



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

“Obtención de bioplástico a partir de residuo de suero de leche  
con almidón de pituca (*Colocasia esculenta Schott*) 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental**

**AUTORAS:**

Quinde Gálvez, Juana (ORCID: 0000-0003-0974-7453)

Zacarías Madrid, Yanina del Rosario (ORCID: 0000-0002-9500-4121)

**ASESOR:**

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TRATAMIENTO Y GESTION DE LOS RESIDUOS

**LIMA - PERÚ**

2020

## **Dedicatoria**

En primer lugar, dedico esta investigación a Dios, a mi padre JUAN DE DIOS ZACARÍAS CHURÁMPI Y que desde el cielo ayudaron continuamente a superar las dificultades que se presentaron para poder alcanzar nuestra meta.

A mi novio JESÚS FABIAN CHAVEZ GARCIA, que me ha dado su aliento, apoyo incondicional, amor y paciencia.

A PININA, mi hermosa perrita que me ha estado acompañando desde que empecé la universidad. Me enseñó a querer sin ninguna condición y el verdadero significado de lealtad y confianza.

(Yanina del rosario, Zacarías Madrid)

Dedico esta investigación a Dios por darnos la dicha de existir e iluminar nuestro camino, a mi padre JUAN RICARDO QUINDE JIMÉNEZ.

(Juana, Quinde Gálvez)

## **Agradecimiento**

A Dios por haberme ayudado a superar cualquier obstáculo. A mi madre MADRID CELI BLANCA BARBARITA por el gran apoyo y consejos en el transcurso de nuestros estudios.

A mi tío MADRID CELI PEDRO MADRID, por el apoyo brindado.

Agradezco a mi asesor de Tesis Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo por su capacidad, conocimiento y de haberme guiado durante todo el desarrollo de tesis.

(Yanina del rosario, Zacarías Madrid)

A Dios por haberme ayudado ante cualquier dificultad, a mi madre GALVEZ JIMENES IRMA ADALBEA por el apoyo y amor brindado.

A QUINDE GÁLVEZ OLIVIA, mi hermana por su apoyo incondicional de forma moral y económica en el trascurso de mi formación profesional.

(Juana, Quinde Gálvez)

## Índice de contenidos

I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	21
3.2. Variables y Operacionalización.....	22
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	23
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos .....	26
3.6. Métodos de análisis de datos .....	39
3.7. Aspectos éticos.....	40
IV. RESULTADOS .....	41
V. DISCUSIÓN .....	74
VI. CONCLUSIÓN .....	78
VII. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS .....	87

## Índice de tablas

<b>Tabla 1. Clasificación internacional de los distintos plásticos .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 2. Composición química de la pituca .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 3. Composición del suero de leche .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 4. Docentes que validaron los instrumentos. ....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 5. Validez y fiabilidad de los instrumentos .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6. Materiales y equipos.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 7. Dosis evaluadas.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 8. Resultados obtenidos de caracterización de bioplástico.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 9. Prueba de normalidad de caracterización de bioplástico. ....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 10. Prueba de Anova de caracterización de bioplástico.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 11. Tukey de Fuerza de Tracción. ....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 12. Tukey de Elongación .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 13. Tukey de Biodegradabilidad .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 14. Pesos de bioplástico según dosis.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 15. Prueba de normalidad de pesos de bioplástico según dosis. ....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 16. Prueba de Anova de un factor del peso de bioplástico .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 17. Densidad de bioplástico según dosis. ....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 18. Prueba de normalidad de densidad de bioplástico según dosis... </b>	<b>53</b>
<b>Tabla 19. Prueba de Anova de un factor de densidad de bioplástico.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 20. Resultados de Espesor.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 21. Prueba de normalidad de espesor de bioplástico.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 22. Prueba de Anova de un factor de espesor de bioplástico.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 23. Resultados de humedad.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 24. Prueba de normalidad de humedad de bioplástico.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 25. Prueba de Anova de un factor de humedad de bioplástico. ....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 26. Biodegradación de Bioplástico según dosis.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 27. Prueba de normalidad de biodegradación de bioplástico.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 28. Prueba de Anova de un factor de biodegradabilidad de bioplástico</b> <b>.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 29. Resultados de Fuerza de Tracción (N) .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 30. Prueba de normalidad de fuerza de tracción de bioplástico .....</b>	<b>67</b>

<b>Tabla 31. Anova de un factor de fuerza de tracción de bioplástico. ....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 32. Resultados de Elongación (%). ....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 33. Prueba de normalidad de elongación de bioplástico. ....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 34. Anova de un factor de elongación de bioplástico. ....</b>	<b>70</b>

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Tipos de polímeros biodegradables .....	16
Figura 2. Diagrama del proceso de elaboración de bioplástico a partir de residuo de suero de leche con almidón de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ). .....	26
Figura 3. Ubicación del lugar de recolección de suero de leche. ....	27
Figura 4. Establo “César” .....	28
Figura 5. Lavado de recipiente con agua destilada previa recolección. ....	28
Figura 6. Recolección de suero de leche. ....	28
Figura 7. Conservación y transporte de suero de leche. ....	29
Figura 8. Ubicación del lugar de recolección de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ). .....	29
Figura 9. Fundo “San Juan” .....	30
Figura 10. Conservación y transporte de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ). .....	30
Figura 11. Medición de los indicadores de Temperatura (°C) y pH de la muestra .....	30
Figura 12. Proceso de evaporación .....	31
Figura 13. Secado de residuo de suero de leche. ....	31
Figura 14. Triturado de residuo de suero de leche. ....	31
Figura 15. Tamizado de residuo de suero de leche. ....	32
Figura 16. Pesaje de residuo de suero de leche. ....	32
Figura 17. Pesaje de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ) .....	32
Figura 18. Retiro de la cáscara y conservación de la pulpa de la pituca. ....	33
Figura 19. Trozos de pulpa de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ) .....	33
Figura 20. Extracción de concentrado de colocasia esculenta schott. ....	33
Figura 21. Filtrado del concentrado de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> )	34
Figura 22. Secado de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ) .....	34
Figura 23. Tamizado de Pituca ( <i>Colocasia esculenta Schott</i> ) .....	34
Figura 24. Pesaje de almidón de pituca. ....	35
Figura 25. Pesaje de residuos de suero de leche .....	35

<b>Figura 26. Mezclas de residuo del suero de leche con de almidón de pituca.</b>	35
.....	
<b>Figura 27. Medición de 5ml de glicerina.</b>	36
<b>Figura 28. Medición de 5ml de ácido acético</b>	36
<b>Figura 29. Medición de 75ml de agua destilada.</b>	36
<b>Figura 30. Mezcla de dosis en vaso precipitado de 250ml.</b>	37
<b>Figura 31. Sometimiento de calor a las dosis.</b>	37
<b>Figura 32. Mezcla en estado plasmático en prototipos de vidrio.</b>	37
<b>Figura 33. Prototipos en estufa a una temperatura de 50°C por 6 horas</b>	38
<b>Figura 34. Fuerza de Tracción según dosis.</b>	42
<b>Figura 35. Elongación respecto a la dosis.</b>	43
<b>Figura 36. Biodegradabilidad respecto a la dosis.</b>	44
<b>Figura 37. Pesos en gramos de los bioplásticos según dosis.</b>	50
<b>Figura 38. Densidad de los bioplásticos según dosis.</b>	53
<b>Figura 39. Espesor de los bioplásticos según dosis.</b>	56
<b>Figura 40. Humedad de los bioplásticos según dosis.</b>	59



## Índice de abreviaturas

PVA	Acetato de Polivinilo
NIR-HSI	Imágenes de Hiperespectral Infrarroja Cercana
PA	Poliámidas
PC	Policarbonato
PES	Poliéster
PE	Polietileno
HDPE	Polietileno de alta densidad
LDPE	Polietileno de baja densidad
PET	Tereftalato de Polietileno
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
HIPS	Poliestireno de alto impacto
PU	Poliuretano
PVC	Cloruro de Polivinilo
PVDC	Polivinilideno
ABS	Acilonitríco
FS	Escamas de Pescad

## Resumen

El trabajo de investigación tuvo por objetivo obtener bioplástico (PLA - Ácido Poliláctico) a partir de residuo de suero de leche con almidón de pituca (*Colocasia esculenta Schott*). Para lo cual, se recolectó 2 L de suero de leche del establo “Gálvez” y 2kg de pituca (*Colocasia esculenta Schott*) del Fundo “San Juan”, ubicados en Centro poblado Nueva Esperanza, Picota - San Martín. Posteriormente, el residuo de suero de leche se obtuvo a través del proceso de evaporación, secado, triturado y pulverizado y tamizado; a su vez, el almidón de pituca (*Colocasia esculenta Schott*) se obtuvo mediante el proceso de lavado, cortado, extracción del zumo, filtrado de zumo, secado, triturado, pulverizado y tamizado. La obtención del bioplástico, se logró estableciendo dosis de mezcla de residuo de suero de leche, almidón de pituca (*Colocasia esculenta Schott*), glicerina, agua y ácido acético. Las dosis establecidas, fueron llevadas a la estufa durante 5 minutos; luego, se depositó la mezcla viscosa en papel aluminio de 10x30 cm y se dejó secar a temperatura ambiente por 8 días. Los bioplásticos obtenidos fueron analizados en el laboratorio ISALAB, donde se determinó que el bioplástico de la dosis 3, compuesto por 10 g. de residuo de suero de leche, 5 g. de almidón de Pituca (*Colocasia esculenta Schott*), 5 mL de glicerina, 5 mL de ácido acético y 75 mL de agua destilada, presentó mejores resultados de fuerza de tracción y biodegradabilidad con valores promedio de 5.88 N y 73.88 % respectivamente. Asimismo, presentó menor elongación con un valor promedio de 7.05 %. Además, las propiedades físicas de peso, densidad y espesor no variaron significativamente según la dosis del residuo de suero de leche con almidón de Pituca (*Colocasia esculenta Schott*), puesto que para la elaboración de los bioplásticos se emplearon prototipos de igual dimensión.

**Palabras clave:** Bioplástico, residuo de suero de leche, almidón de pituca (*Colocasia esculenta Schott*), elaboración.

## Abstract

The objective of the research work was to obtain bioplastic (PLA - Polylactic Acid) from whey residue with pituca starch (*Colocasia esculenta Schott*). For which, 2 L of whey was collected from the "Gálvez" barn and 2 kg of pituca (*Colocasia esculenta Schott*) from the "San Juan" farm, located in the Nueva Esperanza town center, Picota - San Martín. Subsequently, the whey residue was obtained through the process of evaporation, drying, crushing and pulverizing and sieving; in turn, pituca starch (*Colocasia esculenta Schott*) was obtained through the process of washing, cutting, juice extraction, juice filtering, drying, crushing, pulverizing and sieving. Obtaining the bioplastic was achieved by establishing a mixture dose of whey residue, pituca starch (*Colocasia esculenta Schott*), glycerin, water and acetic acid. The established doses were brought to the stove for 5 minutes; then, the viscous mixture was deposited on 10x30 cm paper and allowed to dry at room temperature for 8 days. The bioplastics obtained were analyzed in the ISALAB laboratory, where it was determined that the bioplastic of dose 3, composed of 10 g. of whey residue, 5 g. of Pituca starch (*Colocasia esculenta Schott*), 5 mL of glycerin, 5 mL of acetic acid and 75 mL of distilled water, presented better tensile strength and biodegradability results with average values of 5.88 N and 73.88% respectively. Likewise, it presented lower elongation with an average value of 7.05%. In addition, the physical properties of weight, density and thickness did not vary significantly according to the dose of the whey residue with Pituca starch (*Colocasia esculenta Schott*), since prototypes of the same size were used for the production of bioplastics.

**Keywords:** Bioplastic, whey residue, pituca starch (*Colocasia esculenta Schott*), preparation.



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE RESIDUO DE SUERO DE LECHE CON ALMIDÓN DE PITUCA (COLOCASIA ESCULENTA SCHOTT) 2020", del (los) autor (autores) QUINDE GALVEZ JUANA, ZACARIAS MADRID YANINA DEL ROSARIO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 29 de julio de 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO <b>DNI:</b> 18120253 <b>ORCID</b> 0000-0003-2526-112X	Firmado digitalmente por: VALVERDE el 29 Jul 2020 20:58:26