



A. PROPUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. TIPO DE PROYECTO:

Interno		Grupal	X
Semilla		Multidisciplinario	

2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Básica		Aplicada	X
---------------	--	-----------------	----------

3. UNIDAD EJECUTORA *(Departamento, Instituto o Estructura de Investigación)*

- Departamento de Ciencias de los Alimentos y Biotecnología (DECAB) ✓
- Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DICA) ✓

4. LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

- Tecnología de Materiales (DECAB) ✓
- Gestión de residuos/Tecnología y manejo del agua (DICA) ✓

5. TÍTULO DEL PROYECTO *(mínimo 10 palabras):*

Aprovechamiento de desechos industriales de aceite de palma africana en el desarrollo de polímeros compostables, composites y sistemas de biofiltración.

6. RESUMEN *(máximo 200 palabras)*

La industria del aceite de palma africana es una actividad de importante crecimiento en el sector agroindustrial ecuatoriano; sin embargo, una problemática ambiental asociada a esta actividad económica es la gestión inadecuada de los desechos de raquis y la escasa innovación en el uso de los residuos de cuesco. Dentro de este contexto, la presente propuesta busca disponer de una línea base respecto a las alternativas para el uso de estos residuos en forma ambientalmente responsable. La investigación será abordada desde dos enfoques; en el primero, los residuos de raquis serán sometidos a ensayos de caracterización y posteriormente se formularán materiales compostables a partir de la fibra caracterizada y biopolímeros. Además, se elaborarán composites empleando fibra y residuos plásticos industriales y/o urbanos. Los materiales obtenidos serán caracterizados en términos de sus principales propiedades para aplicaciones específicas. El segundo enfoque contemplará el desarrollo de un sistema de biofiltración para tratamiento de aguas residuales; para tal efecto, se estudiará la fibra y cuesco como materiales de soporte en sistemas de biofiltración a escala laboratorio. Se utilizarán diferentes tipos de aguas residuales y se determinará la remoción de los contaminantes en varios períodos de tiempo para obtener resultados óptimos.

7. PALABRAS CLAVE *(4-6)*

Raquis de palma africana, cuesco, materiales compuestos, polímeros compostables, tratamiento de aguas, biofiltración.



8. OBJETIVOS

8.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar alternativas tecnológicas para el aprovechamiento ambientalmente responsable de los residuos de raquis y cuesco provenientes de la industria de aceite de palma africana en Ecuador.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular polímeros compostables a partir de fibra de raquis y polímeros biodegradables para aplicaciones no alimenticias.
- Elaborar materiales compuestos basados en fibra de raquis y residuos plásticos para aplicaciones en elementos de construcción.
- Evaluar el desempeño de desechos de fibra y cuesco como lecho de soporte en biofiltros para el tratamiento de aguas residuales.

9. HIPÓTESIS *(opcional)*

Los residuos lignocelulósicos derivados de la industria de aceite de palma africana son susceptibles de ser empleados como:

- Materia prima en el desarrollo de polímeros compostables y composites de matriz poliolefínica reciclada. Los materiales elaborados tienen potencialidad para ser empleados en diferentes aplicaciones.
- Lecho de soporte en biofiltros para el tratamiento de aguas residuales para su descontaminación.

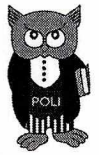
10. DETALLE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS *(con relación a los objetivos)*

- Formulación de material de naturaleza compostable elaborado a partir de residuos lignocelulósicos y biopolímeros.
- Formulación de materiales compuestos con potencialidad de ser aplicado en elementos constructivos.
- Estudio de biofiltros para tratar aguas residuales sintéticas y reales.

11. IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN *(científico, social, económico u otros)*

Dentro de los grandes desafíos que enfrenta la comunidad científica se encuentra la generación de alternativas para disminuir el excesivo uso de recursos fósiles así como también la gestión sustentable de residuos. Desde esta perspectiva, el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos de la industria aceitera, en el desarrollo de materiales y en la depuración de aguas residuales, constituye un aporte científico significativo puesto que dicha temática no ha sido estudiada con rigurosidad dentro del contexto ecuatoriano. Dado que la generación de desperdicios de la industria aceitera es continua e inevitable, se busca potenciar a largo plazo la transformación de residuos en oportunidades de desarrollo dentro de un esquema de economía circular. A futuro, los resultados obtenidos permitirán la identificación de posibles nichos de mercado económicamente atractivos para los diferentes actores de la sociedad ecuatoriana.

De manera concreta el impacto de la investigación se orienta en dos ejes:



a. *Materiales compostables y de construcción*

Los residuos plásticos convencionales implican un grave problema para la sociedad, pues en su mayoría se destinan a vertederos y rellenos sanitarios. El disponer de un material compostable constituye un aporte de suma importancia en el camino hacia el manejo responsable de recursos para la elaboración de plásticos con baja huella de carbono y económicamente atractivos.

Por otra parte, la industria de la construcción demanda una amplia variedad y cantidad de polímeros y composites, mismos que en la actualidad son elaborados, en su mayoría, a partir de fuentes no renovables. Es así que, el impacto de la presente propuesta se encamina a favorecer el uso de residuos en la fabricación de elementos constructivos para viviendas de interés social.

b. *Sistemas de tratamiento de aguas residuales*

La contaminación ambiental es un aspecto de gran preocupación a nivel nacional e internacional. Si bien existe en el mercado ecuatoriano tecnologías para el tratamiento de aguas contaminadas a nivel urbano e industrial, gran parte de ellas requieren una importante inversión de recursos. La presente investigación se enfoca en reducir el impacto ambiental negativo de la descarga de aguas residuales al ambiente por medio del desarrollo de sistema de filtración basada en materiales reciclados. Se busca proporcionar una alternativa simple, de fácil instalación y adicionalmente con costos reducidos de operación.

12. ESTADO DEL ARTE, E INVESTIGACIONES PREVIAS DEL EQUIPO

(máximo tres carillas)

La creciente demanda nacional e internacional de aceites vegetales ha dado lugar a un incremento importante del sector agroindustrial internacional. Actualmente, el Ecuador ocupa el octavo lugar a nivel mundial en la elaboración de aceite de palma (*Elaeis guineensis Jacq.*) (IndexMundi, 2018). Las estadísticas agrícolas señalan que en Ecuador la palma africana es el segundo cultivo con mayor superficie sembrada después del arroz. En el censo palmero se ha identificado que la producción de palma africana en el año 2017 fue de 3'275.993 toneladas métricas, concentrándose la mayor superficie agrícola en las zonas húmedo-tropicales de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Los Ríos y Sucumbíos. El número de predios alcanza los 8.149, con una superficie de palma neta de aproximadamente 257.120 hectáreas y un total de 6.568 productores. De la superficie total de cultivo, el 60% corresponde a la variedad *INIAP-Tenera*, híbrido entre las variedades *dura* y *pisífera*. De esta forma se genera un aporte al producto interno bruto agrícola del 4.53% (FEDAPAL, 2017).

La progresiva actividad agroindustrial asociada a este sector implica, de forma esencial, la generación de una extensa gama de subproductos y residuos (Quevedo, 2013). En este sentido, se estima que la cantidad total de residuos sólidos generados anualmente bordea las 6'870.000 toneladas métricas (Calderón, Andrade, Lizarzaburu, & Masache, 2017). Particularmente, se ha identificado una elevada tasa de generación de desechos vegetales derivados del procesamiento del racimo fresco. Estos residuos están constituidos por raquis (48%), fibra (38%) y cuesco (14%), que en conjunto alcanzan aproximadamente



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



1'720.000 toneladas métricas por año (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, 2015).

En la actualidad, la disposición final de los residuos de raquis es a suelo abierto en la mayor parte de los casos, la fibra es empleada como combustible en la generación de vapor para el proceso de extracción de aceite, mientras que el cuesco es comercializado a costos muy reducidos a la industria cementera para ser empleado como fuente de energía. La problemática ambiental ligada a estos desechos ha decantado en varias iniciativas por parte de la comunidad científica. En este sentido, se han generado propuestas para la producción de abono agrícola basado en el compost de los residuos (Anyaocha, Sakrabani, Patchigolla, & Mouazen, 2018; C. T. Chong et al., 2017), uso de residuos en pirólisis y gasificación así como también para la obtención de biocombustibles y biomasa (Ahmad, Zhang, Doherty, & O'Hara, 2019; Thushari, Babel, & Samart, 2019).

La bibliografía especializada refiere numerosos estudios sobre materiales compostables y composites elaborados con residuos de palma en diferentes matrices. Aquellos residuos provenientes de la especie de palma datilera y azucarera han sido ampliamente estudiados. De igual forma, se ha investigado a los residuos de palma aceitera en su potencial como refuerzo, específicamente referido a hojas en matrices termoplásticas (Binhussain & El-Tonsy, 2013; Bourmaud et al., 2017), raquis en matrices de caucho natural, entre otros. Adicionalmente, se ha reportado múltiples estudios sobre fibra de palma aceitera en matrices termoplásticas de polipropileno, poliestireno, poliésteres y policloruro de vinilo (Abdullah, Nazir, Raza, Wahjoedi, & Yussof, 2016; Ching et al., 2014; Rozman, Lai, Ismail, & Mohd Ishak, 2000; Rozman et al., 1999; Rozman, Saad, & Ishak, 2002; Shinoj, Visvanathan, Panigrahi, & Kochubabu, 2011; Wirjosentono, Guritno, & Ismail, 2004). La mayor parte de los estudios mencionados anteriormente han sido realizados de forma exclusiva con residuos originarios del sudeste asiático, África occidental e India (Abdullah et al., 2016; Ching et al., 2014; Rozman et al., 2000, 1999, 2002; Shinoj et al., 2011; Wirjosentono et al., 2004), por lo que se los trabajos referentes al aprovechamiento de desechos de la industria ecuatoriana de palma africana en el desarrollo de materiales compostables y composites aún son escasos.

A pesar de que los materiales compuestos de fibras de palma africana y matrices poliméricas han sido ampliamente estudiados durante las últimas décadas, la investigación de estos materiales continúa en vigencia, debido al enfoque de economía circular en el cual el Ecuador y gran cantidad de países se encuentran alineados. En la actualidad, la comunidad científica internacional continúa investigando mecanismos para obtener "composites verdes" con un balance positivo de propiedades. Específicamente, y a nivel internacional aún se requiere el perfeccionamiento de materiales compuestos tanto para la industria automotriz como para la de construcción. De manera particular, la optimización de la compatibilidad entre fibra-matriz y su efecto en las propiedades mecánicas constituye uno de los campos de elevado interés científico. Actualmente, los mecanismos de modificación enzimática y con nanocompuestos son aspectos que aún no han sido explotados en toda su potencialidad (/The Textile Institute & Limited, 2012; Limited, 2014).



En lo relacionado al empleo de estos residuos para aplicaciones de tratamiento de aguas, las referencias bibliográficas señalan que dichos materiales muestran potencialidad para usarlo en la construcción de materiales ligeros como elemento de relleno y como material absorbente para el tratamiento de aguas industriales. Los resultados de espectroscopía fotoelectrónica de rayos X y difracción de rayos X revelan que la envoltura del núcleo de palma (PKS) contiene elementos de superficie, morfología y calidades cristalinas apropiadas para rellenos de material en las industrias de construcción y adsorción (Okoroigwe, Saffron, & Kamdem, 2014). De igual forma, se ha investigado el uso de PKS carbonizados y no carbonizados para filtrar los efluentes de tanques de sedimentación en tratamiento de agua; en este caso se ha determinado que una unidad de filtración de medio dual compuesta de PKS carbonizada y arena fina da lugar a largos ciclos de filtración y buena calidad de agua (Ogedengbe, Oriaje, & Tella, 1985). El efluente de los lechos de PKS no carbonizados también reduce la turbidez de efluentes. Al igual que con otras formas de carbón activado, el uso de PKS para el tratamiento del agua depende de su composición superficial y funcionalidad química. En cualquier caso, la caracterización de PKS es necesaria para evaluar su aplicabilidad en el tratamiento de una amplia gama de aguas residuales (Okoroigwe et al., 2014). De manera similar, se ha demostrado que conchas de núcleo de palma en polvo, tratadas y lavadas adecuadamente, adsorben principalmente el color y el sabor de las aguas extraídas de pozos poco profundos (Ogedengbe et al., 1985).

En Malasia se ha realizado la aplicación de la tecnología de separación por membrana junto con el tratamiento de adsorción (procedimiento previo), que constituye un medio eficaz para tratar el efluente del molino de aceite de palma (Azmi & Yunos, 2014). Adicionalmente, se han investigado las cáscaras de fruta de aceite de palma como un nuevo bioadsorbente para eliminar el cobre tóxico del agua y las aguas residuales. En este caso, los resultados indican significativos niveles de eliminación de cobre (Hossain, Ngo, Guo, & Nguyen, 2012).

El uso de residuos orgánicos como material de soporte en biofiltros han sido empleados como una tecnología fácil para depurar aguas. La fibra de palma aceitera y el cuesco al ser residuos ampliamente generados en varios países, incluyendo Ecuador, han sido estudiados como bioadsorbentes de bajo costo para la eliminación de contaminantes en aguas residuales. En Colombia, en la planta Guaicaramo, se analizaron los efluentes finales del sistema de tratamiento de diferentes partes del proceso que llegan a una piscina de lodos, para estas se propuso un diseño experimental utilizando materias primas de residuo de la empresa (cuescos de palma, fibra y tusa) (Vera, Marina, Pabón, & Sierra, 2007). Actualmente hay muy pocos estudios sobre este material en Ecuador, por lo que se desea contribuir con nuevo conocimiento acerca de los usos que se le puede dar a estos materiales en el tratamiento de aguas.

Referencias bibliográficas

- /The Textile Institute, & Limited, W. P. (2012). *Handbook of natural fibres*. (R. Kozłowski, Ed.). USA: Woodhead Publishing.
- Abdullah, M. A., Nazir, M. S., Raza, M. R., Wahjoedi, B. A., & Yussof, A. W. (2016). Autoclave and ultra-sonication treatments of oil palm empty fruit bunch fibers for cellulose extraction and its polypropylene composite properties. *Journal of Cleaner Production*, 126, 686–697. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.107>



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



- Abia, A. A., & Asuquo, E. D. (2008). Sorption of Pb(II) and Cd(II) ions onto chemically unmodified and modified oil palm fruit fibre adsorbent: Analysis of pseudo second order kinetic models. *Indian Journal of Chemical Technology*, 15(4), 341–348.
- Ahmad, F. B., Zhang, Z., Doherty, W. O. S., & O'Hara, I. M. (2019). The prospect of microbial oil production and applications from oil palm biomass. *Biochemical Engineering Journal*, 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.12.003>
- Anyaocha, K. E., Sakrabani, R., Patchigolla, K., & Mouazen, A. M. (2018). Critical evaluation of oil palm fresh fruit bunch solid wastes as soil amendments: Prospects and challenges. *Resources, Conservation and Recycling*, 136(April), 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.022>
- Azmi, N. S., & Yunos, K. F. M. (2014). Wastewater Treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) by Ultrafiltration Membrane Separation Technique Coupled with Adsorption Treatment as Pre-treatment. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 257–264. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.037>
- Binhussain, M. A., & El-Tonsy, M. M. (2013). Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures. *Construction and Building Materials*, 47, 1431–1435. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.06.031>
- Bourmaud, A., Dhakal, H., Habrant, A., Padovani, J., Siniscalco, D., Ramage, M. H., ... Shah, D. U. (2017). Exploring the potential of waste leaf sheath date palm fibres for composite reinforcement through a structural and mechanical analysis. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 103, 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2017.10.017>
- Calderón, M., Andrade, F., Lizarzaburu, L., & Masache, M. (2017). Valoración económica de los cobeneficios del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas en el Ecuador. *Estudios Del Cambio Climático En América Latina*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32632.96005>
- Ching, K. S., Ealid, M., Ching, Y. C., Haniff, M., Khalid, M., & Beg, M. T. H. (2014). Preparation and characterisation of polyvinyl alcohol/oil palm empty fruit bunch fibre composite. *Materials Research Innovations*, 18(sup6), S6-364-S6-367. <https://doi.org/10.1109/ICOSP.2014.7015295>
- Chong, C. T., Phang, X. Y., Cheng, C. K., Ma, N. L., Lam, S. S., Chong, M. Y., ... Yek, P. N. Y. (2017). Oil palm waste: An abundant and promising feedstock for microwave pyrolysis conversion into good quality biochar with potential multi-applications. *Process Safety and Environmental Protection*, 115, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.10.005>
- Chong, H. L. H., Chia, P. S., & Ahmad, M. N. (2013). The adsorption of heavy metal by Bornean oil palm shell and its potential application as constructed wetland media. *Bioresource Technology*, 130, 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.136>
- FEDAPAL. (2017). Ficha importancia palma 17.
- Hossain, M. A., Ngo, H. H., Guo, W. S., & Nguyen, T. V. (2012). Palm oil fruit shells as biosorbent for copper removal from water and wastewater: Experiments and sorption models. *Bioresource Technology*, 113, 97–101. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.11.111>
- IndexMundi. (2018). Palm Oil Production.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (2015). *Congreso Internacional Investigación, desarrollo e innovación en Sostenibilidad Energética*.
- Limited, W. P. (2014). *Natural fibre composites Materials, processes and properties*. (A. Hodzic & R. Shanks, Eds.) (1st ed.). Philadelphia: Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1016/B978-0-85709-524-4.50015-3>
- Ogedengbe, O., Oriaje, A. T., & Tella, A. (1985). Carbonisation and activation of palm kernel shells for household water filters. *Water International*, 10(3), 132–138. <https://doi.org/10.1080/02508068508686330>
- Okoroigwe, E., Saffron, C., & Kamdem, P. (2014). Characterization of palm kernel shell for materials reinforcement and water treatment. *Journal of Chemical Engineering and Materials Science*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.5897/jcems2014.0172>



- Quevedo, T. (2013). *Agroindustria y Concentración de la Propiedad de la Tierra*. Quito.
- Rozman, H. D., Lai, C. Y., Ismail, H., & Mohd Ishak, Z. A. (2000). Effect of coupling agents on the mechanical and physical properties of oil palm empty fruit bunch-polypropylene composites. *Polymer International*, 49(11), 1273–1278. [https://doi.org/10.1002/1097-0126\(200011\)49:11<1273::AID-PI469>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1097-0126(200011)49:11<1273::AID-PI469>3.0.CO;2-U)
- Rozman, H. D., Lim, P. P., Abusamah, A., Kumar, R. N., Ismail, H., & Ishak, Z. A. M. (1999). The Physical Properties of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) Composites Made from Various Thermoplastics. *International Journal of Polymeric Materials*, 44(1–2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/00914039908012144>
- Rozman, H. D., Saad, M. J., & Ishak, Z. A. M. (2002). Modification of Oil Palm Empty Fruit Bunches with Maleic Anhydride: The Effect on the Tensile and Dimensional Stability Properties of Empty Fruit Bunch/Polypropylene Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 87(M), 827–835. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(02\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(02)00109-5)
- Shinoj, S., Visvanathan, R., Panigrahi, S., & Kochubabu, M. (2011). Oil palm fiber (OPF) and its composites: A review. *Industrial Crops and Products*, 33(1), 7–22. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.09.009>
- Thushari, I., Babel, S., & Samart, C. (2019). Biodiesel production in an autoclave reactor using waste palm oil and coconut coir husk derived catalyst. *Renewable Energy*, 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.11.030>
- Wirjosentono, B., Guritno, P., & Ismail, H. (2004). Oil palm empty fruit bunch filled polypropylene composites. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 53(4), 295–306. <https://doi.org/10.1080/00914030490429942>

• *Publicaciones previas relacionadas con el proyecto*

El grupo de investigación *Polímeros GI-Pol* (aprobado con resolución RCIPS-160-2019) ha desarrollado varios estudios referentes al aprovechamiento de residuos orgánicos así como también de residuos plásticos provenientes de diferentes sectores. Específicamente, se han efectuado investigaciones sobre la obtención de biopolímeros a partir de almidones andinos, virutas de cuero, entre otros. Las publicaciones relacionadas con las líneas de investigación del proyecto propuesto son:

- Silva, M., Molina, P., Aldas, M., Proaño, E., Valle-Alvarez, V.. (2018). *Poly(lactic acid)-starch blends compatibilized with polyvinyl alcohol: mechanical, thermal and biodegradability evaluation*. DYNA Energía y Sostenibilidad, 7(1). [14 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/ES8772>
- Molina P, Silva M, Valle V. (2017) *Estudio preliminar de compatibilizantes en mezclas PLA-almidón de achira (Canna edulis)*. CUMBRES, Revista Científica 1(3) 33-40. eISSN 1390-3365
- Silva M, Encalada K, Valle V. (2016) *Estudio de la Cera Carnauba como Compatibilizante en Mezclas Poli (ácido láctico)-Almidón de Achira (Canna edulis)*. Revista Politécnica 1(39) 67-72. eISSN: 2477-8990.
- Encalada K, Valle V. y Chango J. (2015) *Estudio térmico de mezclas de poli (vinil alcohol) y almidón de achira por calorimetría diferencial de barrido*. CUMBRES, Revista Científica. 1(2) 49 – 54. ISSN 1390-9541.
- Encalada K, Valle L, Bonilla, O. (2015) *Effect of achira starch, PVA, and ethylene glycol contents on biopolymeric films properties: A constrained mixture design approach*. 8th European Symposium on Biopolymers. Roma-Italia, Septiembre 15-18. ISBN: 979-12-200-0433-6.
- Viteri V, Valle V, Quiroz F. (2015). *Biodegradable films based on poly (vinil alcohol) and hidrolized collagen from post-tanned leather shavings: effect of plasticizers contents on mechanical properties*. 8th European Symposium on Biopolymers. Roma-Italia, Septiembre 15-18. ISBN: 979-12-200-0433-6.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



- Viteri V, Valle V, Quiroz F. (2015). *Evaluación preliminar de la incorporación de virutas de cuero como refuerzo en matriz polimérica de poli (vinil alcohol)*. Revista Ciencia e Ingeniería. 3(36) 159-166. ISSN: 2244-8780

Adicionalmente, el colaborador externo, que también es parte del grupo de investigación, ha publicado los siguientes trabajos respecto a desarrollo de elementos constructivos a partir de diferentes residuos poliméricos:

- Stabilization of hazardous compounds from WEEE plastic: Development of a novel core-shell recycled plastic aggregate for use in building materials. Melina Gomez, Lucas Peisino, Jerónimo Kreiker, Rosana Gaggino, Ariel Leonardo Cappelletti, Sandra E. Martín, Paula M. Uberman, María Positieri, Bárbara Belen Raggiotti. *Construction and Building Materials*. 230 (2020). ISSN: 0950-0618. Ed. Elsevier.
- Metal Leaching Analysis from a Core-Shell WEEE Plastic Synthetic Aggregate. Lucas Ernesto Peisino, Melina Gomez, Jerónimo Kreiker*, Rosana Gaggino, Melina Angelelli. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. Vol 12. 2019. ISSN: 2352-5541. Ed. Elsevier.
- “The comprehensive comparison of thermal and physical – mechanical properties of the recycled rubber and plastic roofing tiles vs. Roofing tiles made with different traditional materials” Gaggino Rosana, Kreiker Jerónimo, Filippin Celina, Sánchez Amono María Paz, González Laría Julián and Peisino Lucas Ernesto. *Advances in Civil Engineering Journal*. Hindawai Publishing Corporation. Londres. Reino Unido. pp 11. 2018. ISSN 1687-8086.
- Cover system for roofs manufactured with recycled polyethylene and rubber. Gaggino Rosana, Positieri Maria, Kreiker Jerónimo, Sanchez Amono Maria Paz, Arguello Ricardo, Baronetto Juan Carlos. *Key Engineering Materials*. 668. Pp 348-356. 2016.

En cuanto a trabajos referentes al tratamiento de aguas, se han realizado las siguientes publicaciones:

- Muñoz, M., Reina, J., & Aldás, M. B. (2016). Evaluación de un reactor aerobio piloto con medio de soporte de polietilentereftalato (PET) para tratamiento de efluente lechero. *Enfoque UTE*, 7(4), pp. 31-42.
- Muñoz, M., Fuentes, V., & Aldás, M. B. (2016). Reactor anaerobio de flujo horizontal con medio de soporte de polietilentereftalato, *Enfoque UTE*, 7(2), pp. 31-42.

13. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO, INCLUIDO METODOLOGÍA (máximo tres carillas)

La presente propuesta se enfoca en el aprovechamiento de los residuos de fibra y cuesco generados en las empresas extractoras de aceite ubicadas principalmente en las provincias de Esmeraldas, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas. El trabajo se realizará en el Centro de Investigaciones Aplicadas a Polímeros (CIAP) del DECAB y en el Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental del DICA. De esta forma se busca que el laboratorio docente se involucre también en actividades de investigación. El desarrollo de la investigación científica se ejecutará desde dos enfoques:

El primero, que se llevará a cabo en el CIAP, implica la obtención de polímeros compostables y composites de matrices plásticas provenientes de residuos urbanos y/o industriales. Los materiales obtenidos en esta etapa serán caracterizados en términos de sus principales propiedades, mismas que posteriormente permitirán determinar potenciales aplicaciones. El segundo enfoque, a desarrollarse en el Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental, involucra el uso de residuos de fibra y cuesco como materia prima para el tratamiento de diferentes tipos de aguas residuales en sistemas de biofiltración a escala laboratorio. Los biofiltros obtenidos serán caracterizados en términos de su eficiencia en la remoción de contaminantes de interés ambiental.



Metodología

- a. Obtención de biopolímeros compostables a partir de residuos de raquis de palma africana

- *Caracterización de los desechos de raquis*

Las muestras de raquis serán sometidas a diversos ensayos de laboratorio con el objetivo de estudiar el material lignocelulósico procedente de cada una de sus partes constitutivas, en términos de propiedades físicas, químicas y de composición, así como también de su morfología microscópica. Se emplearán técnicas como: análisis granulométrico, calorimetría diferencial de barrido, análisis termogravimétrico, espectroscopía infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR), microscopía óptica.

- *Elaboración y caracterización de polímero compostable*

A partir de los residuos de raquis caracterizados se elaborarán materiales poliméricos compostables. Se realizarán mezclas del residuo con polímeros biodegradables comerciales y se estudiarán diferentes concentraciones de los componentes, así como también la necesidad de incorporación de aditivos. Sobre la base de la caracterización de los materiales obtenidos se determinarán posibles aplicaciones.

- b. Elaboración de composites con fibra de raquis y residuos plásticos para aplicaciones en elementos de construcción.

Sobre la base de la caracterización de la fibra realizada previamente se determinará la factibilidad del aprovechamiento de la totalidad del raquis o de sus partes constitutivas por separado en la fabricación de composites. Para tal efecto se estudiarán diferentes concentraciones del material obtenido de cada fracción del raquis en conjunto con residuos plásticos urbanos y/o industriales de naturaleza poliolefínica. Concomitantemente, se evaluará la compatibilidad de la fase dispersa (refuerzo lignocelulósico) con la matriz termoplástica sintética.

Los materiales desarrollados serán evaluados en su potencial de aplicación en la industria de la construcción con un análisis de sus propiedades físicas así como también de su integridad mecánica, capacidad de absorción de agua, entre otros. Con base en la caracterización se propondrán posibles componentes constructivos para aplicaciones en viviendas.

- c. Evaluación del desempeño de la fibra y cuesco como lecho de soporte en biofiltros para tratar agua residual sintética y real.

- *Acondicionamiento y caracterización del residuo*

El cuesco se secará al sol en hoja de lienzo durante dos días consecutivos y se tamizará en varios rangos de tamaño de partícula medio utilizando tamices normalizados. Las muestras tamizadas se lavarán luego en agua corriente y se sumergirán durante la noche en agua destilada hasta que la superficie del agua de remojo se encuentre libre de aceite. El cuesco limpio se secará a 90°C durante 24 h y posteriormente se empleará en la investigación sin tratamientos adicionales (H. L. H. Chong, Chia, & Ahmad, 2013).

La fibra del raquis de palma aceitera se desengrasará lavándola con agua desionizada caliente y con detergente. Luego se enjuagará en agua desionizada caliente para eliminar todos los desechos y finalmente se secará al aire. La fibra seca se molerá usando una



licuadora eléctrica. Las finas partículas de fibra de palma aceitera se tamizarán a través de un conjunto de tamices (250, 150 y 106 μm). Las partículas que pasen a través del tamiz de 106 μm se usarán para la activación y modificación química. La fibra de palma aceitera de 106 μm de tamaño de malla se empapará en un exceso de solución de HNO_3 0,3 M durante 24 h luego se filtrará usando un papel de filtro Whatman No. 41, se lavará con agua desionizada y se secará. (Abia & Asuquo, 2008)

El material de soporte empleado en los biofiltros será caracterizado físicamente con respecto al contenido de humedad, densidad aparente, peso específico de la pared celular y porosidad en estado anhidro, además se caracterizará el material mediante técnicas instrumentales tales como microscopía electrónica de barrido (MEB), FTIR, entre otras.

- *Caracterización de los efluentes a tratar*

Se iniciarán los ensayos de laboratorio con pruebas en aguas sintéticas para remover cargas contaminantes y determinar eficiencias de remoción de DQO, DBO₅, SST, Color y CF, de acuerdo a estos resultados se identificará una industria para hacer muestreos y determinar las condiciones iniciales y finales para poder comparar de acuerdo con métodos estandarizados.

- *Construcción del sistema de biofiltración*

Se diseñará y construirá seis biofiltros a flujo libre, a escala laboratorio, para disminuir la carga contaminante de las aguas usando como medio filtrante cuesco y fibra con diferentes tamaños de partícula. Las aguas se alimentarán por gravedad al sistema de biofiltración partiendo desde un tanque de distribución, el cual alimentará a los biofiltros con una carga hidráulica de $0.55 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{día}^{-1}$. Los tanques de distribución a parte de alimentar a los biofiltros, servirán como un sedimentador primario para remover los sólidos en suspensión sedimentables presentes en el agua a tratar con la finalidad de evitar un posible taponamiento en los biofiltros por tratarse de sistemas con medios porosos. Sobre la base del área superficial del biofiltro y la carga hidráulica se determinará el caudal de diseño a suministrarse de manera constante durante toda la etapa experimental. Los biofiltros serán construidos con botellas PET recicladas.



14. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos	
	Nombre	Ubicación
Laboratorio de Procesamiento	Extrusor doble tornillo co-rotante marca Xinda modelo PSHJ-35	CIAP-DECAB
	Extrusor doble tornillo marca AX Plásticos modelo AX DR16:40	
	Inyectora marca BOY modelo 30D	
	Máquina de Ensayos Universales marca Instron modelo 1011	
	Molino de cuchillas marca SHINI modelo SG-23-18E	
	Molino de rodillos marca Collin modelo W 100 T	
	Prensa calefactada marca LABTECH ENGINEERING COMPANY LTD. Modelo LP-S-50	
	Unidad de mezclado marca Haake modelo Reomix 100	
Laboratorio de Espectrofotometría	Espectrofotómetro FTIR marca Jasco modelo FT/IR-C800	DICA
	Espectrofotómetro UV-VIS marca Analytik Jena modelo SPECORD 210 PLUS	
Laboratorio de Análisis Térmico	Analizador termomecánico marca Shimadzu modelo TMA-50	
	Analizador termogravimétrico marca Shimadzu modelo TGA-50	
	Calorímetro diferencial de barrido marca Netzsch modelo DSC 204 F1 Phoenix	
Laboratorio Docente de Ingeniería Ambiental	Medidor multiparámetro marca OAKLON/EUTECH modelo PC510 No. 1266679	
	Incubadora marca MEMMERT modelo IF55PLUS No.0214-1089	
	Estufa marca BINDER modelo ED53-UL No.08-40052	

15. MONTO REQUERIDO

Rubro	Monto (USD)	Justificación
Contratación de servicios personales por contrato	26,503.68	Se prevé múltiples actividades operativas multidisciplinarias con elevado grado de complejidad tecnológica en términos de formulación de polímeros y manejo de equipos. Por tanto se requiere el aporte de un profesional con experiencia y/o formación en el campo de la ciencia e ingeniería de materiales, orientado a polímeros y materiales para aplicaciones ambientales.
Maquinaria y equipo especializado	8,960.00	El CIAP y el LDIA cuentan con el equipamiento básico necesario; sin embargo, se requieren accesorios y aditamentos complementarios para que los equipos puedan ser adecuadamente adaptados a los requerimientos de los ensayos de laboratorio planificados.
Insumos y reactivos	11,760.00	La formulación de los materiales propuestos requiere de compatibilizantes, aditivos así como también de material fungible de laboratorio, sin los cuales no es factible el cumplimiento de los resultados propuestos. Adicionalmente, es necesario realizar análisis de aguas tratadas en laboratorios externos.
Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	6,706.00	Se planifica la presentación de los resultados obtenidos en eventos científicos internacionales. Con el fin de ampliar y potencializar los conocimientos de la temática propuesta se realizarán capacitaciones y la visita de un investigador invitado experto en el área de materiales para elementos de la construcción.
Pago de inscripciones	1,918.00	La participación en eventos científicos implica el pago de inscripciones, cuyo valor varía en función del tipo de evento y del lugar donde se realiza.
Pago de publicaciones y patentes	4,110.00	A pesar de que existen revistas sin cargos para publicaciones, la mayoría de aquellas que tienen un elevado nivel científico llevan asociado el cobro por revisión, edición y/o gestión para la publicación de artículos científicos. Se estima que los resultados de la investigación sean publicados en revistas de alto impacto científico.



16. FONDOS ADICIONALES

No aplica

B. DATOS INFORMATIVOS

1. INFORMACIÓN DEL DIRECTOR, CODIRECTOR, COLABORADORES Y COLABORADORES TÉCNICOS

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Rol	Título de mayor nivel y mención.
Valle Alvarez Lauro Vladimir	1803249539	12	Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología	Director	Máster en Ciencia e Ingeniería de Materiales Avanzados
Aldás Sandoval María Belén	1716121775	5	Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental	Co-director	Magister en Ingeniería Ambiental
Cadena Villota Francisco Xavier	1707150387	5	Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología	Colaborador	Doctor Ingeniero Industrial
Quiroz Chávez Francisco Javier	1709297954	5	Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología	Colaborador	Magister en el Programa de Materiales Plásticos
Chango Villacís José Iván	1710210962	4	Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología	Colaborador técnico administrativo	Magister en Química Analítica
Kreiker Jerónimo Rafael	DNI: 24.450.938	No aplica	Centro Experimental de la Vivienda Económica (Córdoba, Argentina)	Colaborador externo	Doctor en Ciencias Químicas

* HSS =Horas Semana Semestre: Es el número de horas que se dedica por semana a la investigación. Este número de horas se mantiene para todo el semestre



DECLARACIÓN FINAL DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.
- Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.
- Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.
- Que aceptamos conocer y cumplir con la normativa vigente para la gestión de proyectos.

Firma del Director del Proyecto
Nombre: Lauro Vladimir Valle Alvarez
C.I.: 1803249539

AÑO 1

Título del proyecto

Aprovechamiento de desechos industriales de aceite de palma africana en el desarrollo de polímeros compostables, composites y sistemas de biofiltración

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial con IVA/Aporte del IESS	Precio Total Referencial con IVA/Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
			mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
			mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.1	Prestación de servicios profesionales 1 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)	12	mes	\$ 986.00	\$ 11,832.00	\$ 1,104.32	\$ 13,251.84
			mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 986.00	\$ 11,832.00	\$ 1,104.32	\$ 13,251.84
Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado							
2.1	Moldes y sistema de enfriamiento para extrusión	1		\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,360.00	\$ 3,360.00
2.2	Accesorios para ensayos mecánicos de tracción/compresión	1		\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,600.00	\$ 5,600.00
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,960.00	\$ 8,960.00
3 Equipo informático							
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos							
4.1	Compatibilizantes para materiales compuestos	1		\$ 3,500.00	\$ 3,500.00	\$ 3,920.00	\$ 3,920.00
4.2	Polímeros biodegradables/compostables	1		\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
4.3	Materiales de laboratorio	1		\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 560.00	\$ 560.00
4.4	Análisis de laboratorio	2		\$ 1,000.00	\$ 2,000.00	\$ 1,120.00	\$ 2,240.00
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ 7,500.00	\$ 8,500.00	\$ 8,400.00	\$ 9,520.00
5 Literatura especializada							
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo							
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas							
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes al exterior	2		\$ 1,400.00	\$ 2,800.00	\$ 1,568.00	\$ 3,136.00
8.2	Viaticos al exterior	2		\$ 1,000.00	\$ 2,000.00	\$ 1,000.00	\$ 2,000.00
Subtotal 8				\$ 2,400.00	\$ 4,800.00	\$ 2,568.00	\$ 5,136.00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1		\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 959.00	\$ 959.00
Subtotal 9				\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 959.00	\$ 959.00
10 Pago de publicaciones, suscripciones y patentes							
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL					\$ 33,832.00		\$ 37,826.84



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 2

Título del proyecto

Aprovechamiento de desechos industriales de aceite de palma africana en el desarrollo de polímeros compostables, composites y sistemas de biofiltración

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial con IVA / Aporte del IESS	Precio Total Referencial con IVA / Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
			mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
			mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.1	Prestación de servicios profesionales 1 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)	12	mes	\$ 986.00	\$ 11,832.00	\$ 1,104.32	\$ 13,251.84
			mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 986.00	\$ 11,832.00	\$ 1,104.32	\$ 13,251.84
Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado					\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Equipo informático					\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos							
4.1	Análisis de laboratorio	2		\$ 1,000.00	\$ 2,000.00	\$ 1,120.00	\$ 2,240.00
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ 1,000.00	\$ 2,000.00	\$ 1,120.00	\$ 2,240.00
5 Literatura especializada					\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo					\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas					\$ -	\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes visita investigador invitado	1		\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,120.00	\$ 1,120.00
8.2	Viaticos investigador invitado	1		\$ 450.00	\$ 450.00	\$ 450.00	\$ 450.00
8.3	Pasajes al exterior	1		\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,680.00	\$ 1,680.00
8.4	Viáticos al exterior	1		\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Subtotal 8				\$ 1,450.00	\$ 1,450.00	\$ 1,570.00	\$ 1,570.00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			-	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1		700.00	\$ 700.00	\$ 959.00	\$ 959.00
Subtotal 9				\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 959.00	\$ 959.00
10 Pago de publicaciones, suscripciones y patentes							
10.1	Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de publicaciones al exterior	2		\$ 1,500.00	\$ 3,000.00	\$ 2,055.00	\$ 4,110.00
10.3	Pago de suscripciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ 1,500.00	\$ 3,000.00	\$ 2,055.00	\$ 4,110.00
TOTAL					\$ 18,982.00		\$ 22,130.84



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Título del proyecto

Aprovechamiento de desechos industriales de aceite de palma africana en el desarrollo de polímeros compostables, composites y sistemas de biofiltración

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestra	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total sin IVA
1	\$ 11,832.00	\$ 8,000.00	\$ -	\$ 8,500.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4,800.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 33,832.00
2	\$ 11,832.00	\$ -	\$ -	\$ 2,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,450.00	\$ 700.00	\$ 3,000.00	\$ 18,982.00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 23,664.00	\$ 8,000.00	\$ -	\$ 10,500.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,250.00	\$ 1,400.00	\$ 3,000.00	\$ 52,814.00

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestra	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total con IVA
1	\$ 13,251.84	\$ 8,960.00	\$ -	\$ 9,520.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,136.00	\$ 959.00	\$ -	\$ 37,826.84
2	\$ 13,251.84	\$ -	\$ -	\$ 2,240.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,570.00	\$ 959.00	\$ 4,110.00	\$ 22,130.84
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 26,503.68	\$ 8,960.00	\$ -	\$ 11,760.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,706.00	\$ 1,918.00	\$ 4,110.00	\$ 59,957.68

