

DESARROLLO DE UN DISPENSADOR DE ALIMENTO CON ARDUINO UNO PARA EL MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE

DEVELOPMENT OF A FOOD DISPENSER WITH ARDUINO UNO FOR WILDLIFE MONITORING

¹Eliezer del Jesús Casado Ramírez, ²José Luis Guillen Taje, ³Guillermina Velasco Viveros.

¹Maestría en enseñanza de las Matemáticas, ²Maestría en Gestión Educativa, ³Ingeniería en Electrónica.

^{1,2,3}Tecnológico Nacional de México, Campus Escárcega, Departamento de Energías Renovables, Calle 83 S/N, Colonia Unidad y Esfuerzo y Trabajo No. 2, C.P. 24350, Escárcega, Campeche, México.

¹ecasados@itsescarcega.edu.mx, ²taje@itsescarcega.edu.mx, ³gvelasco@itsescarcega.edu.mx

Resumen.

La propuesta que se presenta a continuación consiste en el desarrollo de un dispensador de alimento para el monitoreo de fauna silvestre con arduino UNO, utilizado en un estudio de monitoreo de pequeños y medianos mamíferos por fototrampeo en temporada de lluvia dentro las instalaciones del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal ubicado en Escárcega, Campeche.

El dispensador de alimento se elaboró con piezas de fácil adquisición en ferreterías y tlapalerías del municipio de Escárcega, con el objetivo de facilitar su construcción o reparación. Este dispensador está compuesto por tres partes; un contenedor de alimento elaborado con un garrafón de agua purificada, una estructura que soporta el garrafón la cual se elaboró con una barra de fierro circular de 0.5 pulgadas de diámetro, y un sistema dispensador de alimento conformado por un servomotor controlado por un microcontrolador Arduino UNO que es alimentado con una batería de 12 volts y para mantener cargada la batería fue conectada a un sistema fotovoltaico compuesto por un panel solar amorfo y un controlador de carga.

El dispensador estuvo en funcionamiento durante dieciséis días el cual permitió el registro en la cámara trampa de pequeños y medianos mamíferos como son: Cereque (*Dasyprocta mexicana*), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), Tlacuache (*Didelphys marsupialis*) y Cuatíes (*Nasua narica*).

Palabras Clave: Dispensador de Alimento, Arduino UNO, Fauna silvestre, Fototrampeo.

Abstract

The proposal presented below consists of the development of a food dispenser for wildlife monitoring with arduino UNO., used in a monitoring study of small and medium mammals by photo-trapping during the rainy season in the facilities of the Center for Research and Transfer of Forestry Technology located in Escárcega, Campeche.

The food dispenser was made with pieces of easy acquisition in hardware stores of the municipality of Escárcega, in order to facilitate its construction or repair. This dispenser is composed of three parts; a food container made with a bottle of purified water, a structure that supports the bottle which was made with a circular iron bar of 0.5 inches in diameter, and a food dispenser system consisting of a servomotor controlled by an Arduino UNO microcontroller that is powered by a 12 volt battery and to keep the battery charged it was connected to a photovoltaic system consisting of an amorphous solar panel and a charge controller.

The dispenser was in operation for sixteen days which allowed the recording in the camera trap of small and medium mammals such as: Cereque (*Dasyprocta mexicana*), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), Tlacuache (*Didelphys marsupialis*) and Cuatíes (*Nasua narica*).

Key words: Food Dispenser, Arduino UNO, Wildlife, Phototrap.

INTRODUCCIÓN

En el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal (CITTFOR) “El tormento” ubicado en el kilómetro 8.5 de carretera Escárcega-Villahermosa se realiza el monitoreo de fauna silvestre. Para el monitoreo de la fauna silvestre se utilizan cámaras trampa las cuales son colocadas cerca de las fuentes de agua donde la fauna silvestre asiste con frecuencia, pero en temporada de lluvia la fauna silvestre tiene disponible agua en cualquier lugar, teniendo como consecuencia poco o nula actividad en las cámaras trampa.

Para lograr un mayor registro de número de especies en el monitoreo de fauna silvestre con las cámaras trampa (fototrampeo), se planteó desarrollar un dispensador de alimento para fauna silvestre de bajo costo. El dispensador de alimentos para fauna silvestre debe proporcionar alimento cada determinado tiempo, que las piezas con las que se fabrique puedan adquirirse con facilidad, ser lo más ligero posible y desarmable para favorecer su traslado hasta el lugar de instalación, ya que en temporadas de lluvia solo se puede acceder caminando hasta el lugar donde serán instaladas y tener un menor costo comparado con los disponibles en el mercado.

El dispensador tendrá un sistema encargado de suministrar el alimento, que constará de dos placas planas, un servomotor controlado por un microcontrolador Arduino UNO, una batería de 12 volts, un controlador y un panel solar amorfo.

Se empleó el microcontrolador Arduino UNO en el dispositivo dispensador de alimento, por su fácil conectividad con la computadora y programación. El microcontrolador Arduino UNO puede controlar componentes como sensores, luces, motores, servomotores, entre otros. Documentación de como conectar los componentes antes mencionados al microcontrolador Arduino UNO y el software para su programación está disponible libremente en www.Arduino.cc [1].

MARCO TEÓRICO

Los monitoreos biológicos permiten describir cómo cambian las especies y los ecosistemas con el transcurso de los años, en base a las especies observadas y cuantos individuos de cada especie se encontraron [2]

Para el monitoreo de fauna silvestre existentes en determinada zona de estudio se pueden utilizar una gran variedad de métodos como son: observación directa de los individuos, observación de huellas o heces, telemetría, captura y cámara trampa [3].

El método de monitoreo de fauna silvestre por cámaras trampa se utiliza para determinar la presencia o ausencia de especies en una zona específica, las cuales deben ser colocadas en puntos estratégicos como senderos con una distancia de 500 y 800 metros entre ellas [4].

El uso de cámaras trampa en el monitoreo de fauna tiene ventajas como son: no perturba a la fauna en su hábitat, no se requiere captura de la fauna y el registro de muestro se puede cubrir en extensas áreas en un mínimo tiempo y esfuerzo [5].

En la actualidad existe una gran variedad de cámaras trampa que varían según la calidad de la imagen, velocidad de disparo, tipo de luz, posibilidades de configuración, entre otros. Las cámaras trampa deben ser colocadas en lugares como senderos, brechas, cerca de cuerpos de agua, rascaderos o lugares recomendados por personas familiarizadas con el área de estudio [6].

En estudios de monitoreo de la fauna silvestre se puede o no utilizar algún tipo de atrayente, como cebado, uso de esencias y grabaciones o reclamos en las estaciones o sitios donde se encuentran colocadas cámaras trampa [7]. Utilizar un cebo permite que la fauna silvestre acuda a alimentarse en los sitios donde se encuentran instaladas las cámaras trampa para su registro, este método ha sido utilizado en los estudios como el del zorro colorado y el zorro gris por la Patagonia, Argentina y en el estudio de biodiversidad de fauna vertebrada en la Antioquia, Colombia [8, 9].

DESARROLLO

El desarrollo del dispensador se realizó en seis etapas que son las siguientes: toma de requerimientos del dispensador, diseño del dispensador, análisis de costo de fabricación del dispensador, elaboración del dispensador, pruebas de funcionalidad del dispensador e implementación del

Toma de requerimientos del dispensador

Para saber los requerimientos técnicos del dispensador de alimento se llevó a cabo una reunión de trabajo con los responsables del CITTFOR, en la que se establecieron los siguientes:

- Suministrar 200 gramos de alimento cada ocho horas durante 24 horas continuas, para que el personal técnico acuda el mínimo de veces a rellenarlo.
- Sus piezas se puedan adquirir en diversos establecimientos del municipio de Escárcega, para facilitar su construcción y evitar demoras cuando se requiera reemplazarlas.
- El costo sea el menor posible en comparación con los dispensadores disponibles en el mercado.

Diseño del dispensador

En el diseño del dispensador de alimento para fauna silvestre se tomó como ejemplos los diseños de algunos dispensadores disponibles en el mercado como son: Game Winner modelo 45G SILO VP FEEDER y American Hunters modelo AH-225RDEK2, así como también se consideró los requerimientos que fueron solicitados por la CITTFOR. Posteriormente se realizó un prototipo 3D en Autodesk Inventor del dispensador automatizado de alimentos para fauna silvestre (Ver figura 1). El prototipo consta de tres partes, el contenedor de alimento, el soporte del contenedor de alimento y el sistema encargado de dispensar el alimento.



Figura 1. Modelo 3D del dispensador automatizado para fauna silvestre.

Análisis de costo de fabricación del dispensador

Como uno de los requisitos del dispensador era que sus piezas se puedan adquirir en los establecimientos del municipio de Escárcega, entonces como primer paso se realizaron visitas a ferreterías y tlapalerías del municipio de Escárcega, con el propósito identificar el material con el que cuentan y así elegir entre elaborar o adquirir los componentes del dispensador. De las visitas hechas se determinó tres opciones posibles para el contenedor de alimento; la primera una cubeta de plástico de 20 litros, la segunda un garrafón de agua purificada de 20 litros y la tercera construir un contenedor con lamina lisa galvanizada.

La opción de construir el contenedor con lámina galvanizada implica un mayor costo por la compra de ésta y construcción, en comparación con la cubeta de plástico o un garrafón de agua purificada que se pueden adquirir con facilidad.

Con la finalidad de tomar la decisión de elegir la cubeta o el garrafón de agua purificada, como contenedor del alimento para el dispensador, conllevó a adquirir ambas ya que tienen una capacidad de 20 litros y precios similares. A continuación, se realizó una perforación de cuatro pulgadas a cada uno de ellas, a la cubeta por la parte de inferior y al garrafón de la parte de superior (implicando así, la eliminación del cuello del garrafón).

Posteriormente se tapó de manera provisional con una placa de plástico la perforación de cada recipiente para evitar que se saliera el maíz con los que fueron llenados. Se tomó la decisión de llenar con maíz ambos recipientes debido a que es lo que come la mayoría de las especies de fauna silvestre [10,11,12].

Una vez llenada la cubeta y el garrafón con maíz, se retiró la placa de plástico que se había colocado de manera provisional a cada una de ellas, propiciando que empezaran a vaciarse y con un cronometro digital se midió el tiempo que tardó dicha acción, registrando que la cubeta requirió 23 segundos y el garrafón 20 segundos en vaciarse, sin embargo, a la cubeta le quedó maíz que se puede atribuir a su construcción geométrica (ver figura 2), por lo que se eligió (fue seleccionado) el garrafón como el contenedor de alimento del dispensador.



Figura 2. Representación gráfica de los residuos de maíz durante el vaciado de los recipientes.

Una vez seleccionado el garrafón como contenedor de alimento del dispensador, se enlistaron todos los materiales a utilizar para construcción del dispensador y después como segundo paso se realizó un análisis de costos unitarios de los mismos, donde se determinó que su costo total es \$ 3000 siendo este mucho menor comparado con los otros dispensadores de alimento para fauna silvestres disponibles en el mercado como el Game Winner modelo 45G SILO VP FEEDER y American Hunters modelo AH-225RDEK2 por mencionar algunos, los cuales tiene un costo aproximado de \$ 8000.00 y \$ 6000.00 respectivamente (ver tabla 1).

Entonces como el costo del dispensador diseñado era menor en comparación con los disponibles en el mercado, se procedió con su elaboración.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe
Garrafón de agua	Pieza	1	\$ 50.00	\$ 50.00
Coplee para tubo hidráulico de pvc de 4 pulgadas de diámetro	Pieza	1	\$ 80.00	\$ 80.00
Coplee para tubo sanitario de pvc de 2 pulgadas de diámetro	Pieza	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Pintura en spray de secado rápido	Pieza	2	\$ 35.00	\$ 70.00
Varilla de hierro media pulgada de diámetro	Metro	5	\$ 30.00	\$ 150.00
Tornillos hexagonales con tuerca	Pieza	3	\$ 10.00	\$ 30.00
Microcontrolador Arduino Uno	pieza	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Servomotor	Pieza	1	\$ 150.00	\$ 150.00
Tubo de Plastiacer	Pieza	1	\$ 70.00	\$ 70.00
Panel solar amorfo de 12 volts	Pieza	1	\$ 1400.00	\$1400.00
Batería de 12 volts recargable	Pieza	1	\$ 300.00	\$ 300.00
Cable eléctrico para autos	Metro	4	\$ 10.00	\$ 40.00
Mano de obra de una persona por día de trabajo	Jornada	2	\$ 200.00	\$ 400.00
			Total	\$ 3000.00

Tabla 1. Costos unitarios de fabricar un dispensador de alimento

Elaboración del dispensador

Como primer paso se pintó de color verde oscuro al garrafón de agua quien tendrá la función de contenedor del dispensador de alimento para fauna silvestre, con la finalidad de mimetizarlos que es confundir un objeto con el fondo, disfrazarlo, disimular o confundirlo con el ambiente o entorno que lo rodea [13].

Como segundo paso se procedió a fijar con plastiacer por la parte de superior del garrafón de agua un coplee de PVC para tubo hidráulico de 4" donde estará el sistema encargado de dispensar el alimento para la fauna silvestre (ver figura 3) más adelante explicaremos a detalle dicho sistema.



Figura 3. Garrafón de agua de 20 litros fijado a un coplee de PVC para tubo de hidráulico d 4"

Posteriormente se realizó una perforación en la parte inferior del garrafón donde se fijó con plastiacer un coplee de PVC para tubo sanitario de 2", para introducir el alimento (ver figura 4).



Figura 4. Apertura para introducir alimento al contenedor.

El tercer paso se elaboró la base que soporta el contenedor de alimento, dicha base está compuesta por cuatro piezas, un anillo de 4.0221 pulgadas de diámetro interior elaborado con una placa de hierro de 0.125 pulgadas de grosor y 1 pulgada de ancho, que a su vez tiene soldado tres tuercas de 0.5 pulgadas de diámetro interior con 120° de separación entre cada una (ver figura 5). Las otras tres piezas son varillas de 140 cm de largo y 0.5 pulgadas de diámetro, quienes tienen soldadas en uno de sus extremos un tornillo cabeza hexagonal de 2 pulgadas de largo y 0.5 pulgada de diámetro (ver figura 6).

En el cuarto paso se construyó el sistema responsable de dispensar el alimento, mismo que está compuesto por dos placas planas, la primera (placa 1) sostiene el alimento del contenedor (ver figura 7) y la segunda (placa 2) es la encargada de dejar caer el alimento cuando esta es movida por un servomotor (ver figura 8).

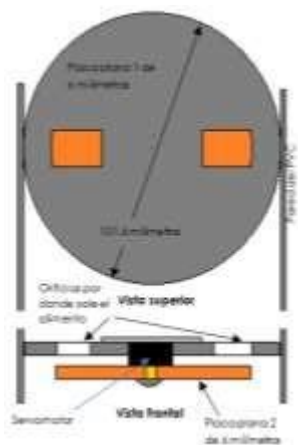


Figura 7. Sistemas de dispensador de alimento cerrado.

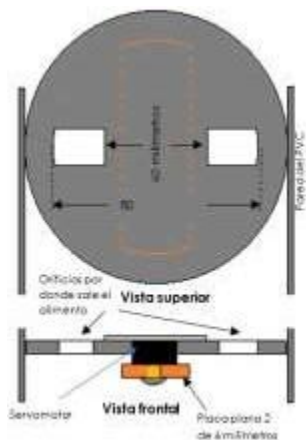


Figura 8. Sistemas de dispensador de alimento abierto.

La placa 1 está sujeta a las paredes del PVC y la placa 2 está fijada al eje del servomotor de 6 volts con características de 11Kgf-cm con rotación de 180°. El servomotor está sujeto a la placa 1 y cuando se encuentra apagado, la placa 2 se ubica por debajo de los orificios de la placa 1 permitiendo así que no salga el alimento del contenedor (ver figura 9).

Cuando el servomotor se enciende su eje y la placa 2 rotan 90°, provocando que el alimento salga por los orificios de la placa 1 (ver figura 10).

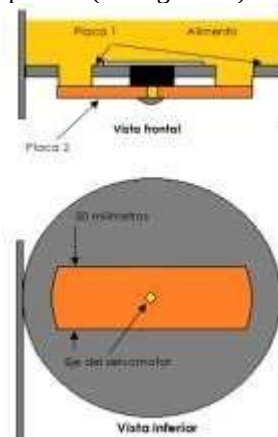


Figura 9. Sistemas de dispensador de alimento apagado

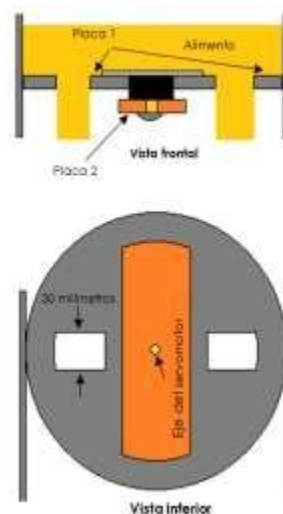


Figura 10. Sistemas de dispensador de alimento encendido.

Cuando el servomotor se enciende rota 90°, permaneciendo ahí un lapso de tiempo y luego regresa a su posición de inicio. El tiempo que tardan estos movimientos se determinarán cuando se realicen las pruebas de funcionalidad del dispensador de alimento.

El encendido y apagado del servomotor se controlará con un microcontrolador Arduino UNO que será alimentada con una batería de ácido-plomo de 12 volts y 1,2 Ah. Para prolongar la carga de la batería se conectará a esta un sistema fotovoltaico formado por un controlador de 6 Amper y un panel solar amorfo de 12 volts.

El quinto paso consistió en el armado de los componentes responsables del funcionamiento del microcontrolador Arduino UNO, mismo que constó en conectarlo a un sistema fotovoltaico compuesto por un panel solar amorfo de 12 volts, una batería de 12 volts y un controlador de panel solar (ver figura 11 y 12).

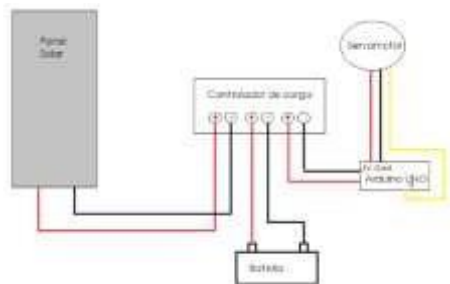


Figura 11. Esquema de conexión del Sistema fotovoltaico



Figura 12. Sistema fotovoltaico responsable del funcionamiento del microcontrolador Arduino UNO

Pruebas de funcionamiento del dispensador

Para realizar pruebas del funcionamiento del sistema que permite dispensar el alimento, del tiempo que está en funcionamiento sin que la batería estuviera recargándose, así como también para determinar el tiempo requerido para dispensar 200 gramos de alimento (ver figura 13), se decidió llenar el dispensador de alimento de fauna silvestre con maíz y alimento concentrado para perro, ya que la vida silvestre que se puede encontrar en la región son: pecarí de collar, venado, tlacuache, armadillo, venado cola blanca, cuatíes, pavo ocelado, codorniz, hocofoaisán por mencionar algunos [14,15], mismo que se alimentan de insectos, granos como sorgo y maíz, hiervas, frutas y algunos en cautiverio comen alimento concentrado para conejo, perro o gato [10,11,12].



Figura 13. Prueba de funcionalidad del dispensador de alimento en las instalaciones del ITSE

De las pruebas de funcionalidad se observó que en ocasiones se obstruía el orificio por donde sale el alimento y esto se debía al tamaño de las semillas del grano maíz y los pellets del alimento balanceado para perro, por lo que se evitó dicha problemática llenando ahora el dispensador con maíz quebrado y alimento concentrado para gato que tienen un tamaño menor que la de perro.

Por otro lado, se determinó que el servomotor debe estar en funcionamiento 12 segundos (2 segundos para que eje rote 90°, 8 segundos permanece en esa posición y 2 segundos para regresar a su posición inicial) para que deje caer 200 gramos de alimento, y que el tiempo de funcionalidad del microcontrolador Arduino UNO sin que la batería de 12 volts este recargándose con el panel solar amorfo es de treinta seis horas aproximadamente.

Implementación del dispensador

El dispensador de alimentos para fauna silvestre se instaló en lugares distintos dentro del predio del CITTFOR (ver figura 14), específicamente a una distancia no mayor de quince metros del mirador por la disponibilidad de la luz solar que requiere el panel solar para recargar la batería que alimenta la tarjeta de microcontrolador Arduino UNO. Para evitar que el dispensador fuera derribado, por la fauna se enterraron 20 cm de sus patas en el suelo. El dispensador estuvo en función durante dieciséis días surtiendo comida cada 8 horas (ver figura15), a un metro y medio de ellos se instaló una cámara trampa con el objetivo de registrar la fauna silvestre que acude a alimentarse.



Figura 14. Representación esquemática de los lugares donde se instala el dispensador de alientos.



Figura 15. Dispensador automático de alimento en funcionamiento

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los materiales con los que fue elaborado el dispensador se pueden comprar en cualquier ferretería o tlapalería y tienda de electrónica, por lo se puede considerar que cumple el requerimiento de que sus piezas o refacciones puedan adquirirse con facilidad.

Por otro lado, durante los 16 días que estuvo en funcionamiento el dispensador de alimentos para fauna silvestre se registraron pequeños mamíferos y aves como son: Cereque (*Dasyprocta mexicana*) (ver figura 16), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), Tlacuache (*Didelphys marsupialis*) (ver figura 17), Chacalca (*Ortalis vetula*) y Coatis (*Nasua narica*).



Figura 16. Cereque (*Dasyprocta mexicana*)



Figura 17. Tlacuache (*Didelphys marsupialis*)

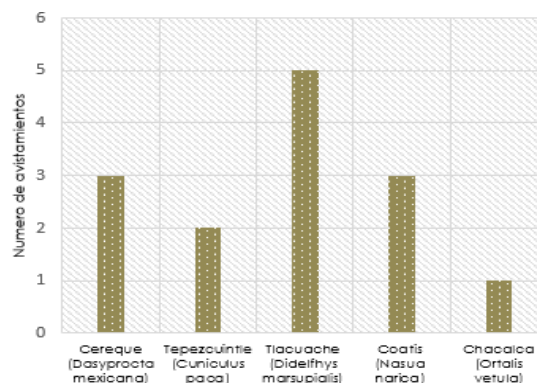


Figura 18. Número de avistamiento por especie registrada durante la implementación de dispensador de alimento

En otros estudios donde monitorean mamíferos arborícolas o terrestres utilizando cámaras trampa y como cebo alimento para perro, frutas o vegetales, logran el registro significativo de especies, sin embargo, esto solo puede ocurrir una sola vez al día mientras haya cebo, ya que una vez consumido el cebo por algún animal no permite tener el registro de otro en el lugar donde están instaladas las cámaras trampas. Para tener un mayor número de registro de avistamiento en las cámaras trampa conlleva una revisión continua de los cebos, para colar más en caso de que ya no se encuentren [16,17].

Por otra parte, en estudios en los se dejan semillas, concentrado de perro y gato como cebo para el monitoreo de fauna silvestre por cámaras trampa y revisándose estas últimas en periodos de 21 días cabe la posibilidad que durante el primer día de haber dejado el cebo la fauna silvestre se lo consuma todo, disminuyendo la probabilidad de obtener algún avistamiento en las cámaras trampa en los días posteriores [18]. Por lo que empleando el dispensador de alimento desarrollado y programándolo para que surta una vez al día una cantidad pequeña considerada del cebo, permitiría que este durante 21 días suministrando cebo, lo que podría significar unaumento en la probabilidad de tener algún el registro de fauna

silvestre en estos tipos de estudio donde se emplean y revisan las cámaras trampa en largos periodos de días.

Cabe mencionar que haber utilizado el dispensador de alimento en el estudio de monitoreo fauna silvestre por fototrampeo presento dos grandes ventajas; la primera permitió el registro fotográfico de la fauna silvestre más de una vez al día, ya que este surtía alimento tres veces al día permitiendo el registro de especies diurnas y nocturnas, y la segunda es que el dispensador dura surtiendo alimento cuatro días continuos, posteriormente hay que volver a rellenar el contenedor con cebo, lo que permite un menor desgaste físico de la persona encargada del monitoreo por caminatas generadas por la revisión de los cebos donde se encuentran instaladas las cámaras trampa.

CONCLUSIONES

Conforme lo presentado en la tabla 1 se puede concluir que el dispensador de alimento para fauna silvestre desarrollado para el CITIFOR tiene un costo menor comparado con algunos disponibles en el mercado como son el Game Winner modelo 45G SILO VP FEEDER y American Hunters modelo AH-225RDEK2. En comparación del dispensador de alimento desarrollado con los disponibles en el mercado, presenta dos ventajas, una es su facilidad de traslado al lugar de estudio ya que es armable y pesa menos, y la otra es que para su reparación sus componentes se pueden adquirir en cualquier ferretería, evitando así la búsqueda de sus refacciones en tiendas especializadas.

También cabe mencionar que aunque el dispensador de alimento desarrollado puede suministrar alimento según las necesidades del usuario, presenta una desventaja al cambiar el parámetro del tiempo entre suministro de alimento y el tiempo de apertura del mecánico responsable dejar caer el alimento, ya que se tiene que reprogramar el microcontrolador Arduino UNO lo que implica contar con una computadora portátil, que pudiera ser difícil o imposible su uso en temporada de lluvias y/o que el usuario tenga conocimiento de cómo saber reprogramar el microcontrolador Arduino UNO.

Por otra parte, el dispensador de alimento permitió un mayor registro de fauna silvestre en las cámaras trampa en comparación con la manera tradicional, que consiste en esperar a que la fauna pase por los lugares donde hay rastros de la presencia de ellos, sin embargo, faltaría saber si especies como venado cola blanca, pecarí de collar pudieran provocar daño o derribar el

dispensador de alimento y de ser así se tendría que rediseñar la estructura que soporta el contenedor de alimento.

TRABAJO FUTURO

Se considera implementar el dispensador de alimentos en la temporada de seca en los lugares lejanos a los cuerpos de agua del CITIFOR, con el propósito poder comparar las especies registradas durante cada temporada. También se buscará integrar al dispensador de alimento un sistema que facilite la programación de los tiempos de encendido y apagado del mecanismo encargado de dispensar alimento; y agregar un sistema que tome fotos para el registro fauna silvestre evitando así el empleo de las cámaras trampa.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal, por las facilidades prestadas durante la implantación del dispensador de alimento para fauna silvestre.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Morales, R. y Guevara, J. (2012). Aplicaciones domóticas con Android y Arduino. Revista tecnológica, 5(5), (Pág. 6-10).
- [2] Chediack, S. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? Conabio. México.
- [3] De la Maza, M. y Bonacic, C. (2013). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [4] Díaz, A. y Payán, E. (2012). Manual de Fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Panthera Colombia.
- [5] Botello, F., Monroy, G., Illoldi, R., P., Trujillo-Bolio, I., & Sánchez-Cordero, V. (2007). Sistematización de imágenes obtenidas por fototrampeo: una propuesta de ficha. Revista mexicana de biodiversidad, 78(1), (Pág. 207-210). Obtenido de <http://www.revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/388/1915>
- [6] Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R., Zarza, H. y Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- [7] González, A. (2011). Métodos de captura y contención de mamíferos. En Gallina, S. y López, C. (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. Obtenido de http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/tecnicas_fauna.pdf

- [8] Travaini, A., Zapata, S., Zoratti, C., Soria, G., Escobar, F., Aguilera, G., y Collavino, P. (2003). Diseño de un programa de seguimiento de poblaciones de cánidos silvestres en ambientes esteparios de la Patagonia, Argentina. Acta zoológica mexicana, Núm. 90, (Pág. 1-14). Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oi?id=57509001>
- [9] Quintana, L., Carmona, M., Plese, T., Ruales, C. y Monsalve, S.(2016). Análisis de la biodiversidad de fauna vertebrada en una finca de Caldas, Antioquia. Rev Med Vet. Revista, (32), (pp. 53-65)
- [10] Arcangeli, J. (2014). Manejo de crías de zarigüeya (*Didelphis virginiana*) en cautiverio. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 15, núm. 9, (Pág. 1-13). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63632727002.pdf>
- [11] Superina, M., Brieva, C., Aguilar, R. y Trujillo, F. (2014). Manual de mantenimiento y rehabilitación de armadillos. Bogotá, Colombia
- [12] SEMARNAT. 2011. Plan de manejo tipo para pecarí de collar, Dirección General de Vida Silvestre.
- [13] Lozano, J. (2008). Camuflaje: una estrategia de disimulación. Revista de Occidente, Num.330, (Pág. 5-6). Obtenido de https://ortegaygasset.edu/wpcontent/uploads/2018/07/30_Jorge-Lozano.pdf
- [14] Alcérreca, C., de Benito, R., Lara, L. y Alonzo, D. (2009). Mamíferos de la Península de Yucatán, Guía completa. Dante. Mérida Yucatán, México.
- [15] Llamosa, N. E., & Rodríguez, G. (2018). Aves comunes de la Península de Yucatán. Editorial Dante, México.
- [16] Alfonso, C. y Sánchez, F. (2019). Mamíferos no voladores en un campus universitario de la Orinoquia colombiana. Revista Mammalogy Notes, 5(2), 29-39. Obtenido de <https://mammalogynotes.org/ojs/index.php/mn/article/view/126/128>
- [17] Elvir, F., Marineros, L. y Vega, H. (2019). Ensayo de estudio de mamíferos arborícolas usando trampas cámara en tapescos en dos sitios en Choluteca, Honduras. Revista Scientia hondurensis, 2(1), (pp.12-18). Obtenido de <https://scientiahondurensis.wordpress.com/numero-1-2/>
- [18] Cabrera, A., Galeano, A., Mazabel, E., Quintana, L. y Monsalve, S. (2017) Evaluación del estado actual de zarigüeyas (*Didelphismarsupialis*) en tres zonas del Valle de Aburrá. Revista Journal of Agriculture and Animal Sciences, 6(1), (pp.30-40). Obtenido de

<http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/jals/article/view/1460/1300>

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR (ES)
Conceptualización Metodología Análisis Formal Administración del proyecto Escritura -Revisión y edición	Eliezer del Jesus Casado Ramirez
Preparación del borrador original Recursos (principal)	José Luis Guillen Taje
Recursos (apoyo) Supervisión Visualización	Guillermina Velasco Viveros



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons
Atribución 4.0.