



A. PROPUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. TIPO DE PROYECTO:

Interno		Grupal	
Semilla	X	Multidisciplinario	

2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

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

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

1. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

4. LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

Diseño y Análisis de Sistemas Energéticos ✓ (DIM)

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

CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL USO DE PCMs Y REFLECTORES FOTÓNICOS EN SECADORES SOLARES SUSTENTABLES PARA PRODUCTOS AGRÍCOLAS ECUATORIANOS.

6. RESUMEN *(máximo 200 palabras)*

En este proyecto se busca incrementar la eficiencia térmica en secadores de productos agrícolas, con el uso de materiales de cambio de fase (PCMs) y reflectores fotónicos, en colectores solares para el secado de productos agrícolas ecuatorianos: mediante la caracterización, modelación matemática, simulación computacional, validación experimental, análisis de sensibilidad y optimización de sus procesos térmicos y termodinámicos.

Los resultados de esta investigación de carácter fundamental y aplicada abren una amplia gama de posibilidades para generar, a futuro, proyectos de innovación y de transferencia de tecnología de prioritario interés nacional. Este proyecto tiene el potencial de transformar nuestra habilidad de entender el comportamiento fundamental de procesos de secado y almacenamiento energético, mediante el uso de materiales de cambio de fase (PCMs) y reflectores fotónicos, y su aprovechamiento en el diseño y construcción de secadores solares sustentables de alta eficiencia energética para productos agrícolas ecuatorianos.

El enfoque de esta propuesta en los temas energético y agrícola, que ha sido identificado como prioritarios en el plan nacional de desarrollo, tanto en sistemas de producción agrobiodiversos y centros de bioconocimiento aportarán también al fortalecimiento de

10/12/2019
10.14



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



procesos de convergencia tecnológica que pueden apuntalar la agrobiodiversidad local, mejores prácticas de producción sostenible con enfoque de género, técnicas eficientes de energía, entre otras y con ello, sectores en los que el país puede promover la seguridad alimentaria y competitivamente, encontrar nuevos mercados en la región.

7. PALABRAS CLAVE (4-6)

Secador solar, PCM, calor latente, sustentabilidad, reflectores fotónicos.

8. OBJETIVOS

8.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y optimizar el uso de materiales de cambio de fase (PCMs) y reflectores fotónicos, en secadores solares sustentables y de alta eficiencia energética, utilizados en productos agrícolas ecuatorianos.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el producto agrícola para secado, en base a un estudio de campo que, determine un producto de gran impacto social y económico en los campesinos ecuatorianos, para el que se recopilarán sus propiedades físicas y termodinámicas.
- Desarrollar una tipología de secadores solares sustentables de alta eficiencia energética con reflectores fotónicos para el producto agrícola seleccionado, generando un grupo de variables funcionales que permitan caracterizar su comportamiento y rendimiento térmico.
- Caracterizar, modelar y optimizar los procesos termodinámicos y térmicos de almacenamiento energético, con materiales de cambio de fase PCMs y reflectores fotónicos, en los secadores solares sustentables de alta eficiencia energética.
- Evaluar la eficiencia térmica, para diferentes configuraciones, de los parámetros caracterizados y generar una base de datos que almacene la información de las propiedades y resultados obtenidos.
- Establecer y fortalecer líneas de investigación y programas académicos interdisciplinarios, mediante una disertación a la comunidad politécnica y la generación de al menos dos trabajos de titulación o tesis de maestría sobre el tema de investigación.
- Difundir la investigación en congresos nacionales e internacionales, generando al menos dos publicaciones indexadas SCOPUS.

9. HIPÓTESIS (opcional)

Existe información de experiencias anteriores que indican que el uso de materiales de cambio de fase (PCMs) en secadores solares consigue un significativo almacenamiento energético interno que permite incrementar la eficiencia energética térmica en el secado de productos agrícolas. Al incorporar reflectores fotónicos en los colectores solares se espera mejorar el rendimiento de producción y, por tanto, un sistema de secado sustentable de alta eficiencia energética.



procesos de convergencia tecnológica que pueden apuntalar la agrobiodiversidad local, mejores prácticas de producción sostenible con enfoque de género, técnicas eficientes de energía, entre otras y con ello, sectores en los que el país puede promover la seguridad alimentaria y competitivamente, encontrar nuevos mercados en la región.

7. PALABRAS CLAVE (4-6)

Secador solar, PCM, calor latente, sustentabilidad, reflectores fotónicos.

8. OBJETIVOS

8.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y optimizar el uso de materiales de cambio de fase (PCMs) y reflectores fotónicos, en secadores solares sustentables y de alta eficiencia energética, utilizados en productos agrícolas ecuatorianos.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Seleccionar el producto agrícola para secado, en base a un estudio de campo que, determine un producto de gran impacto social y económico en los campesinos ecuatorianos, para el que se recopilarán sus propiedades físicas y termodinámicas.
- b. Desarrollar una tipología de secadores solares sustentables de alta eficiencia energética con reflectores fotónicos para el producto agrícola seleccionado, generando un grupo de variables funcionales que permitan caracterizar su comportamiento y rendimiento térmico.
- c. Caracterizar, modelar y optimizar los procesos termodinámicos y térmicos de almacenamiento energético, con materiales de cambio de fase PCMs y reflectores fotónicos, en los secadores solares sustentables de alta eficiencia energética.
- d. Evaluar la eficiencia térmica, para diferentes configuraciones, de los parámetros caracterizados y generar una base de datos que almacene la información de las propiedades y resultados obtenidos.
- e. Establecer y fortalecer líneas de investigación y programas académicos interdisciplinarios, mediante una disertación a la comunidad politécnica y la generación de al menos dos trabajos de titulación o tesis de maestría sobre el tema de investigación.
- f. Difundir la investigación en congresos nacionales e internacionales, generando al menos dos publicaciones indexadas SCOPUS.

9. HIPÓTESIS (opcional)

Existe información de experiencias anteriores que indican que el uso de materiales de cambio de fase (PCMs) en secadores solares consigue un significativo almacenamiento energético interno que permite incrementar la eficiencia energética térmica en el secado de productos agrícolas. Al incorporar reflectores fotónicos en los colectores solares se espera mejorar el rendimiento de producción y, por tanto, un sistema de secado sustentable de alta eficiencia energética.



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

- a. Producto agrícola seleccionado por su gran impacto social y económico y base de datos con sus propiedades físicas y termodinámicas.
- b. Tipo de secador solar sustentable seleccionado, con reflectores fotónicos. Especificación de sus variables funcionales y la justificación técnica y económica de su selección, de acuerdo con el producto agrícola determinado.
- c. Modelo matemático validado y optimizado de los procesos termodinámicos y térmicos de almacenamiento, con el uso de PCMs, en los secadores solares sustentables de alta eficiencia energética.
- d. Base de datos con la información de la evaluación de la eficiencia térmica, propiedades y resultados de la investigación.
- e. Dos trabajos de titulación o tesis de maestría sobre el tema de esta investigación y una disertación a la comunidad politécnica.
- f. Al menos dos publicaciones indexadas SCOPUS.

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

La energía es fundamental para posibilitar la vida de la humanidad, las sociedades la requieren prioritariamente para sustentar el modo de vida de miles de millones de personas que demandan una calidad y expectativas de vida acorde con el desarrollo alcanzado por la humanidad. La situación energética mundial es crítica actualmente, con gravísimos problemas de contaminación, cambio climático, conflictos internacionales motivados por el acceso a los recursos, y agotamiento de combustibles fósiles. Entre los grandes objetivos y prioridades gubernamentales en el Ecuador, se encuentra el cambio o transformación de la matriz energética hacia un sistema más eficaz, eficiente y amigable con el medio ambiente.

Enmarcada en esta política estatal, esta es una propuesta de investigación interdisciplinaria, que se alinea con objetivos y líneas de investigación de la Escuela Politécnica Nacional EPN, que realiza investigación científica y aplicada para permitir el uso de vectores energéticos sostenibles como los PCMs para mejorar significativamente la eficiencia energética en los sistemas. Tiene el potencial de transformar nuestra habilidad de entender el comportamiento fundamental de procesos de calentamiento y almacenamiento energético, mediante el uso de vectores energéticos, y su aprovechamiento en el diseño y construcción de secadores solares sustentables de alta eficiencia energética para productos agrícolas ecuatorianos.

Será una contribución en la caracterización, modelamiento y optimización de los procesos de calentamiento y almacenamiento energético, mediante el uso de materiales de cambio de fase (PCMS), en secadores solares sustentables de alta eficiencia energética con reflectores fotónicos para productos agrícolas ecuatorianos, lo que tendrá implicaciones en diversas ramas y aplicaciones científicas, ingenieriles y tecnológicas. Los resultados de esta investigación de carácter fundamental y aplicado abren una amplia gama de posibilidades para generar proyectos de innovación, de interés nacional a futuro.

El estudio e identificación de variables que caracterizan el comportamiento de secadores solares sustentables de alta eficiencia energética para productos agrícolas ecuatorianos, tiene implicaciones en la generación de conocimiento y tecnologías que resuelvan problemas identificados como relevantes en el país y tiene el potencial de motivar el desarrollo de nuevos



procesos industriales y productivos a nivel nacional en el área de sistemas de conversión energética y temas de mejores prácticas de procesamiento agrícola sostenible.

El enfoque de esta propuesta en los temas energético y agrícola sustentable, que ha sido identificado como prioritarios en el plan nacional de desarrollo, tanto en sistemas de producción agrobiodiversos y centros de bioconocimiento aportarán también al fortalecimiento de procesos de convergencia tecnológica que pueden apuntalar la agrobiodiversidad local, mejores prácticas de producción sostenible con enfoque de género, técnicas eficientes de energía, entre otras y con ello, sectores en los que el país puede promover la seguridad alimentaria y competitivamente, encontrar nuevos mercados en la región.

12. ESTADO DEL ARTE, E INVESTIGACIONES PREVIAS DEL EQUIPO

(máximo tres carillas)

La mayor parte de energía solar se desperdicia en forma de calor y las tecnologías que logran la captación y uso de esta obtienen eficiencias pequeñas limitando así el uso de estos dispositivos. Una manera de evitar el desperdicio de esta energía es utilizando las tecnologías de reciclaje de fotones los mismos que pueden aportar tanto al desarrollo de la eficiencia luminosa y mejorar enormemente la energía termo fotovoltaica superando incluso a la tecnología actual llamada LED. [1]

Estudios nanofotónicos que se centran en la reutilización de fotones proponen la creación de filtros de nano capas de materiales tales como dióxido de silicio y dióxido de tantalio alternados, cada uno con espesores de menos de 1 / 100 de un cabello humano. Dispositivos creados en laboratorios muestran que sólo en la utilización de energía luminosa la eficiencia esperada sobre pasa el 40 % y en la creación de techos foto voltaicos 19 de 20 fotones son aprovechados. [2]

Utilizando un enfoque fotónico térmico se introduce un reflector solar fotónico integrado y un emisor térmico que consta de siete capas de HfO₂ (óxido de hafnio) y SiO₂ (óxido de silicio), que refleja el 97 por ciento de la luz solar incidente emitiendo fuerte y selectivamente la transparencia atmosférica. [3] Cuando se exponen a la luz solar directa superior a 850 vatios por metro cuadrado en un tejado, el refrigerador radiativo fotónico se enfría a 4,9 grados centígrados por debajo de la temperatura del aire ambiente, y tiene una potencia de 40,1 vatios por metro cuadrado a temperatura ambiente. [4]

Por otra parte, la conversión de espectro de banda ancha a espectro de emisión térmica de banda estrecha con pérdida mínima de energía es importante para la creación de sensores ambientales eficientes y biosensores así como sistemas de generación de energía termo-fotovoltaica. [5] [6]

Se ha demostrado que la intensidad de pico de emisión en algún dispositivo puede ser más de cuatro veces mayor que la de una muestra de cuerpo negro bajo la misma potencia de entrada y condiciones de gestión térmica debido a un aumento de la temperatura comparada con la referencia de cuerpo negro y el ancho de banda de emisión y angular se estrechan por un factor de 30 y 8, respectivamente. Estos resultados indican que la energía ahorrada por el control de emisiones térmicas puede reciclarse y concentrarse para mejorar la intensidad de emisión pico estrecha. [7]

En la actualidad debido a la crisis energética, el almacenamiento de energía es muy importante debido a que es una forma de utilizar la energía de manera más eficiente y de utilizar energía limpia y renovable sobre todo para reducir el impacto climático. En la construcción, el almacenamiento de energía térmica se logra con materiales de cambio de fase (PCMS). [8][9]

En los países de clima cálido, la energía debida al uso del aire acondicionado representa una parte importante del consumo total de energía. En climas fríos en cambio se necesitan grandes



cantidades de energía para secar productos agrícolas. Una forma de solucionar estos problemas es el uso de materiales de cambio de fase. Los PCMS en la construcción mantienen la temperatura interna del secador a una temperatura cercana a la temperatura de cambio de fase. [10][11]

El uso eficiente de PCMS implica al menos dos ventajas: una masa adaptada a la energía que se puede almacenar y una conductividad térmica que permite que el calor se transmita a través de todo el material. Estos materiales tienen una conductividad térmica baja y cuando se calientan una parte del material puede ser un líquido sobrecalentado mientras que otra parte permanece sólida. [12][13]

El almacenamiento de energía en los secadores de productos agrícolas, puede mejorarse encapsulando materiales de cambio de fase adecuados (PCMS) dentro de estas superficies para capturar directamente la energía solar, disminuyendo la frecuencia de los cambios de temperatura interna del aire y manteniendo la temperatura en valores deseados de confort durante un período de tiempo más largo. [14][15]

Con fundamento en estas investigaciones se propone en este proyecto de investigación: “Caracterización y optimización del uso de PCMs y reflectores fotónicos en secadores solares sustentables para productos agrícolas ecuatorianos” que aportarán al fortalecimiento de procesos de convergencia tecnológica mejorando prácticas de producción sostenible con enfoque de género, técnicas eficientes de energía, entre otras y con ello, sectores en los que el país puede promover la seguridad alimentaria y competitivamente, encontrar nuevos mercados en la región.

Se dispone de publicaciones previas relacionadas con el proyecto [16] [17].

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

La metodología y diseño de la investigación, están sustentados en el método científico y referencias bibliográficas actualizadas; por lo que en la ejecución del Proyecto se desarrollarán las siguientes actividades, por cada uno de los objetivos específicos:

Objetivo específico 1: Producto agrícola seleccionado por su gran impacto social y económico y base de datos con sus propiedades mecánicas y termodinámicas, tendrá las siguientes actividades: revisión bibliográfica sobre productos del agro ecuatoriano que requieren secado; visita de campo; análisis y selección, por su gran impacto social, del producto agrícola a ser secado; y, análisis y síntesis de una base de datos con las propiedades mecánicas y termodinámicas del producto a ser secado.

Objetivo específico 2: Desarrollar una tipología de secadores solares sustentables de alta eficiencia energética, con reflectores fotónicos, para el producto agrícola seleccionado, generando un grupo de variables funcionales que permitan caracterizar su comportamiento y rendimiento térmico, tendrá las siguientes actividades: revisión bibliográfica y análisis del estado del arte; determinación de los tipos de secadores solares sustentables para el producto agrícola seleccionado; selección del tipo de secador solar sustentable; y, determinación de variables y parámetros funcionales de este tipo de secador.

Objetivo específico 3: Caracterizar, modelar y optimizar los procesos termodinámicos y térmicos de almacenamiento energético, con materiales de cambio de fase PCMs, en los secadores solares sustentables de alta eficiencia energética con reflectores fotónicos, se realizarán las siguientes actividades: revisión bibliográfica y análisis del estado del arte; caracterización de materiales de cambio de fase PCMS; modelación matemática de los procesos termodinámicos y térmicos de almacenamiento energético en secadores solares sustentables con materiales de cambio de fase



PCMS; simulación y validación experimental del modelo matemático; análisis de la sensibilidad de los parámetros del modelo; y, optimización de estos procesos.

Objetivo específico 4: Evaluar la eficiencia térmica, para diferentes configuraciones, de los parámetros caracterizados y generar una base de datos que almacene la información de las propiedades y resultados obtenidos, tendrá las siguientes actividades: evaluación de la eficiencia térmica para diferentes configuraciones de los parámetros caracterizados; generación de una base de datos que almacene la información de las propiedades y resultados obtenidos; y, el desarrollo del informe final.

Objetivo específico 5: Establecer y fortalecer líneas de investigación y programas académicos interdisciplinarios, mediante una disertación a la comunidad politécnica y la generación de al menos dos trabajos de titulación o tesis de maestría sobre el tema de investigación para lo que se desarrollarán: al menos dos trabajos de titulación y/o tesis de maestría sobre el tema de investigación; y, se realizará, al menos, una disertación a la comunidad politécnica.

Objetivo específico 6: Difundir la investigación en congresos nacionales e internacionales, generando, al menos, dos publicaciones indexadas SCOPUS.

Bibliografía (Normas APA)

1. Ilic, O., Bermel, P., Chen, G., Joannopoulos, J. D., Celanovic, I., & Soljačić, M. (2016). Tailoring high-temperature radiation and the resurrection of the incandescent source. *Nature nanotechnology*, 11(4), 320-324.
2. Cossu, M., Murgia, L., Ledda, L., Deligios, P. A., Sirigu, A., Chessa, F., & Pazzona, A. (2014). Solar radiation distribution inside a greenhouse with south-oriented photovoltaic roofs and effects on crop productivity. *Applied Energy*, 133, 89-100.
3. Sheng, X., Johnson, S. G., Broderick, L. Z., Michel, J., & Kimerling, L. C. (2012). Integrated photonic structures for light trapping in thin-film Si solar cells. *Applied Physics Letters*, 100(11), 111110.
4. Raman, A. P., Anoma, M. A., Zhu, L., Rephaeli, E., & Fan, S. (2014). Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight. *Nature*, 515(7528), 540-544.
5. Maruyama, S., Kashiwa, T., Yugami, H., & Esashi, M. (2001). Thermal radiation from two-dimensionally confined modes in microcavities. *Applied Physics Letters*, 79(9), 1393-1395.
6. Bermel, P., Ghebrebrhan, M., Chan, W., Yeng, Y. X., Araghchini, M., Hamam, R., Johnson, S. G. (2010). Design and global optimization of high-efficiency thermophotovoltaic systems. *Optics express*, 18(103), A314-A334.
7. De Zoysa, M., Asano, T., Mochizuki, K., Oskooi, A., Inoue, T., & Noda, S. (2012). Conversion of broadband to narrowband thermal emission through energy recycling. *Nature Photonics*, 6(8), 535-539.
8. Allouhi, A. (2019). Advances on solar thermal cogeneration processes based on thermoelectric devices: A review. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 200, 109954.
9. Kumar, M., Sansaniwal, S. K., & Khatak, P. (2016). Progress in solar dryers for drying various commodities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 346-360.
10. Fudholi, A., & Sopian, K. (2019). A review of solar air flat plate collector for drying application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102, 333-345.
11. Rodriguez, A. C. Z., Gamez, M. R., & Faure, L. G. (2018). Design, construction, and energy of sustainable solar dryers in Jipijapa Canton. *International journal of physical sciences and engineering*, 2(2), 88-100.
12. Abubakar, S., Umaru, S., Kaisan, M. U., Umar, U. A., Ashok, B., & Nanthagopal, K. (2018). Development and performance comparison of mixed-mode solar crop dryers with and without thermal storage. *Renewable energy*, 128, 285-298.
13. El Hage, H., Herez, A., Ramadan, M., Bazzi, H., & Khaled, M. (2018). An investigation on solar drying: A review with economic and environmental assessment. *Energy*, 157, 815-829.



14. Janjai, S. (2019). Performance of parabolic greenhouse solar dryer equipped with rice husk burning system for banana drying. *Journal of Renewable Energy and Smart Grid Technology*, 14(1).
15. Kesavan, S., Arjunan, T. V., & Vijayan, S. (2019). Thermodynamic analysis of a triple-pass solar dryer for drying potato slices. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 136(1), 159-171.
16. Aguinaga, A; Orquera, E; Avila, C.. (2020). Characterization of Energy Vectors, in Solar Water Heaters with PCMs for Social Inter-est Housing. Canadá: AVESTIA International ASET Inc.). (Aprobado para publicar)
17. Orquera, E; Aguinaga, A; Avila, C. (2020). Assess the use of solar dryer with Photonic Solar Reflectors and PCMs in farming products in the Andean Region. Canada: AVESTIA International ASET Inc. (Aprobado para publicar)

14. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Infraestructura	Equipos	
Laboratorio	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
LABORATORIO DE TERMODINÁMICA	Calorímetro	EPN
LABORATORIO DE CARACTERIZACION TERMICA	Instrumentación especializada en sistemas térmicos	EPN
LABORATORIO DE CARACTERIZACION TERMICA	Instrumentación especializada en sistemas termodinámicos.	EPN

15. MONTO REQUERIDO

16.1 Monto y justificación del equipo requerido

Los equipos del Laboratorio se justifican en el Proyecto porque en el mismo se realizarán los procesos de validación de los modelos matemáticos obtenidos y el análisis de sensibilidad paramétrica.

16.2 Monto y justificación del personal requerido

El equipo de investigadores tiene cada uno, experiencias anteriores en investigación y además las áreas de especialización se complementan para este proyecto de investigación.

16.4 Monto y justificación de los investigadores invitados

No se han considerado investigadores invitados

16.5 Monto y justificación de los viajes y salidas del campo requeridos

Las salidas de campo servirán para determinar el producto agrícola de gran impacto social y económico para los agricultores que será objeto del proceso de secado, el monto presupuestado es de USD 720.

16. FONDOS ADICIONALES

- No se dispone.



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.
Ph.D. Álvaro Aguinaga,	1706280243	8	Ing. Mecánica	Director	Ph.D.
Ph.D. Carlos Cevallos	1709895153	6	Ing. Mecánica	Codirector	Ph.D.
Msc. Estefanía Orquera	1714407622	6	Ing. Mecánica	Colaboradora Externa	MSc.

* 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.

PhD Alvaro Aguinaga
PROFESOR EPN

Firma del Director del Proyecto
Nombre: PhD. Álvaro Aguinaga Barragán
C.I.: 1706280243

AÑO 1

Título del proyecto

CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL USO DE PCMs EN SECADORES SOLARES SUSTENTABLES PARA PRODUCTOS AGRÍCOLAS ECUATORIANOS.

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							
1.1	Ayudante de investigación 1		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2	Ayudante de investigación 2		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3	Prestación de servicios profesionales 1 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)	3	mes	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00	\$ 1.344,00	\$ 4.032,00
1.4	Prestación de servicios profesionales 2 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 1.200,00	\$ 3.600,00	\$ 1.344,00	\$ 4.032,00
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	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Equipo informático							
3.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos							

4.1	Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2	Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3	Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4	Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5	Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada							
5.1	Cantidad de libros (especificar el area)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2	Adquisición de artículos científicos			-	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo							
6.1	Pasajes al interior	2	Unidad	\$ 80,00	\$ 160,00	\$ 80,00	\$ 160,00
6.2	Viaticos y subsistencias al interior	2	Unidad	\$ 100,00	\$ 200,00	\$ 112,00	\$ 224,00
Subtotal 6				\$ 180,00	\$ 360,00	\$ 192,00	\$ 384,00
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas							
7.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes al exterior	1	Unidad	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.344,00	\$ 1.344,00
8.2	Viaticos al exterior	1	Unidad	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00
Subtotal 8				\$ 1.900,00	\$ 1.900,00	\$ 2.044,00	\$ 2.044,00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			-	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1	Unidad	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			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de suscripciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL					\$ 6.560,00		\$ 7.419,00

AÑO 2

Título del proyecto

CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL USO DE PCMs EN SECADORES SOLARES SUSTENTABLES PARA PRODUCTOS AGRÍCOLAS ECUATORIANOS.

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						
1.1	Ayudante de investigación 1		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2	Ayudante de investigación 2		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3	Prestación de servicios profesionales 1 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)	3	mes	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00	\$ 1.344,00	\$ 4.032,00
1.4	Prestación de servicios profesionales 2 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 1.200,00	\$ 3.600,00	\$ 1.344,00	\$ 4.032,00
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	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	Equipo informático						
3.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4	Insumos y reactivos						
4.1	Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

4.2	Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3	Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4	Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5	Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada							
5.1	Cantidad de libros (especificar el area)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2	Adquisición de artículos científicos			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo							
6.1	Pasajes al interior	2	Unidad	\$ 80,00	\$ 160,00	\$ 80,00	\$ 160,00
6.2	Viaticos y subsistencias al interior	2	Unidad	\$ 100,00	\$ 200,00	\$ 112,00	\$ 224,00
Subtotal 6				\$ 180,00	\$ 360,00	\$ 192,00	\$ 384,00
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas							
7.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes al exterior	1	Unidad	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.344,00	\$ 1.344,00
8.2	Viaticos al exterior	1	Unidad	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00
Subtotal 8				\$ 1.900,00	\$ 1.900,00	\$ 2.044,00	\$ 2.044,00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			-	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1	Unidad	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			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de suscripciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL					\$ 6.560,00		\$ 7.419,00

Título del proyecto

CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL USO DE PCMs EN SECADORES SOLARES SUSTENTABLES PARA PRODUCTOS AGRÍCOLAS ECUATORIANOS.

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 muestreo	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	\$ 3.600,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 360,00	\$ -	\$ 1.900,00	\$ 700,00	\$ -	\$ 6.560,00
2	\$ 3.600,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 360,00	\$ -	\$ 1.900,00	\$ 700,00	\$ -	\$ 6.560,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 7.200,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 720,00	\$ -	\$ 3.800,00	\$ 1.400,00	\$ -	\$ 13.120,00

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 muestreo	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	\$ 4.032,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 384,00	\$ -	\$ 2.044,00	\$ 959,00	\$ -	\$ 7.419,00
2	\$ 4.032,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 384,00	\$ -	\$ 2.044,00	\$ 959,00	\$ -	\$ 7.419,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 8.064,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 768,00	\$ -	\$ 4.088,00	\$ 1.918,00	\$ -	\$ 14.838,00