



## Pasantía académica México – Colombia. Estrategia de formación de Ingenieros: Experiencia de dos grupos de estudiantes

M. F. S. Monroy González<sup>a</sup>, G. A López Martínez<sup>a</sup>, L. Gómez Torres<sup>a</sup>, M. D. Galindo Torres<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Docente investigador. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Bogotá

### ARTICLE INFO

**Received:** Marzo 7, 2018  
**Accepted:** Abril 11, 2018  
**Available on-line:** Mayo 1, 2018

**Keywords:** Sistema solar fotovoltaico, compostaje, pasantía

**E-mail addresses:**  
mstella@itc.edu.co  
germanlopezm@itc.edu.co  
lmgomez@itc.edu.co  
dgalindo@itc.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2018 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

One of the purposes of the International Network for the Promotion of Research and Teaching in Rural Energization for Sustainable Development, (PRIDERAS Network), is the realization of projects between member institutions. In this specific case, an academic internship was developed for students of the Environmental Technology Engineering program of the Technological University of Tabasco (UTTAB), beneficiaries of an international mobility scholarship granted by the Mexican government, in two educational institutions of the city from Bogotá, all members of the PRIDERAS Network; One of the receiving institutions was the Technological School Central Technical Institute (ETITC), where two groups of students attended. The purpose of these two groups was: to evaluate and analyze energetically a photovoltaic solar system of 160 Wp, and to produce compost taking advantage of the solid organic waste of the cafeteria and food bank of the ETITC. The institutions were contacted and activities coordinated; Once the work plans were approved, two students were assigned to each tutor. Each work required the presentation of two partial reports and one final report. As a result, the following stand out: the validity of the methodology for evaluating the performance of the solar system, by comparing it with information from the manufacturer, which made it possible to publish an article in a scientific journal, and the production of good quality compost, based on waste organic. These works were presented at the X Earth Day of the ET.ITC, in addition to serving as a degree requirement, as Engineers in Environmental Technology at the UTTAB.

Uno de los propósitos de la Red Internacional para la Promoción de la Investigación y la Docencia en Energización Rural para el desarrollo Sostenible, (Red PRIDERAS), es la realización de proyectos entre instituciones integrantes. En este caso concreto, se desarrolló una pasantía académica de unos estudiantes del programa de Ingeniería en Tecnología Ambiental de la Universidad Tecnológica de Tabasco (UTTAB), beneficiarios de una beca de movilidad internacional otorgada por el gobierno mexicano, en dos instituciones educativas de la ciudad de Bogotá, todas integrantes de la Red PRIDERAS; una de las instituciones receptoras fue la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC), a donde asistieron dos grupos de estudiantes. El propósito de estos dos grupos fue: evaluar y analizar energéticamente un sistema solar fotovoltaico de 160 Wp, y producir compost aprovechando los residuos sólidos orgánicos de la cafetería y banco de alimentos de la ETITC. Se estableció contacto entre las instituciones y se coordinaron las actividades; una vez se aprobaron los planes de trabajo, se asignaron dos estudiantes a cada profesor tutor. Cada trabajo requirió de la presentación de dos informes parciales y uno final. Como resultado se destacan: la validez de la metodología de evaluación del desempeño del sistema solar, al compararla con información del fabricante, lo que permitió publicar un artículo en una revista científica, y la producción de compost de buena calidad, a partir de los residuos orgánicos. Estos trabajos fueron presentados en la X Jornada de la Tierra de la ET.ITC, además de servir de requisito de grado, como Ingenieros en Tecnología Ambiental en la UTTAB.

## I. INTRODUCCIÓN

La Red PRIDERAS se crea a principios de 2013, como respuesta a la necesidad de promover la investigación en temas relacionados con los diversos sistemas de energización rural y el desarrollo agroindustrial sostenible en Colombia. Está conformada por investigadores y personal altamente capacitado de diversas universidades e instituciones públicas y privadas, nacionales (de Colombia) e internacionales, quienes están comprometidos con impulsar los procesos agroindustriales, generando impactos económicos, sociales y ambientales positivos en las poblaciones rurales. (Red PRIDERAS, 2018)

La Red PRIDERAS promueve la movilidad de profesores y estudiantes, con pasantías de investigación. La Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC) de Bogotá recibe, el primer semestre de 2017, a grupos estudiantes de Ingeniería en Tecnología Ambiental, de la Universidad Tecnológica de Tabasco, (UTTAB), ganadores de una beca de movilidad internacional, para realizar una pasantía académica, de carácter investigativo, que les sirviera como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero en Tecnología Ambiental en la UTTAB. Ambas instituciones son integrantes de la Red PRIDERAS; se proyectó trabajar en uno de los objetivos planteados por la Red como es buscar mejores métodos para el uso y transformación de la energía. (Red PRIDERAS, Op Cit)

La ETITC cuenta, desde el año 2010, con un programa de formación de estudiantes investigadores, llamado “Semilleros de Investigación”, en donde se desarrollan proyectos de investigación aplicada en alguna temática específica, bajo la coordinación de un profesor tutor.

Los estudiantes pasantes se vincularon al Semillero de Energías Renovables, (SER), con el fin de desarrollar sus respectivos trabajos, para lo cual estuvieron bajo la coordinación de dos profesores, pertenecientes al Grupo de investigación en Estudios Ambientales (GEA), quienes además son coautores del presente artículo.

Uno de los grupos de estudiantes se enfocó en trabajar en la temática de energía solar fotovoltaica, evaluando un sistema solar fotovoltaico, de propiedad de la ETITC, y el otro grupo, en el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en la cafetería y banco de alimentos de la misma institución, para la producción de compost.

Los objetivos que cada grupo de estudiantes se articularon a las actividades de trabajo de los otros estudiantes miembros del semillero de investigación. Estos objetivos fueron:

### **Primer grupo de trabajo**

#### **Objetivos:**

Evaluar y analizar energéticamente un sistema solar fotovoltaico de 160 Wp, de la ETITC.

Publicar un artículo científico sobre el trabajo realizado.

Elaborar un manual de operación del sistema solar.

Participar en un evento académico exponiendo los resultados alcanzados.

Redactar el informe final de la pasantía, requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero en Tecnología Ambiental en la UTTAB.

### **Segundo grupo de trabajo**

#### **Objetivos:**

Producir compost orgánico mediante composteras eléctricas, aprovechando los residuos sólidos orgánicos generados en la cafetería y banco de alimentos de la ETITC para compararlo con un humus comercial de lombriz.

Identificar los residuos sólidos orgánicos de la ETITC, y operar las composteras eléctricas con los residuos identificados.

Evaluar el proceso de descomposición del compost a través de la medición de parámetros fisicoquímicos.

Verificar la efectividad del compost producido con el humus de lombriz comercial, mediante la comparación de resultados de la siembra de semillas de lechuga,

Participar en un evento académico exponiendo los resultados alcanzados.

Redactar el informe final de la pasantía, requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero en Tecnología Ambiental en la UTTAB.

## II. METODOLOGÍA

La metodología general, en los dos grupos de estudiantes comprende la formulación de los objetivos, el planteamiento de la hipótesis, el diseño del experimento, la escogencia de los equipos e instrumentos a utilizar, el desarrollo del experimento en sí, y el análisis de los resultados. Previo a este procedimiento, se requirió de una capacitación básica sobre la temática específica a desarrollar en cada grupo, para lo cual se hicieron unos encuentros académicos preliminares, además de consultas bibliográficas; se compartieron y aclararon conceptos entre el profesor tutor y los estudiantes.

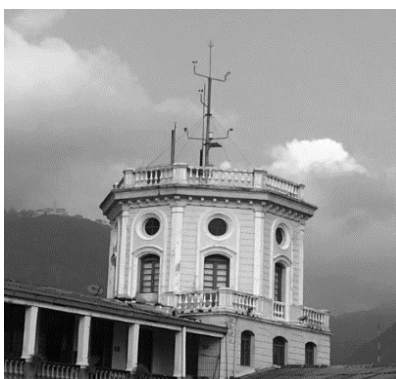
### Metodología específica con el primer grupo de trabajo

Se inició con un proceso de capacitación básica sobre diseño de sistemas solares fotovoltaicos, y la forma de evaluación del recurso energético, también se capacitó en la forma de recolectar y procesar información meteorológica de una estación de la ETITC.

La hipótesis planteada fue: El sistema solar fotovoltaico de 160 Wp, que lleva instalado y funcionando más de dos años en la ETITC, tiene un rendimiento energético de mínimo 16,5%, según información del fabricante.

En el diseño experimental se determinó que el número de datos a recolectar sería 200, cantidad suficiente para verificar o refutar la hipótesis. Estos se recolectaron durante ocho días distintos, (entre el 23 de febrero y el 9 de marzo de 2017), 25 datos diariamente, desde las 10:00 horas hasta las 14:00 horas, en lapsos de 10 minutos, los datos recolectados fueron: radiación solar incidente, y tensión y corriente generados por el sistema fotovoltaico. Adicionalmente se calcularon: la declinación solar, el respectivo índice de transparencia atmosférica, la potencia generada, y el rendimiento instantáneo del sistema fotovoltaico.

Los instrumentos y equipos utilizados fueron: la estación meteorológica de la ETITC. (Figura 1); el sistema solar de la ETITC, (Figura 2), y los equipos de medición eléctrica (Figura 3 a) y b)



**FIGURA 1.** Foto de estación meteorológica de la ET.ITC  
Fuente: Autores



**FIGURA 2.** Foto de los paneles solares del sistema solar evaluado.  
Fuente: Autores



**FIGURA 3.** Instrumentos de medición eléctrica, a) Multímetro de pinza, b) Multímetro de puntas.  
Fuente: Autores.

Se tuvo en cuenta la ubicación geográfica del sistema solar fotovoltaico, (latitud: 4.606395; longitud: -74.081802), su orientación (hacia el norte), e inclinación de los paneles ( $8,9^\circ$ ), para determinar la declinación solar en cada medición, y a partir de estos, en combinación de la radiación solar, se calcularon los índices de transparencia atmosférica.

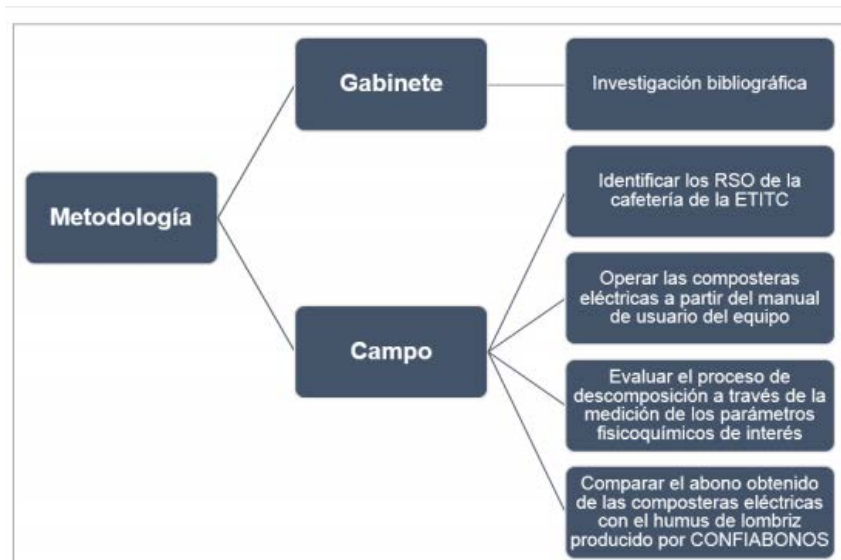
En el manejo y tratamiento de los datos, se empleó el criterio de Chauvenet, con el fin de depurar datos no confiables.

### Metodología específica con el segundo grupo de trabajo

Se inició con una capacitación básica sobre el proceso de fabricación de compost a partir de residuos orgánicos de alimentos.

La hipótesis planteada fue: Es posible obtener compost, en la ETITC, a partir de los residuos orgánicos provenientes de su cafetería y banco de alimentos, con rendimiento igual o superior al humus de lombriz comercial.

La metodología se dividió en dos etapas a saber: etapa de trabajo en gabinete, o escritorio, que consistió en una investigación bibliográfica, donde se tomaron como antecedentes, la investigación realizada por el Grupo de Investigación GEA, en el año 2010, sobre la cantidad de residuos sólidos orgánicos producidos en la institución, los proyectos de tesis generados y asesorados por el mismo grupo y los artículos publicados en la revista institucional “Letras ConCiencia Tecnológica” sobre la misma temática; y etapa de trabajo de campo, que contempló cuatro fases: identificación de los residuos sólidos orgánicos (RSO) de la ETITC; operación de las composteras eléctricas; evaluación del proceso de descomposición, y comparación del compost obtenido con el humus de lombriz comercial (Figura 4).



**FIGURA 4.** Metodología desarrollada por el segundo grupo de trabajo  
Fuente: Estudiantes pasantes.

Los instrumentos y equipos utilizados fueron: báscula, dos composteras eléctricas, pHchímetro, termómetro, conductímetro, bandejas para siembra, semillas de la variedad de lechuga crespa Simpson.

El seguimiento al experimento fue la germinación comparativa. Se proyectó trabajar con tamaños de RSO menores o iguales a 2 cm. Se sembraron semillas, en tres grupos diferentes: el primero correspondió a semillas sembradas con el compost producido, el segundo a semillas sembradas con el humus de lombriz comercial, y el tercero a las semillas testigo. Todas las semillas se sembraron en tierra proveniente de los jardines de la ETITC. El proceso de experimentación correspondió a la toma del tiempo de germinación y al tamaño máximo de crecimiento de las plántulas.

### III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los dos experimentos realizados, y los resultados académicos de la experiencia de la pasantía realizada.

#### Resultados del experimento del primer grupo de trabajo

El índice transparencia atmosférica arrojó un valor promedio de 27,3%, para los ocho días de mediciones, valor que corresponde a días relativamente nublados. En cuanto a la evaluación del sistema solar se obtuvo un valor promedio de rendimiento energético de 18,7%, con lo que se comprobó la hipótesis planteada, y por lo tanto se validó la información suministrada por el fabricante.

Se publicó, en el mes de septiembre de 2017, el artículo “Evaluación de un sistema solar fotovoltaico de 160 Wp” en la revista, *Visión Electrónica de la Universidad Distrital de Colombia*, (Itzel Alejandra Jiménez Castellanos, 2017). Se publicó en la página de la Red PRIDERAS, el manual de operación del sistema solar fotovoltaico. (Red PRIDERAS, 2018). Se realizó una ponencia, por parte de los estudiantes pasantes, en el IV Encuentro de semilleros de Investigación, en la Universidad Piloto de Colombia, (Jimenez & Castellanos, 2017). Adicionalmente, los estudiantes participaron en la X Jornada de la Tierra, desarrollada en el mes de abril de 2017 en la ETITC.

Se redactó el informe final, el cual recibió una evaluación satisfactoria, por parte del profesor tutor, y cumplió el requisito parcial para recibir el título de Ingeniero en Tecnología Ambiental en la UTTAB, otorgado en el segundo semestre de 2017.

#### Resultados del experimento del segundo grupo de trabajo

Esta investigación permitió aprovechar parte de los residuos sólidos orgánicos generados en la ETITC por la cafetería y banco de alimentos, para la producción de compost orgánico utilizando recursos y equipos con que cuenta la institución; obteniendo las siguientes conclusiones:

La generación promedio de residuos sólidos orgánicos RSO, provenientes del área de alimentos de la ETITC, son 480 kg mensuales, que pueden ser aprovechados para el mejoramiento de los suelos, con lo cual se beneficia la institución, ya que se proyectan utilizar para fertilizar los jardines y áreas verdes, además de contribuir al Programa de Gestión Integral de Residuos que se desarrolla a través del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) 2016 – 2020. En la Tabla 1 se observan los resultados comparativos de pH, conductividad eléctrica, y temperaturas del compost producido en las dos composteras.

**TABLA I. Resultados de parámetros del compost**

<i>Parámetro</i>	<i>Compostera 1</i>		<i>Compostera 2</i>	
	<i>Fecha</i>	<i>Fecha</i>	<i>Fecha</i>	<i>Fecha</i>
<i>pH</i>	30/03/2017 9.52	07/04/2017 9.86	30/04/2017 10.04	07/04/2017 10.20
<i>Conductividad</i>	2.24 $\mu$ s	2.45 $\mu$ s	1.83 $\mu$ s	2.22 $\mu$ s
<i>Temperatura</i>	44°C	42°C	41°C	36°C

Fuente: (Estudiantes pasantes)

Se registraron valores altos de pH, (mayor a 9.52), y temperaturas elevadas, (superior a 36°C), lo que lleva a pensar que el residuo orgánico debió agregarse de forma particulada, y no en trozos grandes (superiores a 2 cm). Adicionalmente, la circulación del aire debería aumentarse para contar con más cantidad de oxígeno presente en las composteras y ayudar a controlar mejor la relación C/N.

El compost se podría producir en menor tiempo si los residuos agregados tienen un tamaño menor o igual a 2 cm. En todos los casos, para las variables altura y germinación, se puede concluir que existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos; por ejemplo:

Las semillas sembradas con el compost producido tardaron mayor tiempo en germinar, en comparación con las semillas con humus de lombriz, pero menor tiempo en comparación con la muestra testigo. En el primer caso probablemente por los altos valores de pH del compost.

Las semillas plantadas con el humus de lombriz presentaron mayor porcentaje de germinación, y mayor altura, en comparación con las plantadas con el compost orgánico y la muestra testigo.

La muestra testigo presentó los rendimientos más bajos respecto a altura y germinación de la plántula, en comparación con los otros 2 grupos.

La variedad de lechuga crespa Simpson, cultivada bajo las condiciones del abono orgánico de las composteras eléctricas, demostró ser viable, pero presentó una producción de germinación menor o igual que el humus de lombriz comercial.

Con el experimento desarrollado no se pudo validar la hipótesis planteada, sin embargo, se podría obtener un compost de calidad similar al humus de lombriz, si se tienen en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Control estricto de los parámetros fisicoquímicos para que el compost orgánico se madure en condiciones óptimas, tomando en cuenta la relación C/N.
- No ingresar demasiados residuos sólidos orgánicos con exceso de humedad.
- Revisar que el compost no produzca olores nauseabundos y en caso de producirse, añadir suficiente bicarbonato de sodio y aserrín.
- Extraer el compost únicamente cuando tenga olor y color a tierra.

De forma general se deduce, que la producción de abono orgánico es una de las formas más viables y eficiente para aprovechar los residuos sólidos orgánicos que se generan en cualquier entidad o institución, disminuyendo el impacto que estos generan al ambiente.

## **Resultados académicos de la experiencia de la pasantía**

A continuación, se presentan algunos testimonios de los estudiantes pasantes, después de su experiencia en la ETITC. Sus nombres son: Araceli Díaz, Mario Ernesto Jiménez, Mayra Cano, e Itzel Castellanos, estudiantes de la División de Química en la Universidad Tecnológica de Tabasco (UTTAB) inscritos en la licenciatura de Ingeniería en Tecnología Ambiental quienes fueron beneficiarios de la beca “Movilidad Internacional 2017, de México”.

Para poder postularnos en la beca de Movilidad Internacional, debíamos tener aceptación por alguna institución de prestigio internacional en el país de nuestra elección. Posteriormente cumplir con los requisitos solicitados en la convocatoria y postularnos en el sitio web correspondiente. Al cabo de un mes se publicaron los resultados y se inició el proceso para la movilidad en nuestra institución (Cano, Castellanos, Díaz, & Jiménez, 2018).

El día 12 de enero del 2017 arribamos al aeropuerto de Bogotá, Colombia donde fuimos recibidos por el Maestro Marc Antoine Fleurisca Director de Relaciones Institucionales y Exteriores en un transporte de la Institución. El mismo maestro se encargó de llevarnos hasta la casa donde decidimos hospedarnos y orientarnos de acuerdo con la seguridad del lugar, movilidad en la ciudad, transporte, entre otros.

Cabe mencionar que durante nuestra estancia en la institución ETITC todo el tiempo fuimos apoyados tanto académicamente como personalmente por personal de la institución. (Ibíd) A los asesores asignados por parte de la ETITC se les denominó asesores empresariales, debido a que nuestra Universidad ya nos había asignado un asesor académico.

El proyecto desarrollado, era evaluado simultáneamente por ambos asesores cada mes. Fue presentado en nuestra Universidad para poder obtener la última calificación y entonces proceder a los trámites de titulación (Ibíd).

Gracias a nuestra estancia, en otra institución fuera del país, obtuvimos grandes experiencias y conocimientos que sirvieron para enriquecer las habilidades adquiridas dentro de nuestra casa de estudios. Además de ampliar nuestras opciones y horizontes, en especial lo referido a la investigación, ya que los semilleros de investigación fueron una optativa de implementación para nuestra Universidad y el comparar la normatividad de los dos países para ver la igualdad que manejan de rango en sus límites permisibles nos sirvió de ayuda para ello.

Además de desarrollar un proyecto bajo la tutela de diferentes instructores, la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central nos hizo partícipes de varios eventos tanto académicos como culturales, donde apreciamos diferentes temas desde otra perspectiva (Ibíd).

En la Figura 5 se aprecia la participación de los estudiantes pasantes en la X Jornada de la Tierra desarrollada en la ET.ITC, donde expusieron los avances de sus resultados.



**FIGURA 5.** Participación en la X Jornada de la Tierra 2017 en la ET.ITC

Fuente Autores

Durante el desarrollo de la pasantía, se tuvo la oportunidad de hacer recorridos por algunos sitios turísticos de la ciudad, como se aprecia en la Figura 6.



**FIGURA 6.** Salida ecológica al Cerro de Monserrate en Bogotá

Fuente: autores

Después de haber concluida la pasantía, de forma satisfactoria, los estudiantes regresaron a la UTTAB y lograron su título profesional de Ingenieros en Tecnología Ambiental. En la Figura 7 a) se aprecian los estudiantes en su día de graduación, y en la Figura 7 b), el grupo total de graduandos de Ingeniería Ambiental, durante el segundo semestre de 2017, en la UTTAB.



**FIGURA 7.** a) Estudiantes de los dos grupos de trabajo el día de su graduación. y b) El grupo general de graduandos en Ingeniería Ambiental en el segundo semestre de 2017 en la Universidad Tecnológica de Tabasco

Fuente: Autores pasantes

#### IV. CONCLUSIONES

La experiencia de la pasantía de los estudiantes del programa de Ingeniería en Tecnología Ambiental de la Universidad Tecnológica de Tabasco, en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central de Bogotá, permite evidenciar que es una excelente forma para apoyar la formación de los ingenieros mexicanos.

El desarrollo de actividades investigativas, a través de la Red PRIDERAS, permite el fortalecimiento de las instituciones participantes, y el crecimiento profesional y humano de los investigadores que intervienen en los proyectos desarrollados en conjunto.

La experiencia vivida con estos dos grupos de estudiantes, en la ETITC, permitió coadyuvar a su formación investigativa, situación que les servirá en su futuro desempeño profesional.

El nuevo aprendizaje que adquirieron los estudiantes pasantes, en áreas distintas a su formación académica, como es la evaluación de sistemas solares fotovoltaicos, y la producción de compost, les permite ampliar la visión de ingenieros en su vida profesional.

El hecho de experimentar un proceso de formación de ingenieros por fuera de su institución educativa ya sea ésta a nivel nacional o internacional, brinda, a los futuros profesionales la oportunidad de mirar el mundo bajo una óptica más holística, que sin duda les dará una ventaja competitiva.

Se recomienda hacer un seguimiento, en un par de años, sobre el desempeño profesional de estos nuevos ingenieros, con la intención de evaluar el impacto logrado después de la experiencia vivida.

También se recomienda seguir impulsando este tipo de experiencias con instituciones internacionales, y que se articulen a través de Redes de apoyo académico, como lo hace la Red PRIDERAS.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a: La Red PRIDERAS, y a la Universidad Tecnológica de Tabasco, por haber permitido la realización de esta pasantía académica; Las directivas de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central de Bogotá, por el apoyo en el desarrollo de esta experiencia; El grupo de investigación en estudios ambientales GEA, por su constante e incondicional apoyo.

#### REFERENCIAS

Cano, M., Castellanos, I., Díaz, A., & Jiménez, M. (2018). *Entrevista evaluativa de Pasantía en la ET.ITC.* (M. Monroy, Interviewer)



- I. A. Jiménez Castellanos, M. E. (2017). *Evaluación de un sistema solar fotovoltaico de 160 Wp*. *Visión Electrónica* 11, Número 1, 1-18.
- Jimenez, M., Castellanos, I. (2017). *IV Encuentro de semilleros Ingeniería Mecatrónica Universidad Piloto*. Experiencia semillero SER ET.ITC y U Tabasco Mexico. Bogota, Bogotá: <http://www.unipiloto.edu.co/eventos-2017-i-2/>.
- Red Prideras. (2018). Red Prideras. Retrieved from <http://www.redprideras.org/index.html>
- Red Prideras. (2018, 02 10). Red Prideras. Retrieved from Red Prideras: <http://www.redprideras.org/index.html>