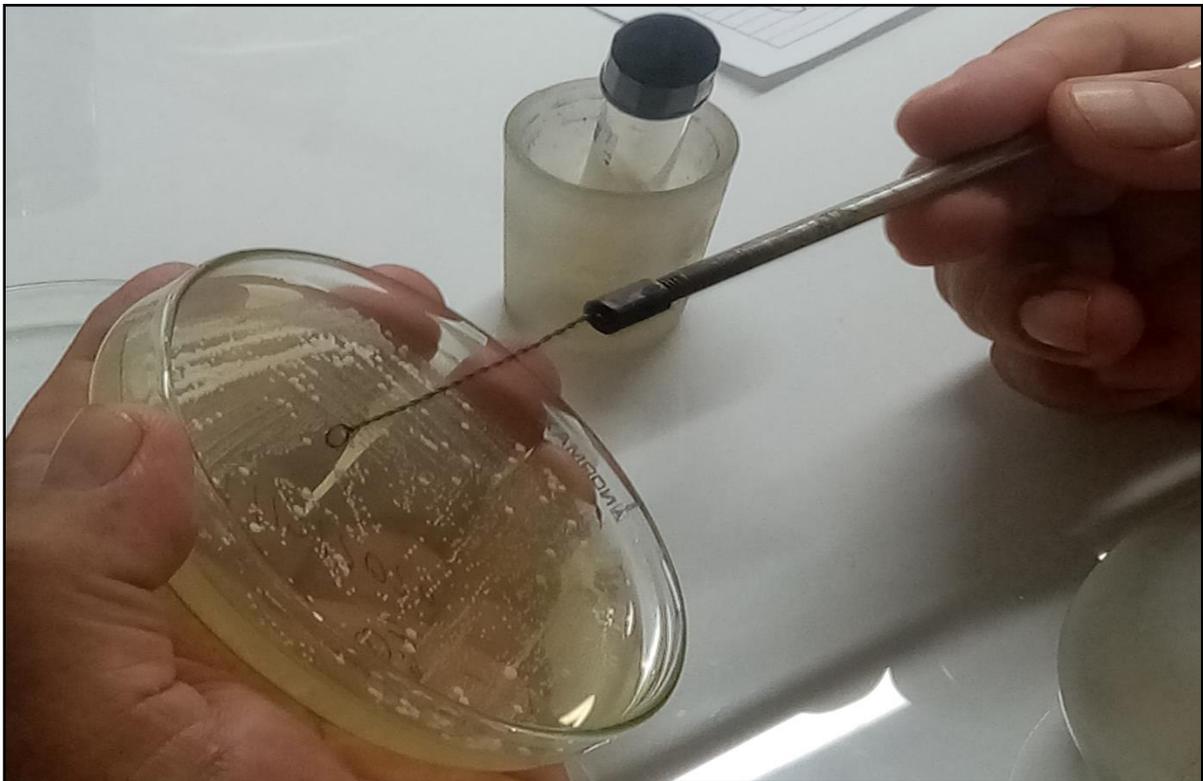
Preparación del agar Sabouraud.
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Proceso de esterilización del medio de cultivo (121° C x 15 min a 1.5 Atm).
Fuente: Elaboración propia, 2020.



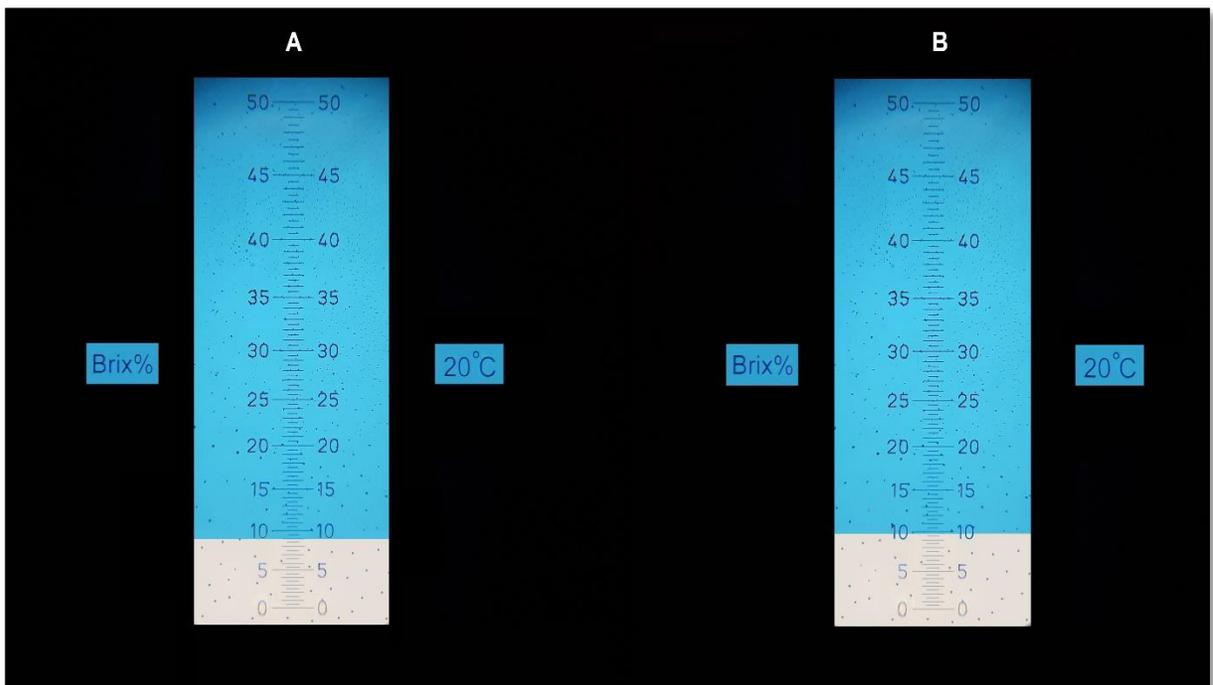
Proceso de incubación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (37°C x 72 h).
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Obtención de una alícuota a fin de verificar la pureza de *Saccharomyces cerevisiae*.
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Verificación del cultivo puro de *Saccharomyces cerevisiae*.
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Azúcares (Grados Brix) en los jarabes de *C. reticulata* (9.0) y *C. sinensis* (9.6).
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Proceso de destilación de los fermentos de *C. reticulata* y *C. sinensis*.
Fuente: Elaboración propia, 2020.



Verificación del etanol obtenido tras el proceso de fermentación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.