



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Revisión sistemática y meta-análisis sobre la calidad de  
bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Contreras Rauraico, Anthony Gabriel (ORCID: 0000-0002-0852-1383)

Quispe Ccahuana, Diego Jesús (ORCID: 0000-0001-7820-0879)

**ASESOR:**

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por habernos permitido llegar a esta etapa y dado salud para lograr nuestros objetivos.

A nuestros padres por todo el apoyo incondicional que brindaron para el desarrollo de la presente investigación, en un contexto de emergencia sanitaria del covid -19.

A nuestros amigos y/o familiares por apoyarnos y aconsejarnos en nuestra formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por iluminar nuestros caminos, brindar salud y ayudar a prender de nuestros errores y a no cometerlos otra vez.

A nuestros padres por sus consejos y apoyo en nuestro desarrollo como profesionales.

A nuestro asesor el Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera en la cual ayudó en la parte de revisión metodología, ortografía y de la parte experimental de la presente investigación.

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de la investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimientos .....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS.....	16
Meta-análisis.....	31
V. DISCUSIÓN .....	33
VI. CONCLUSIONES .....	39
VII. RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS .....	50

## Índice de tablas

Tabla 1. Promedio de validación de juicios de expertos.....	11
Tabla 2. Alfa de Cronbach de los instrumentos validados.....	11
Tabla 3. Estrategia de búsqueda.....	12
Tabla 4. Características de los estudios incluidos en la revisión.....	18
Tabla 5. Características de los residuos.....	23
Tabla 6. Condiciones operacionales de los bioplásticos .....	25
Tabla 7. Características fisicoquímicas de los bioplásticos .....	26
Tabla 8. Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos .....	27
Tabla 9. Calidad metodológica de los estudios incluidos .....	30

## Índice de figuras

Figura 1. Tipos de polímeros biodegradables .....	5
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de las investigaciones para la meta-análisis. ....	16
Figura 3. Métodos utilizados en las investigaciones.....	23
Figura 4. Biodegradabilidad de los bioplásticos .....	29
Figura 5. Meta-análisis de las fuerzas de tracción de los bioplásticos .....	31
Figura 6. Meta-análisis de los porcentajes de elongación de los bioplásticos .....	32

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar mediante revisión sistemática y meta-análisis la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas. El estudio fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicado, diseño no experimental longitudinal y nivel descriptivo. Se recopiló una alta gama de estudios realizados sobre la elaboración de bioplásticos a partir de residuos agrícolas desde enero del 2010 hasta septiembre del 2020, en las bases de datos como Scopus, Web of Science, ScienceDirect y EBSCO. Los resultados mostraron que los bioplásticos obtenidos de fibras de rastrojo de maíz y paja de arroz presentan mayores valores en fuerza de tracción de  $47.17 \pm 0.81$  MPa y  $45.5 \pm 1.36$  MPa respectivamente, y el biopolímero a base de gluten de trigo mostró el mayor porcentaje de elongación de  $93.00 \pm 0.8\%$ . En la biodegradabilidad, el biopolímero a base de pulpa de madera presentó una rápida degradación con una tasa del 90% en 75 días. El estudio concluyó que para la evaluación de la calidad de los bioplásticos a base de residuos agrícolas es indispensable examinar tanto las propiedades físico-mecánicas (fuerza de tracción y porcentaje de elongación) como la biodegradabilidad de los mismos.

**Palabras claves:** Bioplásticos, residuos agrícolas, fuerza de tracción, biodegradabilidad, revisión sistemática, meta-análisis.

## ABSTRACT

The present investigation was to evaluate through systematic review and meta-analysis the quality of bioplastics obtained from agricultural residues. The study had a quantitative approach, applied type, longitudinal non-experimental design and descriptive level. A high range of studies carried out on the production of bioplastics from agricultural residues from January 2010 to September 2020 were compiled in databases such as Scopus, Web of Science, ScienceDirect and EBSCO. The results showed that the bioplastics obtained from corn stubble fibers and rice straw present higher values in traction force of  $47.17 \pm 0.81$  MPa and  $45.5 \pm 1.36$  MPa respectively, and the biopolymer based on wheat gluten showed the highest percentage of elongation of  $93.00 \pm 0.8\%$ . In biodegradability, the wood pulp-based biopolymer exhibited rapid degradation with a rate of 90% in 75 days. The study concluded that for the evaluation of the quality of bioplastics based on agricultural residues, it is essential to examine both the physical-mechanical properties (tensile force and percentage of elongation) and their biodegradability.

**Keywords:** Bioplastics, agricultural residues, tensile force, biodegradability, systematic review, meta-analysis.



## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la producción desmesurada de plásticos convencionales y su aplicación en diferentes actividades productivas plantea una amenaza significativa para el ambiente. Las alternativas desarrolladas en la última década ubican al bioplástico como una vía óptima para el desarrollo de recursos renovables y el aprovechamiento de las mismas (Muralidharan et al., 2020). El uso de recursos como los desechos agrícolas y su biodegradabilidad en diferentes entornos permiten que estos polímeros tengan una mejor aceptación que los plásticos convencionales.

Según Remar (2011), los biopolímeros constituyen un sector de interés creciente en múltiples gremios industriales como el rubro alimentario, electrónico, medicina, textil, entre otros. Este interés está directamente relacionado con la tendencia global extendida de sustitución de los materiales procedentes de fuentes fósiles por otras fuentes renovables y sostenibles. En la industria alimentaria nacional el desecho vegetal en polvo es el residuo típico que genera esta actividad productiva después del procesamiento.

Las cáscaras, tallos y otras partes no comestibles de las verduras a menudo se secan y se pulverizan para reducir su masa y facilitar su reutilización o eliminación (Perotto et al., 2018). La industria alimentaria genera residuos en todas las etapas productivas de la cadena de suministro y la eliminación de dichos residuos plantea problemas ambientales y económicos; además, los costos asociados con la eliminación y los bajos ingresos por el compostaje hacen que las formas más simples de reciclar los desechos vegetales a menudo no sean atractivas para la industria nacional.

En las próximas décadas, se espera que materiales como los bioplásticos complementen y reemplacen gradual o totalmente algunos de los materiales basados en polímeros sintéticos (Prasad, 2016). La comunidad científica multidisciplinaria ha obtenido un nivel significativo de éxito comercial y técnico en relación a los materiales de base biológica. La aplicación extensiva y detallada de estos materiales de base orgánica como los bioplásticos todavía se ve

desafiada por algunas posibles limitaciones inherentes, como la pobre procesabilidad, fragilidad y sus malas propiedades térmicas y físicas.

La incorporación de aditivos tales como los plastificantes en los biopolímeros es una práctica común para mejorar estas limitaciones inherentes (Emadian y Demirel, 2017). Frente a las limitaciones enunciadas en el proceso de obtención de un plástico derivado de la materia orgánica se plantea la necesidad de obtener un bioplástico idóneo que resuelva las limitaciones físicas y que desarrolle propiedades de biodegradabilidad frente al plástico de baja densidad con una cadena de producción menos contaminante.

Por ello, se formula como problema general de la investigación: ¿Cuáles bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas son de mejor calidad, enero del 2010 hasta septiembre del 2020?, y como problemas específicos: ¿Qué condiciones operacionales son evaluadas para la elaboración de bioplástico a partir de residuos agrícolas?, ¿Cómo influye las características físico-mecánicas en la elaboración del bioplástico a partir de residuos agrícolas? y ¿Cómo influye el grado de biodegradabilidad del bioplástico obtenidos a partir de residuos orgánicos?

El problema ambiental que se genera en cada ciudad del Perú son las acumulaciones de residuos orgánicos en las distintas calles en donde transitan las personas por el cual les generaría problemas de salud, esto es debido a la falta de cultura ambiental existente en la sociedad. En el Perú se produce 20 mil toneladas diarias de residuos sólidos de Lima se produce 5 200 toneladas por día de residuos orgánicos.

Por medio del reciclaje se podría recuperar los residuos orgánicos que ingresan en los rellenos sanitarios, mediante la segregación y transformación de dichos residuos a producto de utilidad para la sociedad, así mismo reduciendo tanto como la cantidad de residuos orgánicos que ingresan en los rellenos sanitarios como la reducción del impacto negativo en el ambiente.

Debido a la falta de opciones en el tratamiento y pésima gestión de los residuos orgánicos, se tiene como consecuencia las acumulaciones de estos residuos en las distintas ciudades del país, los impactos negativos en el ambiente y daño a la salud del ser humano. La justificación de la investigación busca aportar con la recopilación de la extensa literatura con relación a la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas. La justificación en el ámbito social, buscar una propuesta en desarrollo de un sistema de gestión ecoeficiente para el aprovechamiento de los residuos orgánicos y una calidad de vida agradable para las personas. En el ámbito ambiental, minimizar los impactos generados en el ambiente por los plásticos sintéticos y proponer como una alternativa ecoeficiente la elaboración de los bioplásticos a partir de residuos agrícolas. En el ámbito económico, aprovechar y dar un valor adicional a los residuos agrícolas como recursos de bajo costo en la producción de los bioplástico.

El objetivo general de la investigación es: evaluar la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas, enero del 2010 hasta septiembre del 2020, y como objetivos específicos: identificar las condiciones operacionales que evalúen la elaboración de bioplástico a partir de residuos agrícolas, analizar las características físico-mecánicas en la elaboración del bioplástico a partir de residuos agrícolas y examinar el grado de biodegradabilidad del bioplástico a partir de residuos agrícolas.

La presente investigación estableció como hipótesis que las condiciones operacionales como los tratamientos térmicos, mejoran la calidad del bioplástico obtenido a partir de residuos agrícolas.

## II.MARCO TEÓRICO

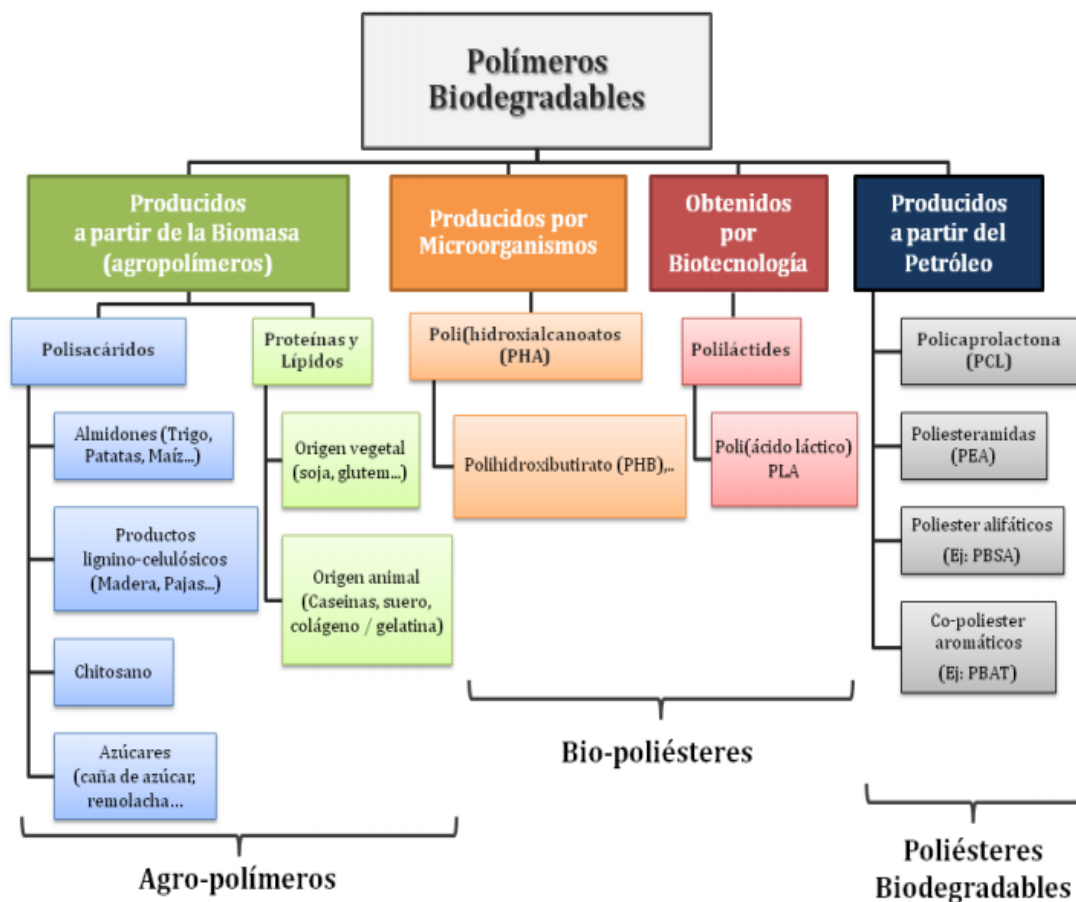
Los plásticos o polímeros sintéticos llevan más de 50 años perjudicando al ambiente debido a su persistencia en los distintos espacios como los rellenos sanitarios, los focos infecciosos, entre otros (Ruiz, 2005). Un polímero es aquella sustancia formada por macromoléculas como por ejemplo el ácido desoxirribonucleico (ADN), el almidón, entre otros; los polímeros pueden ser naturales al provenir de seres vivos como los ácidos nucleicos, los polisacáridos y proteínas.

Diversas industrias priorizan el uso de polímeros sintéticos debido a su práctica en la cadena de producción y su bajo costo. Las macromoléculas presentes en los polímeros sintéticos dotan a este material de múltiples propiedades, la característica principal de los polímeros semicristalinos es su alta regularidad estructural. Cuando un material de estas características se solidifica en condiciones adecuadas, las macromoléculas pueden adoptar disposiciones tridimensionales haciéndola favorable para la aplicación en distintos rubros industriales.

Muralidharan et al. (2020) utilizaron los residuos sólidos de la curtiduría en la preparación de películas bioplásticos y fueron caracterizadas por sus propiedades, en la cual las muestras hidrolizadas resultaron ser resistentes, transparentes y antibacteriano en la naturaleza. Araújo et al. (2018) indicaron que la condición óptima para obtener bioplásticos a partir de proteínas miofibrilares de pescado es dentro de la región deseable de 0,79% de proteínas (m / v) y 40% de plastificante (m / m), dicho plástico será más resistente, flexible y fácil de manejar.

Neupane et al. (2016), en sus investigaciones diseñaron un sistema de conversión de residuos de papel en bioplástico donde el extracto de ácido láctico se concentró usando un evaporador de vacío rotativo y la cantidad se determinó por espectrofotometría. El extracto concentrado se usó para la polimerización en presencia de cloruro stannous el cual dio como resultado la producción de obleas amorfas blancas.

Bioplásticos o polímeros biodegradables, son aquellos plásticos elaborados en base de productos orgánicos como la papa, maíz, aceite de soja, entre otros. Según Ramos y Ochoa (2016), la biodegradación no depende del producto orgánico elaborado sino de la propia estructura química, es decir, no siempre los bioplásticos pueden ser biodegradables. Las ventajas que posee este tipo de plástico es que están hechos de fuentes renovables por lo que ayuda a reducir productos fósiles y aumentar la eficiencia de los recursos. En la Figura 1 se observa los tipos de polímeros biodegradables:



**Figura 1. Tipos de polímeros biodegradables (Arrieta, 2013)**

Ascue Avalos et al. (2019), en el estudio de la obtención bioplásticos por biosíntesis de dihidrocarburo de Escherichia coli, se observaron que las estrategias de fabricación biológica dependen de la construcción de microorganismos recombinantes que expresen la "línea de ensamblaje" correcta de enzimas a niveles suficientes, cultivado en una fuente de carbono simple y económica.

Jariyasakoolroj y Harnkarnsujarit (2019) analizaron el desarrollo de bioplásticos para el envasado de alimentos obteniendo como resultado que las funciones antioxidantes y antimicrobianas desarrollan una liberación controlada en envases bioplásticos, como la absorción de sustancias de bajo peso molecular, como la humedad, los aromas, entre otros.

En el estudio sobre el bioplástico de amilosa reticulada, Sagnelli et al. (2017) indicaron que el material elaborado presenta alto rendimiento de resistencia y elasticidad, abriendo la posibilidad de producir materiales biodegradables directamente en la planta. Perez et al. (2016) expone en su investigación tiene como resultado que el bioplástico proteico de guisante presenta propiedades bactericidas contra las Gram positivas en un periodo de inoculación de 48h, la adición de nisina a la mezcla inicial de la proteína/ plastificante, produjo bioplásticos más rígidos, pero menos deformables.

Las características físico-mecánicas intervienen respecto a la calidad en la elaboración del bioplástico como la tracción que es el aumento de la carga aplicada en función a la tensión, la elongación que consiste en la deformación o alargamiento entre dos puntos de un material hasta su ruptura y la degradabilidad (Meza, 2016). Angela (2010) indica que también se debe de tomar en cuenta las condiciones operacionales como la temperatura, humedad y la cantidad de bioplástico.

Investigaciones realizadas sobre la obtención de bioplásticos magnéticos indican que al mantener una estabilidad térmica en la deposición de las nanopartículas se obtiene un material biodegradable, el cual puede emplearse con éxito como base para bioplásticos con fines agrícolas (Aguilar et al., 2019; Barbi et al., 2018). Las propiedades termomecánicas estudiadas por diversos autores durante la elaboración de los bioplásticos indican que hay una menor retención de agua, actividad bacteriana y una mayor biodegradabilidad en polímeros con propiedades termomecánicas óptimas (Fernández-Espada et al., 2016; Jones, Mandal y Sharma, 2015; Akram et al., 2020).

Los estudios realizados sobre las propiedades física-mecánicas de los bioplásticos indican que al trabajar en condiciones alcalinas, aumentan los módulos de tracción, tenacidad a la tracción y resistencia (Tanrattanakul y Saithai, 2009; Verbeek et al., 2018; Jiménez-Rosado et al., 2019). Yamada et al.(2020) estudiaron las propiedades biodegradables de los bioplásticos en una solución acuosa, en la cual entre las cadenas peptídicas se forman a alta densidad en la superficie del bioplástico, además la degradación de poliaminoácidos y poliesteramidas. Similarmente, Jiménez et al.(2020) examinaron las propiedades mecánicas de los bioplásticos con proteínas de soja, indicando que los tratamientos térmicos mejoran las propiedades mecánicas de las estructuras de los bioplásticos y el tratamiento con ultrasonido conduce a la formación de una estructura con poros más pequeños

Vicente (2018) y Chinchayhuara et al.(2013) realizaron estudios sobre la degradabilidad de los bioplástico obtenido en base de diversas cáscaras, resultando dicha degradación del 100% en menos de un mes. Por otro lado, Lama (2018) utilizó pectina de la cáscara de naranja obteniendo una degradación de 21.18% a los 5 días y 87.61% a los 20 días. Sanchez (2017) examinó el comportamiento de los bioplásticos al añadir almidones, resultando mejorar la calidad y las propiedades físicas de dichos plásticos para la conservación del ambiente.

Giraldo et al. (2014) indicaron que aprovechar el almidón contenido en las cáscaras de plátano se puede mejorar la calidad del plástico e incluso si se interactúa con el polímero presente en esta. Amin y Kowser (2019) en sus investigaciones indicaron que el bioplástico compuesto es más fuerte que el bioplástico de almidón ya que tiene mayor resistencia a la tracción y menor alargamiento, pero después de un mes el 81% y 64% de la muestra de bioplástico de almidón y compuesto se degrada.

Schrader et al. (2014) señalan que el relleno BioRes mejora la biodegradabilidad de los compuestos bioplásticos, además que los envases para horticultura hechos de compuestos bioplásticos son adecuados para cultivos y brindan nutrientes intrínsecos para su producción y pueden biodegradarse en el suelo después del uso.

Darni y Lismeri (2017) indicaron que al adicionar rellenos de tallos sorgo con respecto a la proporción de almidón, mejoran las propiedades físico-mecánicas del plástico como la densidad. Wahyuningtiyas y Suryanto (2018) en sus investigaciones demostraron al usar el almidón de la yuca reforzado con nanoarcilla mejora la estructura del bioplástico, aumenta la resistencia a la tracción y reduce la absorción de agua.

Perez-Puyana et al. (2017) estudiaron los efectos de las condiciones de procesamiento del moldeo por inyección en el desarrollo de bioplásticos basados en proteínas de guisantes, en la cual al modificar la presión de inyección conduce a bioplásticos más consistentes que difieren principalmente en el componente elástico, en la tensión y en la rotura. Munoz y Riley (2008) utilizaron desechos celulósicos del bagazo de tequila para producir bioplástico polihidroxialcanoato por las degradantes de *saccharophagus*, obteniendo como resultado que degrada los componentes principales de las paredes celulares de las plantas para producir polihidroxialcanoatos.

Mercedes Jiménez (2019) planteó en su investigación el desarrollo de matrices bioplásticas a base de proteínas de soja, mejorando así su capacidad superabsorbente y proporciona una liberación controlada de agua y nutrientes a los cultivos. Fernandez y Ingber, (2014) en sus investigaciones utilizaron el bioplástico biodegradable de quitosano obteniendo el resultado de que las diferencias en la disposición molecular y las propiedades mecánicas del polímero de quitosano, ofreciendo una nueva vía para la producción a gran escala y establece al quitosano como un bioplástico viable.

Una revisión sistemática es aquella que resume y analiza la evidencia respecto de una pregunta específica en forma estructurada, explícita y sistemática. Según Aguilar et al. (2019), la principal ventaja de esta revisión es la síntesis de información respecto de una pregunta específica que le permitirá al investigador resolver sus dudas en forma eficiente. El metaanálisis de los resultados permite resumir en un solo valor numérico toda la evidencia relacionada con un tema puntual, aumentando la potencia estadística y la precisión del estimador puntual. (Barbi et al., 2018)



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo, la cual busca recopilar datos e información para la comprobar la hipótesis planteada. Según Lama (2018), en una investigación cuantitativa los datos recolectados tienen como soporte las mediciones numéricas y análisis estadísticos para probar las hipótesis planteadas.

El tipo de la investigación fue aplicada, pues forma bases de la información recolectada y propuesta por múltiples estudios de temática similar a la investigación propuesta. Sanchez (2017) menciona que la investigación de tipo aplicada es una forma de aprovechar los conocimientos logrados por la investigación básica o teórica para la solución de problemas inmediatos.

El diseño de la investigación fue no experimental longitudinal, ya que no se manipula ni se modifica las variables para así poder observar y analizar los fenómenos tal y como se manifiestan de manera natural. Gama (2007) ya que no se llega a utilizar intencionalmente la variable independiente así esta puede estudiar los efectos sobre la variable dependiente.

El nivel de la investigación fue descriptivo, pues se detalla el comportamiento del objeto y describe la situación y sus acontecimientos sin influir sobre el este. Vicente (2018) menciona que la investigación de carácter descriptiva lleva a especificar el estado actual o presente de las características más importantes del fenómeno que se va a estudiar.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

En el presente proyecto de investigación se trabajaron tanto la variable dependiente como independiente, siendo la variable independiente: residuos agrícolas, mientras que la variable dependiente es: calidad de bioplásticos. En el Anexo 1 se muestra la matriz de operacionalización de dichas variables.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

En la presente investigación tomó como población todos los estudios realizados sobre la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas, en total fueron 239 investigaciones.

Como muestra se utilizó 17 investigaciones, siendo estas las que cumplieron con los criterios de inclusión según la escala de calidad de Newcastle-Otawa (modificada de acuerdo a un criterio ambiental).

Se utilizó la técnica del meta-análisis como muestreo en la presente investigación. Manrique (2015) menciona que, al combinar los apropiados modelos estadísticos, los resultados obtenidos de las distintas investigaciones, se estimará mediante intervalos de confianza un resultado en la cual resumirá los estimadores de efectos.

Como unidad de análisis fue cada investigación o artículo científico que contenían información relevante sobre la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica que se empleó en esta investigación es la revisión sistemática, debido a que permitirá resumir y analizar las evidencias respecto a una pregunta específica (Arias, 2006). Posterior a ello, se realizó el meta-análisis el cual, mediante el uso de técnicas de estadísticas, los resultados se combinan cuantitativamente en un solo estimador puntual. Los instrumentos de recolección de datos están adjuntos en el Anexo 2 del presente trabajo de investigación y son los siguientes:

- Ficha 1. Características de los estudios incluidos en la revisión.
- Ficha 2. Características de los residuos.
- Ficha 3. Condiciones operacionales de los bioplásticos
- Ficha 4. Características fisicoquímicas de los bioplásticos
- Ficha 5. Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos
- Ficha 6. Calidad metodológica de los estudios incluidos

Para la validación de los instrumentos se presentó a 3 expertos relacionados al tema de investigación, docentes de la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte.

**Tabla 1. Promedio de validación de juicios de expertos**

Expertos	Especialidad	Porcentaje de validación					
		Ficha 1	Ficha 2	Ficha 3	Ficha 4	Ficha 5	Ficha 6
Dr. Acosta Suasnabar, Esterio Horacio	Ingeniería Química y Ambiental	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco	Análisis y Gestión del Ambiente	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	Tecnología Mineral y Ambiental	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<b>Promedio de validación</b>		<b>90%</b>					

Mediante el uso del software Microsoft Excel 2016 se determinó la confiabilidad de los instrumentos validados, así mismo se evaluará los porcentajes que se obtendrá por cada instrumento. Para la determinación de estos valores se aplicará el alfa de Cronbach, la cual tendrá la siguiente relación:

- Coeficiente alfa > 0,9 es excelente
- Coeficiente alfa > 0,8 es bueno
- Coeficiente alfa > 0,7 es aceptable
- Coeficiente alfa > 0,6 es cuestionable
- Coeficiente alfa > 0,5 es pobre

En la tabla 2 se da a conocer el resultado del Alfa de Cronbach, aplicado a los puntajes obtenidos por los expertos. El valor que se obtuvo fue de 0,87 estando dentro del rango de confiabilidad en forma bueno.

**Tabla 2. Alfa de Cronbach de los instrumentos validados**

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
18	0,87

Fuente: Excel 2016

### 3.5. Procedimientos

#### Etapa 1. Selección de las fuentes de información

En la presente investigación desarrollada fueron seleccionadas fuentes de información o base de datos confiables y seguras tales como: Scopus, Web of Science, ScienceDirect y EBSCO. Estas fuentes de información fueron obtenidas a partir de los recursos digitales disponibles en la plataforma de la Universidad Cesar Vallejo y de otras entidades.

#### Etapa 2. Estrategias de búsqueda

Sobre los documentos referenciados para la elaboración de la revisión sistemática y meta-análisis de estudios observacionales se definieron ciertas estrategias de búsqueda, en el cual se plantea una lista controlada y estructurada de términos específicos para el análisis temático y la prospección de documentos en inglés, concluyendo una búsqueda de información en las plataformas digitales ya mencionadas. En la Tabla 3 se muestra la estrategia de búsqueda utilizadas en las distintas bases de datos.

**Tabla 3. Estrategia de búsqueda**

Bases de datos	Artículos encontrados	Estrategias de búsqueda
Scopus	111	"bioplastics production" OR "bioplastic production" OR "production of bioplastics" OR "development of bioplastics" OR "residues to bioplastics" OR "waste to bioplastic" en "Title, Abstract, Keywords"
Web of Science	85	
ScienceDirect	40	
EBSCO	70	

Según las estrategias de búsqueda utilizadas en las distintas bases de datos (Tabla 3), se encontraron un total de 306 documentos.

### **Etapas 3. Criterios de inclusión y exclusión para las investigaciones**

En la presente revisión sistemática se consideraron ciertos criterios de selección tomando en cuenta estudios longitudinales observacionales con información sobre biopolímeros y bioplásticos obtenidos a partir de desechos agrícolas. Las investigaciones incluyeron el uso de múltiples residuos de base orgánica en la elaboración de bioplástico. Por otro lado, las investigaciones que realizaron un análisis de las características físico-mecánicas (fuerza de tracción, elongación, densidad) y las condiciones operacionales (temporalidad, temperatura) también fueron incluidas; a su vez las investigaciones que estuvieron fuera del periodo requerido, con datos insuficientes y artículos de opinión fueron excluidos.

Las investigaciones fueron obtenidas de diversas fuentes de información, obteniendo una variedad de localizaciones geográficas y múltiples idiomas. Se utilizaron diferentes herramientas y plataformas de traducción virtual para comprender el contenido implícito de dichas investigaciones. Con respecto a la fecha de publicación de las investigaciones, se proyectó que estas no superarían los 10 años de antigüedad desde enero del 2010 hasta septiembre del 2020.

### **Etapas 4. Identificación de documentos relevantes**

Para la identificación de documentos relevantes se inició con un análisis del listado de investigaciones resultantes procedentes de la búsqueda bibliográfica de keywords predominantes en el título y objetivo de esta investigación. Ambos integrantes de la presente investigación desarrollaron esta fase y completaron una revisión con criterio independiente para analizar la confiabilidad de la información obtenida de diversas fuentes. De estas investigaciones, los artículos que presentaron una temática similar a la estudiada fueron seleccionadas para cumplir con los criterios de inclusión para extracción y obtención de datos.

## **Etapa 5. Descripción de los estudios**

Para cada investigación se describió la muestra (la caracterización de residuos agrícolas utilizados para cada investigación), los datos de la variable independiente (cantidad, humedad, tiempo y temperatura) y de la variable dependiente (densidad, fuerza de tracción, elongación y biodegradabilidad). Los datos de estudio que se seleccionaron, fueron resumidos en las siguientes tablas:

- Tabla 4. Características de los estudios incluidos en la revisión.
- Tabla 5. Características de los residuos
- Tabla 6. Condiciones operacionales de los bioplásticos
- Tabla 7. Características fisicoquímicas de los bioplásticos
- Tabla 8. Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos
- Tabla 9. Calidad metodológica de los estudios incluidos

## **Etapa 6. Evaluación de la calidad**

Mediante una escala llamada Newcastle-Ottawa Quality Assesment Scale For Cohort Studies, se evaluó la calidad metodológica de las investigaciones más relevantes. Esta escala permite evaluar los distintos estudios no aleatorios con su respectivo contenido, diseño y facilidad de uso para la incorporación de evaluaciones de calidad en la comprensión de resultados del meta-análisis.

En el apartado de la evaluación de la calidad de las investigaciones se tomó como referencia a la representatividad, exposición, biodegradabilidad y seguimiento. La representatividad hace referencia si la muestra representa verdaderamente a la elaboración de los bioplásticos con residuos agrícolas y la exposición estimó si las características fisico-mecánicas (densidad, fuerza de tracción y elongación) de los residuos fueron descritas en dichas investigaciones. La biodegradabilidad indica si el estudio describe el grado de degradabilidad de los bioplásticos y el seguimiento indica si se realiza una evaluación referente a la biodegradabilidad de estos bioplásticos en función a un tiempo.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos recolectados durante el desarrollo del presente informe de investigación fueron procesados y analizados por el programa Review Manager (versión 5.4.1). Este software estadístico permite la elaboración de revisiones sistemáticas mediante la redacción del texto, análisis estadísticos, figuras, tablas, entre otros.

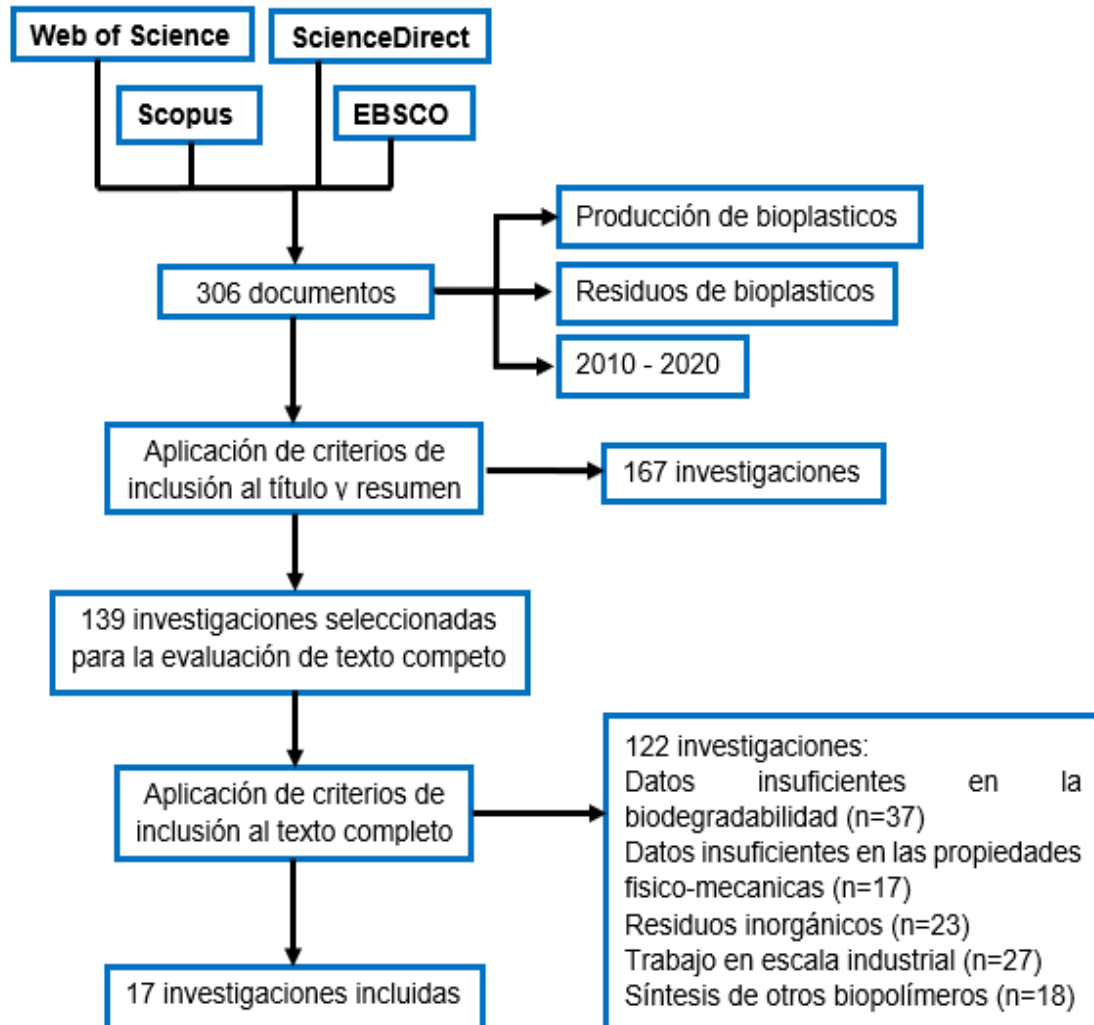
### **3.7. Aspectos éticos**

El presente informe de investigación titulado “Revisión sistemática y meta-análisis sobre la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de residuos agrícolas” se responsabiliza con la protección del ambiente, desarrollando todas las actividades de manera transparente. Además, se respetó el porcentaje de similitud por debajo del 25% con ayuda del software Turnitin y se proporcionó la confiabilidad de los datos y la veracidad de los resultados que se presentaron durante el desarrollo de la investigación respetando lo establecido por:

- Código de ética
- Reglamento de investigación
- Resolución de vicerrectorado de investigación N°004-2020-VI-UCV
- Guía de productos de investigación 2020

#### IV. RESULTADOS

En la Figura 2 se observa el diagrama de flujo del proceso de selección de las investigaciones para la meta-análisis.



**Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de las investigaciones para la meta-análisis.**

De acuerdo a las estrategias de búsqueda realizadas en Scopus, Web of Science, ScienceDirect y EBSCO, se lograron encontrar un total de 306 investigaciones. De dichos artículos encontrados, se evaluaron de acuerdo a los criterios de inclusión tanto en el título como en los resúmenes de cada investigación, siendo excluidas 167 artículos.



Los 139 artículos que fueron aceptadas, fueron evaluadas a texto completo y según la escala de Newcastle-Ottawa modificada. Después de haber aplicado dicha escala, se obtuvieron un total de 122 investigaciones excluidas. Dichos factores de exclusión fueron: datos insuficientes en la biodegradabilidad (n=37), datos insuficientes en las propiedades físico-mecánicas (n=17), residuos inorgánicos (n=23), trabajos en escala industrial (n=27) y síntesis de otros biopolímeros (n=18). Finalmente, se obtuvo un total de 19 investigaciones, procediendo a la aplicación del meta-análisis.

En la Figura 2 se presentó de forma resumida la búsqueda de las investigaciones de mayor relevancia, así mismo indicando la cantidad de estudios excluidas y aquellos que finalmente fueron incluidas tras aplicar los criterios de calidad según la escala de calidad (Newcastle-Ottawa modificada). De todas las investigaciones que se encontraron solo 17 cumplieron dichos criterios de inclusión establecidos, de los cuales fueron examinadas y estudiadas en su totalidad.

**Tabla 4. Características de los estudios incluidos en la revisión.**

N°	Residuo agrícola	Condiciones operacionales	Resultados	Conclusiones	País	Autor(es)
1	Orujo de manzana	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	El alargamiento de las películas no lavadas se incrementó significativamente en presencia de azúcares confirmando el efecto plastificante de los azúcares. El mayor alargamiento (55%) se obtuvo para las películas preparadas de orujo de manzana no lavado y glicerol.	El uso de orujo de manzana para producir películas de base biológica y objetos 3D, allana el camino para producir materiales que no perjudican con el medio ambiente y que podrían ser una solución al problema de la contaminación plástica.	Suecia	Gustafsson, et al.
2	Almidón de yuca	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	La fuerza de tracción y elongación de las partículas de polietileno, variaron entre $13.26 \pm 1.84$ a $17.88 \pm 1,69$ MPa y $314 \pm 78\%$ a $431 \pm 23\%$ respectivamente.	La adición de nanocápsulas dio lugar a películas con mayor elongación, distribución homogénea en la matriz polimérica y con rápida biodegradabilidad.	Brasil	Queiroz, et al.
3	Alga ( <i>microcystis aeruginosa</i> )	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	Cuando el contenido de polvo de algas aumenta de 0 a 25% en peso, la resistencia a la tracción se reduce en un 37.04% de 13.50 MPa. Por el contrario, la resistencia a la flexión y el módulo muestran una tendencia creciente de 6,80 y 142 MPa y 179, MPa, respectivamente.	El compuesto no solo tiene buenas propiedades mecánicas, sino que también tiene buenas propiedades de degradación. Este método de bajo costo, se puede utilizar en materiales de resina.	China	Zhao, et al.
4	Pulpa de madera	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	La matriz de polímero succinato de butileno (PBS) puede proteger eficazmente los rellenos de celulosa de la degradación térmica, dando como resultado baja pérdida de masa y se produciendo la degradación en un rango de temperatura más amplio y superior.	El módulo de almacenamiento de materiales compuestos aumentaba significativamente en el rango de temperatura medido, lo que confirma una red de refuerzo de relleno eficaz. La prueba de tracción mejoró aproximadamente dos veces, mientras que la resistencia a la tracción disminuyó junto con los valores de alargamiento.	Latvia	Platnieks, et al.

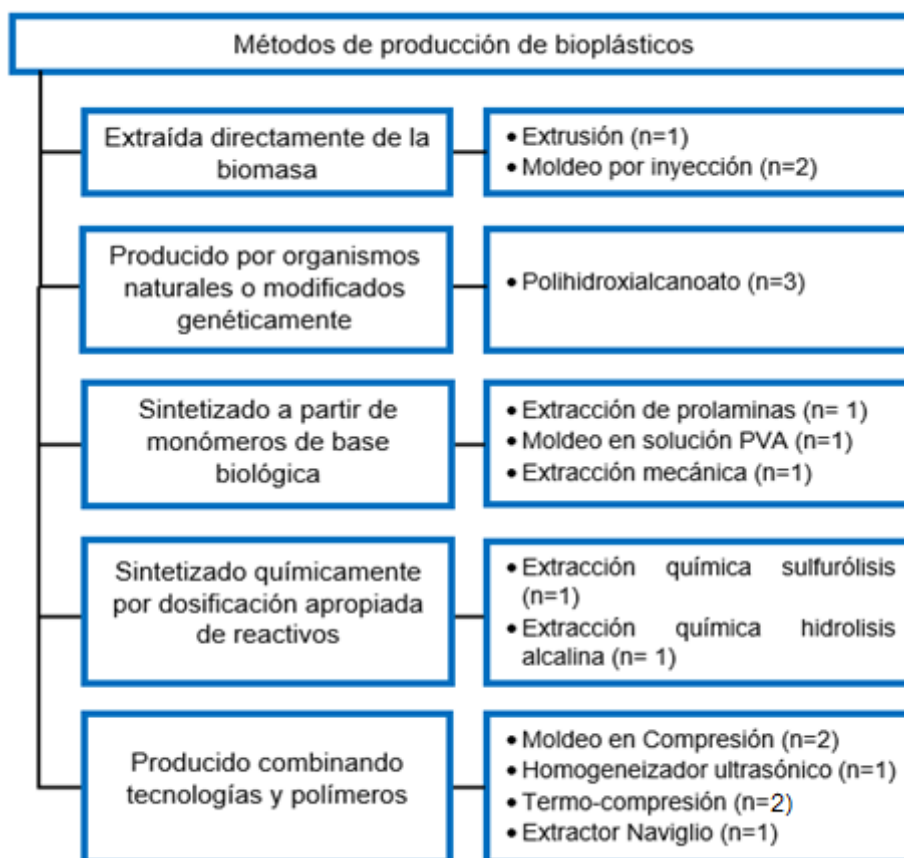
5	Fibras de rastrojo de maíz	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	Las fibras de rastrojo de maíz actuaron como relleno en lugar de refuerzo ya que los valores de resistencia a la tracción fueron similares a los de la matriz ( $18.05 \pm 0.15$ MPa).	Las fibras de rastrojo de maíz presentaron menor contenido de extractos, cenizas, lignina y hemicelulosa con un aumento de alrededor del 10% del contenido de celulosa que las fibras no tratadas.	España	Tarrés y Ardanuy
6	Almidón de semilla de mango	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	La influencia de la adición de arcilla orgánica provoca más enlaces de hidrógeno en el biocompuesto por lo que los enlaces químicos son más fuertes y más difíciles de romper, debido a que requieren una gran cantidad de energía para romper el enlace. Mientras que el porcentaje de elongación disminuyó, esto se debe a la disminución de la distancia de unión intermolecular.	Las semillas de mango almidón reforzadas con ZnO y arcilla aumentan la resistencia a la tracción del bioplástico de 1.567 MPa a 5.797 MPa, además con una disminución en el alargamiento a la rotura. La mejora en bioplásticos con refuerzo de ZnO y arcilla podría atribuirse al fuerte enlace de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de la interfaz.	Indonesia	Lubis, et al.
7	Harina de yuca	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	los bioplásticos elaborados con la variedad CM absorben mayor cantidad de agua frente a la variedad MP, afectando sus propiedades mecánicas; debido a que el agua absorbida actúa como plastificante, incrementando la movilidad intermolecular en la estructura del bioplástico favoreciendo su ductilidad resultando en la disminución de su resistencia mecánica de tensión y flexión	La gelatinización de la harina previa al proceso de termo-compresión, evidenció un incremento en el módulo elástico y en el esfuerzo de rotura de tensión y flexión en los bioplásticos obtenidos con harina de las variedades MPER 183 Y CM 4574-7.	Colombia	Navia, et al.
8	Harina de yuca	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	El efecto de la adición de fibra en las propiedades de impacto de las muestras, se realizaron ensayos con muestras sin adición de fibra, determinando que efectivamente la adición de fibra incrementó en 23,5% la RI de las muestras valoradas	Las muestras moldeadas por compresión elaboradas con harina de variedad de yuca MPER 183 presentaron valores más altos en propiedades de tensión, flexión y resistencia al impacto, frente a las elaboradas con harina de las variedades MBRA 383, CM 4574-7, CM 7951-5, siendo esta última la que presentó las propiedades más bajas.	Colombia	Villada, et al.

9	Albúmina de suero bovino (BSA)	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	<p>Cuando la concentración de ácido cítrico en la formulación de la mezcla de bioplástico era del 6 y el 8%, se encontró que la resistencia a la tracción de las películas era de 32,08 y 41,62 MPa, respectivamente. Aunque las películas tenían mayor resistencia a la tracción, eran frágiles y exhibían poca flexibilidad. Se encontró que los valores de alargamiento a la rotura para estas películas eran muy bajos, oscilando entre el 6 y el 8%.</p>	<p>La resistencia a la tracción de las películas bioplásticas de los desechos de recorte fue comparable a la de las películas plásticas de productos básicos como el polietileno de alta densidad HDPE (22 - 23 MPa), polietileno de baja densidad LDPE (19 - 44 MPa) y polipropileno PP (31 - 38 MPa).</p>	India	Muralidharan, et al.
10	Cereales (gluten, prolaminas) y leche (caseína)	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	<p>En cuanto al comportamiento mecánico, llama la atención que el menor valor de resistencia a la tracción (TS) lo proporcionan la leche y las proteínas miofibrilares, con valores registrados &lt;10 MPa, debido a la alta cantidad de enlaces S -S (disulfuro) que confieren rigidez a las películas, mientras que las otras fuentes de proteínas oscilan entre 28 y 55 MPa.</p>	<p>Las proteínas de los cereales presentan mejores barreras al oxígeno, mientras que las gelatinas y proteínas miofibrilares actúan como barreras UV, debido a la gran cantidad de aminoácidos aromáticos presentes en su estructura. En el caso de la permeabilidad al vapor de agua (WVP), la mejor fuente y el comportamiento variarán de acuerdo con la estructura del biopolímero.</p>	México	Murrieta-Martínez, et al.
11	Gluten de trigo	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	<p>La producción de una nueva película nanocompuesta y la optimización de la formulación de la película se llevó a cabo mediante la metodología de "response Surface methodology" (RSM). Los modelos RSM se desarrollaron para siete respuestas, incluidas las características mecánicas, de color y WVP de las películas resultantes.</p>	<p>Las imágenes (FE-SEM) "Microscopía electrónica de barrido por emisión de campo". mostraron que la adición del nivel óptimo de nano fibras de celulosa (CNF) en la matriz de películas compuestas puede mejorar la cohesión de las películas. Además, los resultados del análisis fuerza atómica AFM indicaron que la rugosidad de la superficie aumentó en comparación a la concentración de nanofibras de celulosa (CNF).</p>	Irán	Bagheri, et al.

12	Queratina extraída de plumas de pollo	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	Las interacciones entre la queratina y la matriz de la película de celulosa microcristalina (MCC) apoyaron el papel principal en la mejora del resultado del bioplástico de queratina. Por lo tanto, esta interacción se atribuye principalmente al fuerte enlace de hidrógeno entre la queratina y el CCM.	El bioplástico sintético de base natural se desarrolló con éxito y el análisis realizado mostró excelentes características de bioplástico (K-60), la mejora deseada se notó en presencia de celulosa y los espectros FTIR mostraron que los picos absorbentes aparecieron en las películas indicando que sostienen la estructura macromolecular de la queratina de la pluma de pollo extraída y que existen posibles enlaces de hidrógeno entre la proteína de queratina y la celulosa.	Malaysia	Alashwal, et al.
13	Harina de sangre (glóbulos rojos y hemoglobina secada por pulverización) y albúmina de suero bovino (BSA)	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	La proteína termoplástica producida a partir de la harina de sangre (BM) se vuelve quebradiza a medida que el material absorbe humedad es por ello que se utilizan pruebas de tracción, análisis mecánico dinámico DMA y calorimetría diferencial de barrido DSC para determinar el efecto de reemplazar el agua en la composición principal del biopolímero con Trietilen Glicol (TEG)	El efecto del plastificante sobre los termoplásticos a base de harina de sangre retuvo el material después del acondicionamiento. Usando diferentes cantidades de TEG para adaptar las propiedades según lo requiera. Sin embargo, los resultados también han sugerido que la inclusión de TEG interrumpe el enlace H proteína / proteína antes de la extrusión.	Nueva Zelanda	Gavin, et al.
14	Hidrocarburos saturados e insaturados (aceite de palmiste)	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	La cinética de acumulación de polihidroxicanoatos (PHA) mostraron que las cepas STN-10, STN-7 y STN-8 crecen mejor utilizando aceite de freír de desecho (WFO) como fuente de carbono y acumulan más polihidroxicanoatos (PHA). Esto puede deberse al cambio en la composición del aceite después de freír, ya que se ha informado que después de su uso.	Los biopolímeros producidos por aceites de palmiste son sintetizados por una variedad de microbios en condiciones de estrés. Para comprobar la idoneidad del aceite de freír se comparó con otros aceites para la producción económica de bioplásticos. Se aislaron e identificaron seis cepas bacterianas como Bacillus cereus, Klebsiella pneumoniae, Bacillus subtilis, Halotolerancia a Brevibacterium y Pseudomonas aeruginosa.	Pakistán	Tufail, et al.

15	Proteína de soja	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	Los resultados concluyen que las condiciones de procesamiento y los posttratamientos adecuados podrían favorecer algunas características de los bioplásticos (como la tensión máxima (5 veces) o la deformación en la rotura (3 veces)), aunque empeorando otros (como la capacidad de absorción de agua (50%)).	Los bioplásticos a base de proteína de soja procesados por moldeo por inyección han demostrado su potencial para reemplazar los plásticos convencionales. Sin embargo, las condiciones de procesamiento adecuadas son extremadamente importantes para alcanzar las propiedades requeridas para estos bioplásticos.	España	Jiménez-Rosado
16	Paja de arroz	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	Los resultados de las pruebas de tracción se informan en términos de relación tensión nominal vs deformación nominal tanto para muestras secas como húmedas. Se consideran otros parámetros mecánicos como el módulo de elasticidad y el alargamiento a la rotura para en análisis de las propiedades físico-mecánicas de biopolímero producido a partir de paja de arroz.	La aplicación de paja de arroz se clasificó como residuo agrícola, para la producción de bioplásticos. La Paja de arroz es un residuo vegetal rico en celulosa y esta es el componente estructural principal del nuevo biomaterial.	Italia	Bilo, et al.
17	Microalga ( <i>scenedesmus sp</i> y <i>desmodesmo sp</i> )	Tiempo (horas) temperatura (°C) pH	Los resultados aquí presentados demuestran el potencial de valorización de los consorcios de microalgas utilizadas en el tratamiento eficaz de aguas residuales mediante el desarrollo de materiales bioplásticos. las estructuras físico-mecánicas definidas y la composición principal de la masa utilizada para la elaboración del bioplástico determinará las rutas de degradación y los índices de calidad del material.	La pérdida de masa para ambas muestras siguió un proceso típico de tres etapas de deshidratación, polimerización y descomposición pirolítica esta última tiene lugar a medida que se calienta la biomasa, resultando en la formación de H <sub>2</sub> O, CO y CH <sub>4</sub> , aunque las estructuras específicas y los grupos funcionales presentes en la biomasa determinan las rutas de degradación y eventuales fragmentos formados .	México	López, et al.

En la Figura 4 se observa los métodos utilizados en las diecisiete investigaciones para la producción de los bioplásticos.



**Figura 3. Métodos utilizados en las investigaciones**

Los métodos mencionados en la Figura 4, emplearon los siguientes residuos utilizado en las investigaciones:

- Extrusión: fibras de rastrojo de maíz
- Moldeo por inyección: almidón de yuca, pulpa de madera y gluten de trigo
- Polihidroxialcanoato: alga (*microcystis aeruginosa*), consorcio microalga (*scenedesmus sp* y *desmodesmo sp*) y consorcio bacteriano (*Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumoniae* y *Bacillus subtilis*)
- Extracción de prolaminas: cereales (gluten y prolaminas)
- Moldeo en solución PVA (Acetato de polivinilo): residuos de carne encalados y de queratina
- Extracción mecánica: proteína de soya
- Extracción química sulfurólisis: queratina de plumas de pollo

- Extracción química hidrolisis: harina de sangre y albúmina de suero bovino (BSA)
- Moldeo en compresión: orujo de manzana
- Homogeneizador ultrasónico: alim don de semilla de mango
- Termo-compresión: Harinas de yuca
- Extractor Naviglio: paja de arroz

**Tabla 5. Características de los residuos agrícolas**

N°	Residuo agrícola	Características del residuo		Autor(es)
		Cantidad(g)	Humedad (%)	
1	Orujo de manzana	40	82.725 ± 0.07	Gustafsson, et al.
2	Almidón de yuca	100	11.50 ± 0.70	Queiroz, et al.
3	Alga ( <i>microcystis aeruginosa</i> )	75	85	Zhao, et al.
4	Pulpa de madera	50	50	Platnieks, et al.
5	Fibras de rastrojo de maíz	60	50	Tarrés y Ardanuy
6	Almidón de semilla de mango	100	12,65	Lubis, et al.
7	Harina de yuca	100	50 ± 1	Navia, et al.
8	Harina de yuca	100	50 ± 1	Villada, et al.
9	Desechos de la carne (verde y encalados) y desechos de queratina	22.24	78,910	Muralidharan, et al.
10	Cereales (gluten, prolaminas), leche (caseína, suero)	60	30 ± 1.2	Murrieta-Martínez, et al.
11	Gluten de trigo	56.2	55 ± 3	Bagheri, et al.
12	Queratina extraída de plumas de pollo y celulosa microcristalina	63.7	37.47	Alashwal, et al.
13	Harina de sangre (glóbulos rojos y hemoglobina secada por pulverización) y albúmina de suero bovino (BSA)	47.2	55 ± 3	Gavin, et al.
14	Hidrocarburos saturados e insaturados (aceite de palmiste)	60	0.1	Tufail, et al.
15	Proteína de soja	50	20.50 ± 0.25	Jimenez-Rosado
16	Paja de arroz	300	5.0	Bilo, et al.
17	Microalga ( <i>scenedesmus sp</i> y <i>desmodesmo sp</i> )	100	65 ± 3	López, et al.



**Tabla 6. Condiciones operacionales de los bioplásticos**

N°	Residuo agrícola	Condiciones operacionales			Autor(es)
		Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	pH	
1	Orujo de manzana	100	120	2 - 4	Gustafsson, et al.
2	Almidón de yuca	80	130	3 - 5	Queiroz, et al.
3	Alga ( <i>microcystis aeruginosa</i> )	125 - 145	45	3 - 4	Zhao, et al.
4	Pulpa de madera	150	40	5.7 - 6.3	Platnieks, et al.
5	Fibras de rastrojo de maíz	180	45	6 - 7	Tarrés y Ardanuy
6	Almidón de semilla de mango	60	50	5 - 7	Lubis, et al.
7	Harina de yuca	75	40	4 - 7	Navia, et al.
8	Harina de yuca	200	33	4 - 7	Villada, et al.
9	Desechos de la carne (verde y encalados) y desechos de queratina	121	120	3 - 9	Muralidharan, et al.
10	Cereales (gluten, prolaminas), leche (caseína, suero)	120	72	3-8	Murrieta-Martínez, et al.
11	Gluten de trigo	150	48	11 – 11.2	Bagheri, et al.
12	Queratina extraída de plumas de pollo y celulosa microcristalina	260	150	3 - 7	Alashwal, et al.
13	Harina de sangre (glóbulos rojos y hemoglobina secada por pulverización) y albúmina de suero bovino (BSA)	220 - 250	120	3 - 9	Gavin, et al.
14	Hidrocarburos saturados e insaturados (aceite de palmiste)	60	60 - 72	3 - 9	Tufail, et al.
15	Proteína de soja	70 - 130	48	6.9 – 7.4	Jimenez-Rosado
16	Paja de arroz	90 - 150	72	5 - 7	Bilo, et al.
17	Microalga ( <i>scenedesmus sp</i> y <i>desmodesmo sp</i> )	60 - 110	48	3 - 9	López, et al.

**Tabla 7. Características fisicoquímicas de los bioplásticos**

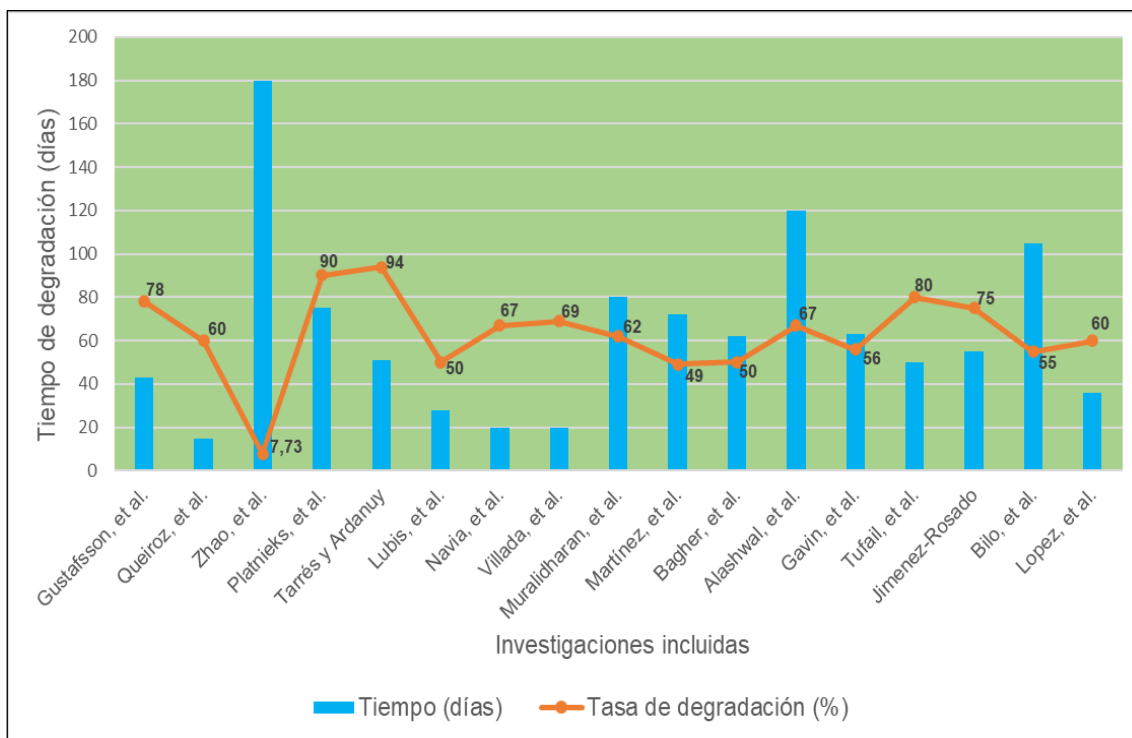
N°	Residuo agrícola	Características físico-mecánicas				Autor(es)
		Fuerza de tracción (MPa)		Elongación (%)		
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2	
1	Orujo de manzana	19.49 ± 0.7	3.27 ± 0.31	17.39 ± 10.38	55.41 ± 5.38	Gustafsson, et al.
2	Almidón de yuca	18.42 ± 0.06	16.09 ± 0.10	34.59 ± 2.69	49.94 ± 0.05	Queiroz, et al.
3	Alga ( <i>microcystis aeruginosa</i> )	9.95	11.48	37.81	36.78	Zhao, et al.
4	Pulpa de madera	30.9	27.8	40	41	Platnieks, et al.
5	Fibras de rastrojo de maíz	44.17 ± 0.50	47.17 ± 0.81	3.24 ± 0.21	5.17 ± 1.28	Tarrés y Ardanuy
6	Almidón de semilla de mango	1.567	5.797	47.553	49.139	Lubis, et al.
7	Harina de yuca	32.4	34.7	21.2 ± 0.1	24.5 ± 1.7	Navia, et al., 2015
8	Harina de yuca	11.8 ± 0.2	14.8 ± 1.7	35.5 ± 4.3	33.5 ± 0.2	Villada, et al.
9	Desechos de la carne (verde y encalados) y desechos de queratina	32.08 ± 2.68	33.00 ± 2.68	6.14 ± 1.12	7.02 ± 1.10	Muralidharan, et al.
10	Cereales (gluten, prolaminas), leche (caseína, suero)	35 ± 1.68	34.5 ± 1.68	28.14 ± 2.12	27.50 ± 1.12	Murrieta-Martínez, et al.
11	Gluten de trigo	13.28 ± 0.36	14.28 ± 0.36	93.00 ± 0.8	92.00 ± 0.8	Bagheri, et al.
12	Queratina extraída de plumas de pollo y celulosa microcristalina	30 ± 1.68	31 ± 1.68	5.14 ± 2.12	7.14 ± 2.12	Alashwal, et al.
13	Harina de sangre (glóbulos rojos y hemoglobina secada por pulverización) y albúmina de suero bovino (BSA)	23.28 ± 0.36	24.28 ± 0.36	92 ± 3.3	92 ± 3.3	Gavin, et al.
14	Hidrocarburos saturados e insaturados (aceite de palmiste)	19 ± 2.36	18 ± 2.36	62 ± 1.3	62 ± 1.3	Tufail, et al.
15	Proteína de soja	31.28 ± 0.36	30.58 ± 0.36	38.14 ± 2.12	39.14 ± 1.12	Jimenez-Rosado
16	Paja de arroz	45 ± 1.36	45.5 ± 1.36	23 ± 4.2	25 ± 3.2	Bilo, et al.
17	Microalga ( <i>scenedesmus sp</i> y <i>desmodesmo sp</i> )	11 ± 5.05	11.5 ± 3,05	21±1.8	20 ±1.8	López, et al.

**Tabla 8. Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos**

N°	Residuo agrícola	Degradación		Observación	Autor(es)
		Tasa (%)	Días		
1	Orujo de manzana	78	43	La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo	Gustafsson, et al.
2	Almidón de yuca	60	15	La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo	Queiroz, et al.
3	Alga ( <i>microcystis aeruginosa</i> )	7.73	180	La degradación se realizó en una maceta con tierra, después de los 180 días se encontró microorganismos en el suelo de esta	Zhao, et al.
4	Pulpa de madera	90	75	El estudio de degradación en suelo, se hizo mediante el ensayo de enterramiento realizado en condiciones de compostaje.	Platnieks, et al.
5	Fibras de rastrojo de maíz	94	51	La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo y fue positiva y, debido a la presencia de extractos de cera beneficiar el mismo suelo.	Tarrés y Ardanuy
6	Almidón de semilla de mango	50	28	La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo	Lubis, et al.
7	Harina de yuca	67	20	La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo	Navia, et al.
8	Harina de yuca	69	20	La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo	Villada, et al.
9	Desechos de la carne (verde y encalados) y desechos de queratina	62	80	La degradación de las películas bioplásticos se realizó mediante la prueba de enterramiento en el suelo	Muralidharan, et al.
10	Cereales (gluten, prolaminas), leche (caseína, suero)	49	72	hay que tener en cuenta que solo las películas proteicas proporcionan una fuente de nitrógeno durante su degradación, actuando como fertilizante,	Murrieta-Martínez, et al.
11	Gluten de trigo	50	62	La gran mayoría de las películas a base de biopolímeros pierden sus propiedades mecánicas y de barrera con la hidratación y las principales propiedades funcionales de estos polímeros hidrófilos dependen en gran medida de su contenido de agua y, por lo tanto, de la humedad ambiental	Bagheri, et al.
12	Queratina extraída de plumas de pollo y celulosa microcristalina	67	120	la descomposición de la proteína queratina ocurre a temperaturas superiores a 260 C. En todos los rangos de temperatura, se observó menos pérdida de masa en el KC-60 en comparación con el K-60	Alashwal, et al.

13	Harina de sangre (glóbulos rojos y hemoglobina secada por pulverización) y albúmina de suero bovino (BSA)	56	63	se pierde las propiedades mecánicas y de barrera con la hidratación y las principales propiedades funcionales de estos polímeros hidrófilos dependen en gran medida de su contenido de agua y, por lo tanto, de la humedad ambiental	Gavin, et al.
14	Hidrocarburos saturados e insaturados (aceite de palmiste)	80	50	la degradación térmica y química respectivamente. Son los factores principales que intervienen en la degradación de este biopolímero, entre otros tenemos a la su estructura, distribución y peso molecular, la cristalinidad, la conformación, y los tratamientos térmicos que se le hayan aplicado	Tufail, et al.
15	Proteína de soja	75	55	la degradación térmica y por humedad, Son los factores principales que intervienen en la degradación de este biopolímero, entre otros tenemos a la su estructura, distribución y peso molecular, la conformación, y los tratamientos térmicos que se le hayan aplicado	Jimenez-Rosado
16	Paja de arroz	55	105	El biomaterial permaneció prácticamente sin cambios durante el primer mes en el suelo. Después de eso, aparecieron incrustaciones de color marrón en la superficie. Es importante señalar que las variaciones de masa de peralte se encontraron después de 70 mis 80 días. Nuestros resultados revelaron un proceso de pérdida de masa acelerado después de 90 días.	Bilo, et al.
17	Microalga ( <i>scenedesmus sp</i> y <i>desmodesmo sp</i> )	60	36	La biodegradabilidad del plástico depende del peso molecular, cristalinidad y forma física, siendo generalmente más propensos a la biodegradación por acción de microorganismos aquellos polímeros con cadena más corta, mayor fracción amorfa y estructura menos compleja	Lopez, et al.

En la Figura 3 se contempla las biodegradabilidades de los bioplásticos resultantes de los estudios incluidos, en función a la tasa (%) y tiempo de degradación (días). A partir de ello, se observa que residuos agrícolas tuvo una menor o mayor tasa de degradación y en qué tiempo ocurrió.



**Figura 4. Biodegradabilidad de los bioplásticos**

En la Tabla 8 y Figura 3, referente a la biodegradabilidad de las 17 investigaciones incluidas, se tuvo como resultado que Zhao, et al. mostraron una tasa de degradación de 7,73% en 180 días utilizando alga (*microcystis aeruginosa*). Por otro lado, Queiroz, et al. presentaron una tasa de degradación de 60% en 15 días utilizando almidón de yuca.

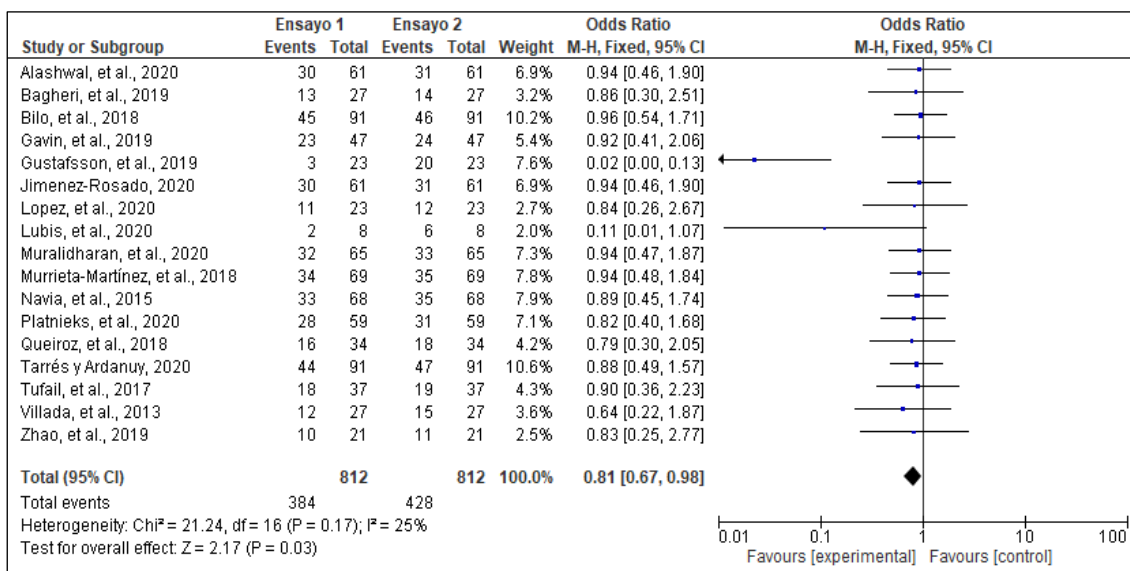
Tabla 9. Calidad metodológica de los estudios incluidos

N°	Autor(es)	Newcastle-Ottawa modificada				Datos específicos	
		Selección		Resultado		Biodegradabilidad	Seguimiento
		Representatividad	Exposición	Fuerza de tracción	Porcentaje de elongación		
1	Gustafsson, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	Queiroz, et al.	SI	NO	SI	SI	SI	SI
3	Zhao, et al.	SI	NO	SI	SI	SI	SI
4	Platnieks, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	Tarrés y Ardanuy	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6	Lubis, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	Navia, et al.	SI	NO	SI	SI	SI	SI
8	Villada, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9	Muralidharan, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	Murrieta-Martínez, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	Bagheri, et al.	SI	NO	SI	SI	SI	SI
12	Alashwal, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	Gavin, et al.	SI	NO	SI	SI	SI	SI
14	Tufail, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	Jimenez-Rosado	SI	NO	SI	SI	SI	SI
16	Bilo, et al.	SI	NO	SI	SI	SI	SI
17	Lopez, et al.	SI	SI	SI	SI	SI	SI

**Representatividad:** la muestra presenta verdaderamente residuos agrícolas. **Exposición:** si las características físico-mecánicas fueron descritas. **Fuerza de tracción:** si el bioplástico soporta más con respecto a la fuerza sometida inicialmente. **Porcentaje de elongación:** si el bioplástico presenta deformidad con respecto a la muestra inicial. **Biodegradabilidad:** indica si el estudio describe el grado de degradabilidad de los bioplásticos. **Seguimiento:** si realiza una evaluación continua de la biodegradabilidad.

## Meta-análisis

En la Figura 3, se observa las diecisiete investigaciones incluidas para el meta-análisis, en cada una de ellas se realizó un análisis de las propiedades físico-mecánicas (fuerza de tracción) de los bioplásticos obtenidos. En el primer y segundo ensayo se evidencia valores ligeramente aproximados (MPa).



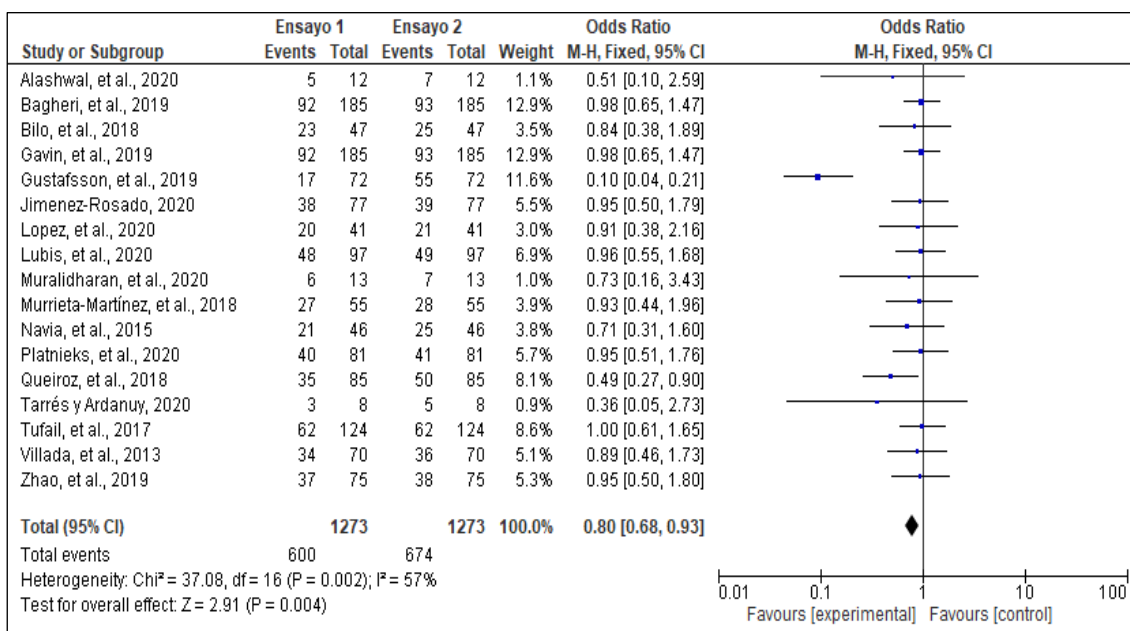
**Figura 5. Meta-análisis de las fuerzas de tracción de los bioplásticos**

La razón de monio (Odds Ratio) permite evaluar el efecto del ensayo con respecto a la protección o riesgo en una población, de acuerdo a los siguientes intervalos:

- Odds < 1: El ensayo presenta menor fuerza de tracción
- Odds > 1: El ensayo presenta mayor fuerza de tracción
- Odds = 1: El ensayo no presenta ninguna variación

La razón monio (Odds Ratio) fue de 0.81, esto indica que los bioplásticos realizados en el primer ensayo presentaron menores fuerzas de tracción en un 19%. Las investigaciones incluidas evidenciaron una heterogeneidad estadística de  $P = 0.17$  e  $I^2 = 25\%$ , esto indica que los resultados de los ensayos 1 y 2 presentan una variabilidad baja. Con respecto a los valores de peso (Weigth), de acuerdo con Bilo, et al., 2018 y Tarrés y Ardanuy, et al. 2020 presentaron un peso de 10.2% y 10.6% respectivamente, indicando que dichos estudios presentan más cantidad con respecto a la fuerza de tracción de los bioplásticos elaborados.

En la Figura 4, se contempla las diecisiete investigaciones incluidas en el presente trabajo, en cada una de ellas se realizó un análisis de las propiedades físico-mecánicas (porcentaje de elongación) de los bioplásticos obtenidos. En el primer y segundo ensayo se evidencia valores ligeramente aproximados (%).



**Figura 6. Meta-análisis de los porcentajes de elongación de los bioplásticos**

Para este caso la razón de monio (Odds Ratio) tiene los siguientes intervalos:

- Odds < 1: El ensayo presenta menor porcentaje de elongación
- Odds > 1: El ensayo presenta mayor porcentaje de elongación
- Odds = 1: El ensayo no presenta ninguna variación

La razón de monio (Odds Ratio) fue de 0.80, esto indica que los bioplásticos realizados en el primer ensayo presentaron menores porcentajes de elongación en un 20%. Las investigaciones incluidas evidenciaron una heterogeneidad estadística de P = 0.002 e I<sup>2</sup> = 57%, esto indica que los resultados de los ensayos 1 y 2 presentan una variabilidad moderada. Con respecto a los valores de peso (Weigth), de acuerdo con Gustafsson, et al., 2019, Bagheri, et al., 2019 y Gavin, et al., 2019 presentaron un peso de 11,6%, 12,9% y 12,9% respectivamente, indicando que dichos estudios presentan más cantidad con respecto al porcentaje de elongación de los bioplásticos elaborados.



## V. DISCUSIÓN

A partir de la revisión sistemática y meta-análisis en las 17 investigaciones incluidas, la calidad de los bioplásticos fue evaluada en función a las características físico-mecánicas (fuerza de tracción y porcentaje de elongación) y la biodegradabilidad de los biopolímeros desarrollados. De acuerdo con las investigaciones de Tarrés y Ardanuy (2020), el bioplástico elaborado a base de fibras de rastrojo de maíz presentó los valores máximos en fuerza de tracción de  $44.17 \pm 0.50$  y  $47.17 \pm 0.81$  MPa, similarmente Bilo, et al. (2018) evidenció resultados de  $45.5 \pm 1.36$  MPa con el biopolímero a base de paja de arroz. En las investigaciones de Bagheri, et al. (2019), el bioplástico elaborado a base de gluten de trigo presentó mayor porcentaje de elongación de  $93.00 \pm 0.8\%$ . Con respecto a la biodegradabilidad, Platnieks, et al. (2020) elaboró un bioplástico a base de pulpa de madera donde evidenció una rápida degradación con una tasa del 90% en 75 días, por otro lado, en las investigaciones de Zhao, et al. (2019), presentó una lenta degradación teniendo una tasa del 7.73% en 180 días con el biopolímero a base de alga (*microcystis aeruginosa*).

El bioplástico desarrollado a base de orujo de manzana (Gustafsson et al., 2019) tuvo una fuerza de tracción y porcentaje de elongación de  $19.20 \pm 0.70$  MPa y  $17.39 \pm 10.38\%$ , respectivamente. El uso del glicerol como plastificante secundario facilitó el movimiento de las partículas del bioplástico haciéndolas muy compactas con una alta resistencia a la tracción y bajo alargamiento. Por otro lado, el uso de los azúcares que se encuentran en el orujo de manzana obtuvo como fuerza de tracción y porcentaje de elongación de  $3,27 \pm 0,31$  MPa y  $55,41 \pm 5.38\%$  respectivamente, resultando en el incremento del alargamiento del bioplástico. Los azúcares como plastificante primario incrementaron el alargamiento del bioplástico, esto se debe a las partículas finas de almidón y proteínas contenidas en el residuo. De acuerdo a esta investigación, la elección del plastificante afecta a las características de los bioplásticos, en el caso del uso del glicerol resultó con mayor fuerza de tracción y en el uso de los azúcares naturales al alargamiento del bioplástico.

Queiroz et al. (2018) elaboraron películas biodegradables utilizando el almidón de yuca, la cual al adicionar el caroteno observaron la disminución de las propiedades físico-mecánicas dando como fuerza de tracción y alargamiento de  $18.42 \pm 0.06$  MPa y  $34.59 \pm 2.69\%$ , respectivamente. Dicha disminución se debe a que el caroteno actúa como antioxidante natural en la elaboración del bioplástico. Al utilizar nanocápsulas de carotenos provocó el aumento de las propiedades físico-mecánicas dando como fuerza de tracción y alargamiento de  $16.09 \pm 0.10$  MPa y  $49.94 \pm 0.05\%$  respectivamente. El aumento se debe a que las nanocápsulas presentaron menor estabilidad antioxidante dando así una mejor interacción entre la estructura, además de presentar una rápida biodegradabilidad y estabilidad térmica de las películas. La biodegradabilidad mediante el entierro en el suelo se realizó durante los 15 días, entre ambos ensayos no se observaron grandes diferencias por lo que dio una degradación promedio de 60%.

Zhao et al. (2019) utilizó algas para optimizar el rendimiento de materiales plásticos, en la cual dieron como resultado la optimización de las propiedades mecánicas de dichos bioplásticos como es en el caso de la fuerza de tracción y el porcentaje de elongación que fue de 9.95 a 37.81 MPa y 11.48 a 36.78% respectivamente. Además, se realizó la biodegradabilidad en una maceta con tierra, dando como tasa de pérdida de peso de 7.73% en 6 meses. Esto es debido al consumo de carbono y nitrógeno de la tierra, dando la migración de los microorganismos espontáneamente. Por otro lado, Platnieks, et al. (2020) emplearon la pulpa de madera para estudios termodinámicos y biodegradación, resultando como fuerza de tracción de 30.9 MPa y porcentaje de elongación 41%. La baja resistencia a la tracción se puede atribuir directamente a interacciones débiles entre el relleno de la celulosa y la matriz, dando como resultado concentraciones de tensión que conducen a puntos frágiles en la estructura del material compuesto que reducen la resistencia a la tracción y los valores de alargamiento. El estudio de degradación en suelo, se hizo mediante el ensayo de enterramiento realizado en condiciones de compostaje durante 75 días resultando una tasa de pérdida de peso de 90%.

Tarrés y Ardanuy (2020) utilizaron fibras de rastrojo de maíz para la producción de bioplásticos, en la cual se mostraron mayores resistencias a la tracción donde se aprovechó en su totalidad del residuo, obteniendo un bioplástico con una mejor capacidad de fortalecimiento. Se obtuvo una fuerza de tracción de  $47.17 \pm 0.81$  MPa y un porcentaje de elongación  $5.17 \pm 1.28\%$ . La degradación se realizó mediante el entierro en el suelo durante 51 días y fue positiva, debido a la presencia de extractos de cera beneficiar el mismo suelo y cuya tasa de degradación es de 94%.

El desarrollo de bioplásticos a base de almidón de semilla de mango (Lubis et al., 2020), al utilizar óxido de zinc (ZnO) y arcilla el biopolímero manifestó una fuerza de tracción y porcentaje de elongación de 1.567 a 5.797 MPa y 47.553 a 49.139% respectivamente. La mejora de los bioplásticos se debe al fuerte enlace de hidrogeno con respecto a los grupos hidroxilo entre el óxido de zinc (ZnO) y los rellenos de arcilla. Dicha formación también influencia en el aumento de la densidad, disminución en la absorción de agua y deflexiones en los bioplásticos. La biodegradabilidad se realizó plantando mediante el entierro en el suelo y colgado en el aire la muestra, observándose una rápida reducción del peso residual por plantación. Esto se debe a que en el suelo existe actividades microbianas que rompen las cadenas de polímero, así provocando una rápida degradación. Así mismo, en el estudio de efecto de gelatinización y evaluación de las propiedades mecánica del bioplásticos se utilizó como residuo la harina de yuca para la elaboración de los materiales (Navia et al., 2015; Villada et al., 2013). La variedad de yuca apropiada para el uso de la harina fue el MPER 183, al evaluar las propiedades mecánicas resultó una alta resistencia al esfuerzo de tensión y flexión siendo  $14.8 \pm 1.7$  MPa y  $33.5 \pm 0.2\%$  respectivamente. Mientras en el efecto de la gelatinización favoreció el comportamiento mecánico de los bioplásticos, presentando una gran resistencia al esfuerzo de rotura en tensión y flexión siendo 34.7 MPa y  $24.5 \pm 1.7\%$  respectivamente.

Bagheri, et al. (2019) realizaron una producción de bioplásticos a partir de gluten de trigo, donde las características físico-mecánicas de la matriz de películas compuestas de gluten pueden mejorar con un aumento de la concentración de nanofibras de celulosa (CNF). Los resultados de las pruebas físico-mecánicas para la fuerza de tracción fueron de  $14.28 \pm 0.36$  y la prueba de

elongación fue de  $93.00 \pm 0.8$ . Estos resultados evidencian las limitaciones presentadas en la característica de fuerza de tracción del biopolímero proteico debido a la concentración de carboximetilcelulosa (0,5–1% en peso). En términos de biodegradabilidad el biopolímero resultante presenta un 50% de degradación en 62 días, es decir la gran mayoría de las películas a base de biopolímeros pierden sus propiedades mecánicas y de barrera con la hidratación y las principales propiedades funcionales de estos polímeros hidrófilos dependen en gran medida de su contenido de agua y, por lo tanto, de la humedad ambiental.

Murrieta-Martínez et al. (2018) comprobaron que la producción de bioplásticos a partir de proteínas de cereales presenta mejores barreras al oxígeno que las gelatinas o proteínas miofibrilares, ya que estas últimas actúan como barreras UV, debido a la gran cantidad de aminoácidos aromáticos presentes en la estructura del biopolímero. En cuanto a su comportamiento mecánico, llama la atención que la menor fuerza de tracción lo proporcionan la leche y las proteínas miofibrilares, con valores  $< 10$  MPa, debido a la alta cantidad de Enlaces disulfuro S-S que confieren rigidez a las películas, mientras que otras fuentes de proteínas como caseína oscilan entre 28 y 55 MPa.

Muralidharan et al. (2020) mencionan que la producción de bioplásticos de carácter proteico presenta propiedades físico-mecánica superiores a los biopolímeros obtenidos a partir de polisacáridos o glúcidos debido la estructura en la resina resultante, es decir, los polihidroxicanoatos (PHA) son ésteres poliméricos eficientes en la producción de bioplástico con valores resultantes de  $19 \pm 2.36$  y  $62 \pm 1.3$  % en tracción y elongación respectivamente, sin embargo un polímero proteico con enlaces disulfuro S-S presentan mejor rigidez en las películas, teniendo valores resultantes de  $28 \pm 5.26$  MPa y  $97 \pm 5$  %, en unidades de fuerza tracción y elongación respectivamente.

Bilo et al. (2018) demostraron que el residuo de paja de arroz presenta propiedades óptimas para la elaboración de bioplásticos, este material es un residuo vegetal rico en celulosa y presenta propiedades físico-mecánicas, con resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura iguales a 45 MPa y 23% respectivamente. Resulta que las propiedades mecánicas del bioplástico

producido, en su estado seco, son comparables a las del poliestireno, mientras que el bioplástico fundido en estado húmedo es similar al poli (cloruro de vinilo) plastificado. Por otra parte, el porcentaje de biodegradabilidad presentó valores del 55% de degradación en 105 días, el biomaterial permaneció prácticamente sin cambios durante el primer mes en el suelo. Es importante señalar que las variaciones de masa de peralte se encontraron después de 70 días y por último los resultados revelaron un proceso de pérdida de masa acelerado después de los 90 días. Según Gavin, et al. (2019), el uso de albumina de suero bovino (BSA) en la producción de bioplásticos presenta condiciones operacionales específicas, es decir la estructura secundaria de una proteína depende en gran medida del estado de hidratación, y en su estado nativo, las fracciones estructurales de la harina de sangre (hemoglobina y plasma) son inicialmente  $\alpha$ -helicoidal. En cuanto al comportamiento físico-mecánico, este biopolímero mantiene propiedades mecánicas, con resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura iguales a  $24.28 \pm 0.36$  MPa y 92% E.

Tufail et al. (2017) mencionan que la producción de biopolímeros a partir de hidrocarburos insaturados como el aceite de palmiste presenta una conducta físico-mecánica analógica, es decir, los polihidroxialcanoatos (PHA) son ésteres poliméricos eficientes en la producción de bioplástico con valores resultantes de  $19 \pm 2.36$  y  $62 \pm 1.3$  en tracción y elongación, respectivamente. En términos de biodegradabilidad, los biopolímeros exhiben una tasa de degradación del 56% en 63 días, donde se logra evidenciar una pérdida de las propiedades mecánicas y estructurales. Por otro lado, Alashwal et al. (2020) observaron que la queratina extraída de plumas de pollo y la celulosa microcristalina presentan estructuras de entrada favorables para la producción de bioplásticos con propiedades físico-mecánicas elevadas ya que, la descomposición de la proteína queratina ocurre a temperaturas superiores a  $260$  °C y es aquí donde las interacciones entre la queratina y la matriz de la película microcristalina apoyan la formación de un fuerte enlace de hidrógeno, teniendo como resultado valores de  $31 \pm 1.68$  y  $7.14 \pm 2.12$  en tracción y elongación respectivamente, a su vez la tasa máxima de degradación presentada fue de 67% en 120 días.

Jiménez-Rosado et al. (2020) registraron resultados concluyentes y satisfactorios en la elaboración del bioplásticos obtenidos a partir de la proteína de soja. Los biopolímeros procesados por la metodología de moldeo de inyección han demostrado su potencial para reemplazar los plásticos convencionales. En cuanto al comportamiento biomecánico de la resina resultante de esta investigación se registró valores de  $31.28 \pm 0.36$  y  $39.14 \pm 1.12$  en fuerza de tracción y elongación respectivamente, no obstante, la tasa máxima de degradación fue del 75% en 55 días, es decir, la degradación térmica, la humedad, la distribución y peso molecular son los factores principales que intervienen en este proceso. Así mismo, López et al. (2020) demostraron que la biomasa de microalgas puede identificarse como una fuente viable para la producción de bioplásticos, teniendo como principal componente las especies "*scenedesmus sp* y *desmodesmo sp*", estos bioplásticos mostraron una menor capacidad de absorber agua cuando fueron sumergidos en un medio acuoso, debido a la menor deformabilidad mostrada en los ensayos de tracción. Las propiedades mecánicas de todas las muestras, independientemente de la naturaleza de la biomasa, mejoraron cuando el uso de consorcios de microalgas utilizadas fue mayor. Sin embargo, el comportamiento físico-mecánico reportó valores de  $11 \pm 5,05$  y  $21 \pm 18$  en fuerza de tracción y elongación respectivamente. En términos de biodegradabilidad la tasa máxima de degradación fue del 60% en 36 días.

## VI. CONCLUSIONES

Las diecisiete investigaciones utilizadas mediante la revisión sistemática y meta-análisis indicó que las propiedades físico-mecánicas y la biodegradabilidad de los bioplásticos son las más apropiadas o aptas para la evaluación de la calidad de este material. Por otro lado, los bioplásticos elaborados a base de fibras de rastrojo de maíz, paja de arroz, gluten de trigo y pulpa de madera evidenciaron una mejor calidad en su estructura. Entre los resultados más relevantes se tiene:

1. Se identificó la relación de las condiciones operacionales que más influyen en el proceso de elaboración de los bioplásticos, siendo la temperatura, tiempo y pH los parámetros fundamentales dentro del proceso de experimentación. Además, las 17 investigaciones trabajan en un promedio de 131.29 °C, 73.35 minutos y a pH de 4.3.
2. Las diecisiete investigaciones analizaron las características físico-mecánicas en función a la fuerza de tracción y porcentaje de elongación de cada biopolímero. El valor máximo en fuerza de tracción lo presentó el residuo de fibras de rastrojo de maíz con  $47.17 \pm 0.81$  MPa y paja de arroz con  $45.5 \pm 1.36$  MPa, y el mayor porcentaje de elongación fue para el residuo de gluten de trigo con  $93.00 \pm 0.8\%$ .
3. Se examinó el grado de biodegradabilidad de cada bioplástico, resultando que el biopolímero a base de pulpa de madera presenta rápida degradación con una tasa del 90% en 75 días, mientras que el bioplástico de alga (*microcystis aeruginosa*) es de lenta degradación con una tasa del 7.73% en 180 días.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar revisiones sistemáticas y meta-análisis referente a los bioplásticos producidos por microorganismos, biotecnologías, petróleo, entre otros, para la evaluación de la calidad de los biopolímeros desarrollados.
- Investigar artículos que contengan más de 2 ensayos experimentales para que el estudio de las características físico-mecánicas de los bioplásticos sean más confiables.
- Analizar investigaciones que presenten ensayos referentes al comportamiento de la biodegradabilidad en los espacios que comprende el aire y agua.
- Considerar la escala de Newcastle Ottawa que mejor se adapte a la investigación en curso.



## REFERENCIAS

AGUILAR, N.M., ARTEAGA-CARDONA, F., DE ANDA REYES, M.E., GERVACIO-ARCINIEGA, J.J. y SALAZAR-KURI, U. Magnetic bioplastics based on isolated cellulose from cotton and sugarcane bagasse. *Materials Chemistry and Physics* [en línea], 2019. pp. 121-129. ISSN 02540584. DOI 10.1016/j.matchemphys.2019.121921. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.121921>.

AKRAM, N., ZIA, K.M., SAEED, M., USMAN, M., IQBAL, S.Z., SHAFI, A. y KHAN, W.G. Influence of cornstarch on thermomechanical behavior of poly(vinyl) chloride bioplastics. *Journal of Applied Polymer Science*, 2020. pp. 1-9. ISSN 10974628. DOI 10.1002/app.48493.

ALASHWAL, B.Y., SAAD BALA, M., GUPTA, A., SHARMA, S. y MISHRA, P. Improved properties of keratin-based bioplastic film blended with microcrystalline cellulose: A comparative analysis. *Journal of King Saud University - Science* [en línea], 2020. pp. 853-857. ISSN 10183647. DOI 10.1016/j.jksus.2019.03.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.03.006>.

AMIN, M.R., CHOWDHURY, M.A. y KOWSER, M.A., 2019. Characterization and performance analysis of composite bioplastics synthesized using titanium dioxide nanoparticles with corn starch. *Heliyon*, 2019. ISSN 24058440. DOI 10.1016/j.heliyon.2019.e02009.

ANGELA, M. de la C. " EVALUACION DE LA EXTRACCIÓN DE ALMIDON DEL BANANO VERDE ( Musa Sapientum Variedad Gran Enano ) PRODUCTO DE DESECHO DE LAS INDUSTRIAS BANANERAS Y EVALUACIÓN DE SU FUNCION COMO, 2010

ARAÚJO, C.S., RODRIGUES, A.M.C., PEIXOTO JOELE, M.R.S., ARAÚJO, E.A.F. y LOURENÇO, L.F.H., 2018. Optimizing process parameters to obtain a bioplastic using proteins from fish byproducts through the response surface methodology. *Food Packaging and Shelf Life* [en línea], 2018. pp. 23-30. ISSN 22142894. DOI 10.1016/j.fpsl.2018.01.009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.01.009>.

ARIAS, F.G. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. *Editorial Episteme* [en línea], 2016. pp. 146. [Consulta: 15 julio 2020]. Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACIÓN-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>.

ARRIETA, M.P. Films de PLA y PLA-PHB plastificados para su aplicación en envases de alimentos. Caracterización y análisis de los procesos de degradación. *Universidad Politécnica de Valencia* [en línea], 2013. pp. 202. DOI 10.1174/021435502753511268. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/39338>.

ASCUE AVALOS, G.A., TOOGOOD, H.S., TAIT, S., MESSIHA, H.L. y SCRUTTON, N.S. From Bugs to Bioplastics: Total (+)-Dihydrocarvide Biosynthesis by Engineered *Escherichia coli*. *ChemBioChem*, 2019. pp. 785-792. ISSN 14397633. DOI 10.1002/cbic.201800606.

BAGHERI, V., GHANBARZADEH, B., AYASEH, A., OSTADRAHIMI, A., EHSANI, A., ALIZADEH-SANI, M. y ADUN, P.A.. The optimization of physico-mechanical properties of bionanocomposite films based on gluten/ carboxymethyl cellulose/ cellulose nanofiber using response surface methodology. *Polymer Testing* [en línea], 2019. pp. 105-109. ISSN 01429418. DOI 10.1016/j.polymertesting.2019.105989. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.105989>.

BARBI, S., MESSORI, M., MANFREDINI, T., PINI, M. y MONTORSI, M. Rational design and characterization of bioplastics from *Hermetia illucens* prepupae proteins. *Biopolymers*, 2018. ISSN 10970282. DOI 10.1002/bip.23250.

BILO, F., PANDINI, S., SARTORE, L., DEPERO, L.E., GARGIULO, G., BONASSI, A., FEDERICI, S. y BONTEMPI, E. A sustainable bioplastic obtained from rice straw. *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2018. pp. 357-368. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.07.252. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.252>.

CHINCHAYHUARA CAPA, R.K. y QUISPE LLAURE, R.D.P. Elaboración de bioplásticos con residuos orgánicos a base de cáscara de plátano y mango para reducir la contaminación por el uso de plásticos sintéticos en Trujillo. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2013. pp. 1-34. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.

DARNI, Y., DEWI, F.Y. y LISMERI, L. Modification of Sorghum Starch-Cellulose Bioplastic with Sorghum Stalks Filler. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 2017. pp. 22. ISSN 1412-5064. DOI 10.23955/rkl.v12i1.5410.

EMADIAN, S.M., ONAY, T.T. y DEMIREL, B. Biodegradation of bioplastics in natural environments. *Waste Management* [en línea], 2017. pp. 526-536. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2016.10.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.006>.

FERNÁNDEZ-ESPADA, L., BENGOCHEA, C., CORDOBÉS, F. y GUERRERO, A. Thermomechanical properties and water uptake capacity of soy protein-based bioplastics processed by injection molding. *Journal of Applied Polymer Science*, 2016. pp. 1-10. ISSN 10974628. DOI 10.1002/app.43524.

FERNANDEZ, J.G. y INGBER, D.E. Manufacturing of large-scale functional objects using biodegradable chitosan bioplastic. *Macromolecular Materials and Engineering*, 2014. pp. 932-938. ISSN 14392054. DOI 10.1002/mame.201300426.

GAMA FUERTES, M. de los Á. Biología 1. Un Enfoque Constructivista. *Mexico: Pearson*, 2007 [en línea]. [Consulta: 15 julio 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=emvVdD5c5RkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.

GAVIN, C., VERBEEK, C.J.R., LAY, M.C., BIER, J.M. y HICKS, T.M. Thermal analysis and secondary structure of protein fractions in a highly aggregated protein material. *Polymer Testing* [en línea], 2019. pp. 105-109. ISSN 01429418. DOI 10.1016/j.polymertesting.2019.04.023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.04.023>.

GIL GARZÓN, M., VÉLEZ ACOSTA, L., MILLÁN CARDONA, L., ACOSTA HURTADO, M., DÍEZ RODRIGUEZ, A., CARDONA TABORDA, N., ROCHA GUTIÉRREZ, L. y VILLA MEJIA, G. Developing a bakery product with a high nutritional value from the four obtained from green banana with its peel: a new option for the use of waste from banana export industry. *Producción + Limpia*, 2011. pp. 96-107. ISSN 1909-0455.

GIRALDO, J., CUARÁN, J., ARENAS, L. y FLÓREZ, L. Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico Potential uses of banana peelings: production of a bioplastic. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2014, pp. 7-21. DOI 10.23850/24220582.109.

GUSTAFSSON, J., LANDBERG, M., BÁTORI, V., ÅKESSON, D., TAHERZADEH, M.J. y ZAMANI, A. Development of bio-based films and 3D objects from apple pomace. *Polymers*, 2019. ISSN 20734360. DOI 10.3390/polym11020289.

JARIYASAKOOLROJ, P., LEELAPHIWAT, P. y HARNKARNSUJARIT, N. Advances in research and development of bioplastic for food packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019. ISSN 10970010. DOI 10.1002/jsfa.9497.

JIMÉNEZ-ROSADO, M., BOUROUDIAN, E., PEREZ-PUYANA, V., GUERRERO, A. y ROMERO, A. Evaluation of different strengthening methods in the mechanical and functional properties of soy protein-based bioplastics. *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2020. pp. 121. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.121517. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121517>.

JIMÉNEZ-ROSADO, M., PEREZ-PUYANA, V., CORDOBÉS, F., ROMERO, A. y GUERRERO, A. Development of superabsorbent soy protein-based bioplastic matrices with incorporated zinc for horticulture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, pp. 4825-4832. ISSN 10970010. DOI 10.1002/jsfa.9738.

JONES, A., MANDAL, A. y SHARMA, S. Protein-based bioplastics and their antibacterial potential. *Journal of Applied Polymer Science*, 2015. pp. 1-11. ISSN 10974628. DOI 10.1002/app.41931.

LAMA GUADIAMUS, J. Elaboración de bioplástico aprovechando la pectina presente en la cascara de naranja valencia (*Citrus x sinensis*) reforzado con almidón de yuca a nivel de laboratorio – UCV sede Lima Norte. *Universidad César Vallejo*, 2018.

LÓPEZ ROCHA, C.J., ÁLVAREZ-CASTILLO, E., ESTRADA YÁÑEZ, M.R., BENGOCHEA, C., GUERRERO, A. y ORTA LEDESMA, M.T. Development of bioplastics from a microalgae consortium from wastewater. *Journal of Environmental Management*, 2020. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2020.110353.

LUBIS, M., GINTING, M.H.S., KARTIKA, T., TESANIKA, A., WINNY, AYU, G.E. y HARAHAHAP, M.B. Utilization of mango seed starch in manufacture of hybrid biocomposite reinforced with microparticle ZnO and clay using glycerol as plasticizer. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2020. pp. 1678-1686. ISSN 18196608.

MANRIQUE, R., 2015. El metanálisis: consideraciones sobre su aplicación. *University CES*, 2015, 12 pp.

MEZA, P., 2016. Elaboración De Bioplásticos a Partir De Almidón Residual Obtenido De Peladoras De Papa Y Determinación De Su Biodegradabilidad a Nivel De Laboratorio. *Facultad De Ciencias* [en línea], 2006. 103 pp. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MUNOZ, L.E.A. y RILEY, M.R. Utilization of cellulosic waste from tequila bagasse and production of polyhydroxyalkanoate (pha) bioplastics by *Saccharophagus degradans*. *Biotechnology and Bioengineering*, 2008. pp. 882-888. ISSN 00063592. DOI 10.1002/bit.21854.

MURALIDHARAN, V., AROKIANATHAN, M.S., BALARAMAN, M. y PALANIVEL, S., 2020. Tannery trimming waste based biodegradable bioplastic: Facile synthesis and characterization of properties. *Polymer Testing* [en línea], 2020. 106250 pp. ISSN 01429418. DOI 10.1016/j.polymertesting.2019.106250. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.106250>.

MURRIETA-MARTÍNEZ, C.L., SOTO-VALDEZ, H., PACHECO-AGUILAR, R., TORRES-ARREOLA, W., RODRÍGUEZ-FELIX, F. y MÁRQUEZ RÍOS, E. Edible protein films: Sources and behavior. *Packaging Technology and Science*, 2018. pp. 113-122. ISSN 10991522. DOI 10.1002/pts.2360.

NAVIA PORRAS, D.P., AYALA APONTE, A.A. y VILLADA CASTILLO, H.S. Effect of Cassava Flour Gelatinization on Mechanical Properties of Bioplastics. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2015. pp. 38-44. ISSN 1692-3561.

NEUPANE, B.P., TIWARI, B.R., MALLA, K.P. y GAUTAM, A. Conversion of Paper Waste Into Bioplastic (Poly-Lactic Acid). *Macromolecular Symposia*, 2016. pp. 263-267. ISSN 15213900. DOI 10.1002/masy.201650007.

PEREZ-PUYANA, V., FELIX, M., ROMERO, A. y GUERRERO. Development of pea protein-based bioplastics with antimicrobial properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017. pp. 2671-2674. ISSN 10970010. DOI 10.1002/jsfa.8051.

PEREZ, V., FELIX, M., ROMERO, A. y GUERRERO, A. Characterization of pea protein-based bioplastics processed by injection moulding. *Food and Bioproducts Processing*, 2016. pp. 100-108. ISSN 09603085. DOI 10.1016/j.fbp.2015.12.004.

PEROTTO, G., CESERACCIU, L., SIMONUTTI, R., PAUL, U.C., GUZMAN-PUYOL, S., TRAN, T.N., BAYER, I.S. y ATHANASSIOU, A. Bioplastics from vegetable waste: Via an eco-friendly water-based process. *Green Chemistry*, 2018. pp. 894-902. ISSN 14639270. DOI 10.1039/c7gc03368k.

PLATNIEKS, O., GAIDUKOVS, S., BARKANE, A., SEREDA, A., GAIDUKOVA, G., GRASE, L., THAKUR, V.K., FILIPOVA, I., FRIDRIHSONE, V., SKUTE, M. y LAKA, M. Bio-Based Poly(butylene succinate)/Microcrystalline Cellulose/Nanofibrillated Cellulose-Based Sustainable Polymer Composites: Thermo-Mechanical and Biodegradation Studies. *Polymers* [en línea], 2020, 1472 pp. [Consulta: 16 noviembre 2020]. DOI 10.3390/polym12071472. Disponible en: [www.mdpi.com/journal/polymers](http://www.mdpi.com/journal/polymers).

PRASAD, S. Bioplastics- Utilization of Waste Banana Peels for Synthesis of Polymeric Films. *ResearchGate*, 2016. pp. 0-75.

QUEIROZ ASSIS, R., HENRIQUE PAGNO, C., HAAS COSTA, T.M., HICKMANN FLORES, S. y RIOS, A. de O. Synthesis of biodegradable films based on cassava starch containing free and nanoencapsulated  $\beta$ -carotene. *Packaging Technology and Science*, 2018. pp. 157-166. ISSN 10991522. DOI 10.1002/pts.2364.

RAMOS, V., AGUILERA, A. y OCHOA, E. Residuos de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para obtener pectinas útiles en la industria alimentaria. *Revista de Simulación y Laboratorio* [en línea], 2016. 8 pp. Disponible en: [www.ecorfan.org/bolivia](http://www.ecorfan.org/bolivia).

REMAR. Guía práctica - número 2. *Red de Energía y Medio Ambiente* [en línea], 2011. Disponible en: [www.redremar.com](http://www.redremar.com).

RUIZ AVILÉS, G. Pólimeros Biodegradables a partir de almidón de yuca. *Eafit* [en línea], 2015. pp. 15-22. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7364/Gladys\\_RuizAviles\\_2005.pdf?sequence=2](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7364/Gladys_RuizAviles_2005.pdf?sequence=2).

SAGNELLI, D., HOOSHMAND, K., KEMMER, G.C., KIRKENSGAARD, J.J.K., MORTENSEN, K., GIOSAFATTO, C.V.L., HOLSE, M., HEBELSTRUP, K.H., BAO, J., STELTE, W., BJERRE, A.B. y BLENNOW, A. Cross-linked amylose bioplastic: A transgenic-based compostable plastic alternative. *International Journal of Molecular Sciences*, 2017. ISSN 14220067. DOI 10.3390/ijms18102075.

SANCHEZ, K. "Comparación de la calidad de bioplásticos obtenidos del almidón de los residuos de papa y camote de restaurantes del mercado central del distrito de independencia". *Universidad César Vallejo*, 2017.

SCHRADER, J., MCCABE, K., GRAVES, W., GREWELL, D., BIOCOSPOSITE, L. y GROVE, M. Function and Biodegradation in Soil of Bioplastic Horticultural Containers made of PLA-BioRes TM Composites, 2014. pp. 1-3.

TANRATTANAKUL, V. y SAITHAI, P. Mechanical properties of bioplastics and bioplastic-organoclay nanocomposites prepared from epoxidized soybean oil with different epoxide contents. *Journal of Applied Polymer Science* [en línea], 2014, pp. 3057-3067. [Consulta: 14 julio 2020]. ISSN 00218995. DOI 10.1002/app.30842. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/app.30842>.

TARRÉS, Q. y ARDANUY, M. Evolution of interfacial shear strength and mean intrinsic single strength in biobased composites from bio-polyethylene and thermo-mechanical pulp-corn stover fibers. *Polymers*, 2020. ISSN 20734360. DOI 10.3390/polym12061308.

TUFAIL, S., MUNIR, S. y JAMIL, N. Variation analysis of bacterial polyhydroxyalkanoates production using saturated and unsaturated hydrocarbons. *Brazilian Journal of Microbiology* [en línea], 2017, pp. 629-636. ISSN 16784405. DOI 10.1016/j.bjm.2017.02.008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2017.02.008>.

VERBEEK, C.J.R., LOW, A., LAY, M.C. y HICKS, T.M. Processability and mechanical properties of bioplastics produced from decoloured bloodmeal. *Advances in Polymer Technology*, 2018, pp. 2102-2113. ISSN 10982329. DOI 10.1002/adv.21868.

VICENTE FLORES, R. "Aprovechamiento de la cáscara residual de la Musa balbisiana para la obtención de bioplástico en el Mercado APECOLIC - Comas - 2018". *Universidad César Vallejo*, 2018.

VILLADA CASTILLO, H.S., NAVIA PORRAS, D.P. y AYALA APONTE, A.A. Mechanical Evaluation of Semirigid Bioplastics Made With Cassava Flour. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2013. pp. 77-84. ISSN 1692-3561.

WAHYUNINGTIYAS, N.E. y SURYANTO, H. Properties of Cassava Starch based Bioplastic Reinforced by Nanoclay. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 2018, pp. 20-26. ISSN 25800817. DOI 10.17977/um016v2i12018p020.



YAMADA, M., MORIMITSU, S., HOSONO, E. y YAMADA, T. Preparation of bioplastic using soy protein. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020. pp. 1077-1083. ISSN 18790003. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.025. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.025>.

ZHAO, B., FANG, Y., WU, K., ZHANG, F. y WANG, J. A method of large-scale resource utilization of algae-eutrophicwaste from Lake Chao, China: Preparation and performance optimization of composite packaging materials. *Sustainability (Switzerland)*, 2019. pp. 1-15. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su11226462.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz Operacionalización de variables

Revisión sistemática y meta-análisis sobre la calidad de bioplásticos obtenidos a partir de desechos agrícolas						
Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala / unidad
<b>Independiente</b>	Residuos agrícolas	Son todos aquellos residuos obtenidos a partir del desarrollo de actividades propias del sector agroforestal, pueden presentarse en estado sólido como restos de cultivos, corteza de vegetales y leña, o en estado líquido como los purines u otros elementos residuales obtenidos en actividades agropecuarias. (Gil Garzón et al., 2011)	Los diversos autores de las investigaciones incluidas en la presente revisión sistemática utilizaron variadas metodologías para la caracterización física y química del residuo, para evaluar sus propiedades.	Características del residuo	Cantidad	kg
					Humedad	%
				Condiciones operacionales	Tiempo	Horas
					Temperatura	°C
					pH	unidad
<b>Dependiente</b>	Calidad de bioplásticos	Los bioplásticos son productos elaborados mediante los residuos como es en el caso de las cáscaras cuyas características son semejantes a la de un plástico sintético, pero teniendo como característica la biodegradabilidad en la cual es un beneficio para el cuidado del ambiente. (Chinchayhuara Capa y Quispe Llaure, 2013)	La calidad se medirá en proporciones y se evaluará mediante las características físico-mecánicas y la biodegradabilidad de los bioplásticos, además se examinará y/o estudiará el comportamiento de su degradabilidad	Características físico-mecánicas	Densidad	kg / m <sup>3</sup>
					Fuerza de tracción	MPa
					Elongación	%
				Biodegradabilidad	Tasa de degradación	%
					Tiempo	días

## ANEXO 2. Validación de instrumentos

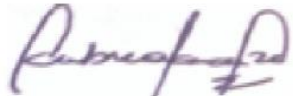
**Ficha 1. Características de los estudios incluidos en la revisión.**

N°	Residuo agrícola	Condiciones operacionales	Resultados	Conclusiones	País	Autor(es)
1						
2						
3						
4						
5						

**Ficha 2. Características de los residuos.**

N°	Residuo agrícola	Características del residuo		Autor(es)
		Cantidad (g)	Humedad (%)	
1				
2				
3				
4				
5				

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

  
**Dr. Carlos F. Cabrera Carranza**  
 CIP. 46572

  
**Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP N° 25450


**Ficha 3. Condiciones operacionales de los bioplásticos.**

N°	Residuo agrícola	Condiciones operacionales			Autor(es)
		Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	pH	
1					
2					
3					
4					
5					

**Ficha 4. Características fisicoquímicas de los bioplásticos.**

N°	Residuo agrícola	Características fisico-mecánicas				Autor(es)
		Fuerza de tracción (MPa)		Elongación (%)		
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 1	Ensayo 2	
1						
2						
3						
4						
5						

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

  
**Dr. Carlos F. Cabrera Carranza**  
 CIP. 46572

  
**Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP N° 25450

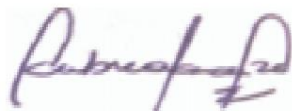
**Ficha 5. Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos.**

N°	Residuo agrícola	Degradación		Observación	Autor(es)
		Tasa (%)	Días		
1					
2					
3					
4					
5					

**Ficha 6. Calidad metodológica de los estudios incluidos.**

N°	Autor(es) de estudio	Newcastle - Ottawa modificada				Datos específicos	
		Selección		Resultado			
		Representatividad	Exposición	Fuerza de tracción	Porcentaje de elongación	Biodegradabilidad	Seguimiento
1							
2							
3							
4							
5							

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

  
**Dr. Carlos F. Cabrera Carranza**  
 CIP. 46572

  
**Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP. N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los residuos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de los bioplásticos**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de los bioplásticos**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Vice decano de investigación / UNMSM**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Análisis y Gestión del Ambiente**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

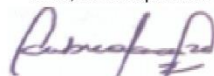
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Vice decano de investigación / UNMSM**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Análisis y Gestión del Ambiente**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los residuos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 13 de septiembre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Vice decano de investigación / UNMSM**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Análisis y Gestión del Ambiente**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de los bioplásticos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

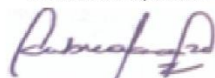
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Vice decano de investigación / UNMSM**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Análisis y Gestión del Ambiente**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de los bioplásticos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

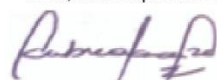
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Vice decano de investigación / UNMSM**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Análisis y Gestión del Ambiente**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

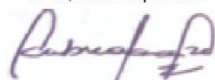
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Vice decano de investigación / UNMSM**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Análisis y Gestión del Ambiente**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

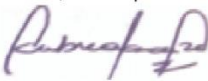
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

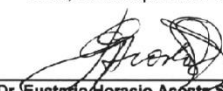
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
 Dr. **Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los residuos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

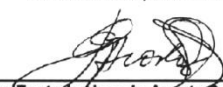
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales de los bioplásticos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas de los bioplásticos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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:

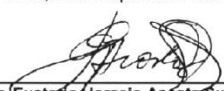
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Seguimiento de biodegradabilidad de los bioplásticos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP Nº 25450



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos**  
 1.5. Autores de Instrumento: **Contreras Rauraico, Anthony Gabriel / Quispe Ccahuana, Diego Jesús**

### 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

Sí
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 13 de septiembre del 2020

  
**Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar**  
 CIP N° 25450

## ANEXO 3. Escala de calidad Newcastle - Ottawa (modificada)

### ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NEWCASTLE-OTTAWA

#### ESTUDIOS DE COHORTE (conjunto de sujetos que comparten una característica definitoria)

Nota: Un estudio puede recibir un máximo de una estrella por cada elemento numerado dentro de las categorías de selección y resultado. Puede dar un máximo de dos estrellas para la comparabilidad.

#### Selección

- 1) Representatividad de la cohorte expuesta
  - a) Verdaderamente representativo a la media de residuo agrícola presente en la elaboración del bioplástico (cantidad). (\*)
  - b) Algo representativo a la media de residuo agrícola presente en la elaboración del bioplástico (cantidad). (\*)
  - c) Mínima cantidad de residuo agrícola presente en la elaboración del bioplástico.
  - d) Sin descripción de la derivación de cohorte.
- 2) Selección de la cohorte no expuesta
  - a) Residuos agrícolas extraídos de actividades antrópicas. (\*)
  - b) Extraído de una fuente diferente. (\*)
  - c) Sin descripción de la derivación de la cohorte no expuesta.
- 3) Verificación de la exposición
  - a) Análisis de laboratorio de las propiedades físico-mecánicas del bioplástico. (\*)
  - b) Registro de las características físico-mecánicas de los bioplásticos. (\*)
  - c) Autoinforme escrito (Ficha de registro).
  - d) Sin descripción
- 4) Demostración del resultado de interés estaba presente al inicio del estudio
  - a) Si
  - b) No

#### Comparabilidad

- 1) Comparabilidad de cohortes en función del diseño o análisis
  - a) Controles de estudio para edad, sexo, y estatus marital.
  - b) Controles de estudio para otros factores (listar).
  - c) Las cohortes no son comparables en función del diseño o análisis controlado por factores de confusión.

#### Resultado

- 1) Evolución del resultado
  - a) Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del residuo (\*).
  - b) Evaluación del grado de la biodegradabilidad (\*).
  - c) Autoinformes (ficha de registro).
  - d) Sin descripción.
- 2) El seguimiento se hizo en el tiempo suficiente para que se produjeran resultados
  - a) Si
  - b) No
- 3) Adecuación de seguimiento de cohortes
  - a) Seguimiento completo - (Evaluación de la biodegradabilidad de los bioplásticos) (\*).
  - b) Seguimiento intermedio - (Mención de las propiedades físico-mecánicas de los bioplásticos elaborados) (\*).
  - c) Seguimiento bajo - (No menciona el grado de biodegradabilidad y propiedades físico-mecánicas en la elaboración del bioplástico).
  - d) Sin declaración.

Umbrales para convertir las escalas Newcastle-Ottawa a los estándares AHRQ (bueno, aceptable y malo):

**Buena calidad:** 3 o 4 estrellas en el dominio de selección y 2 o 3 estrellas en el dominio de resultados

**Calidad aceptable:** 2 estrellas en el dominio de selección y 2 o 3 estrellas en el dominio de resultados

**Mala calidad:** 0 o 1 estrella en el dominio de selección o 0 o 1 en el dominio de resultados