

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**CONSTRUCCIÓN DE UNA TRAMPA ELECTRÓNICA PROTOTIPO PARA LA
CAPTURA DEL CARACOL AFRICANO**

**AUTOR:
JONATHAN DAVID VERGARA ZURITA**

**TUTOR:
VÍCTOR HUGO NARVÁEZ VEGA**

Quito, Mayo del 2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Vergara Zurita Jonathan David, con documento de identificación N° 1719752626 , manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: “CONSTRUCCIÓN DE UNA TRAMPA ELECTRÓNICA PROTOTIPO PARA LA CAPTURA DEL CARACOL AFRICANO”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

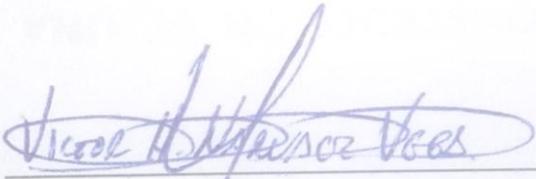


.....
Vergara Zurita Jonathan David
C.C.No. 1719752626
Mayo, 2017

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, **CONSTRUCCIÓN DE UNA TRAMPA ELECTRÓNICA PROTOTIPO PARA LA CAPTURA DEL CARACOL AFRICANO** realizado por Vergara Zurita Jonathan David, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Mayo 2017



.....

Víctor Hugo Narváez Vega
C.C.No. 1711886877

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a toda mi familia y al Divino Niño Jesús el cual soy devoto.

A mis hermanos Estalin, Ismael, Lisbeth, mi sobrino Justin y Cuñado Tito Elizalde por haberme apoyado durante todos estos años de estudio y brindarme siempre una voz de aliento cuando uno más se lo necesita y siempre regalarme todo su cariño.

A mis padres Sonia Zurita y Darío Vergara por siempre estar a mi lado apoyándome y no permitir que me rinda en los momentos más difíciles que tuve que pasar para cumplir con mi meta propuesta, por sus consejos, experiencias y sobre todo por todos los valores que me inculcaron desde pequeño para convertirme en la persona soy.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por haberme brindado todos los conocimientos que he adquirido durante todos estos años, y los valores que imparte esta universidad en los estudiantes.

Agradezco al Ing. Víctor Hugo Narváez por todo el apoyo que me brindo en la realización y asesoramiento de este proyecto, por su amistad, paciencia que tubo para poder haber cumplido satisfactoriamente con este proyecto.

Y finalmente con el Sr Eliver Moreira que fue la persona encargada para poder realizar las pruebas de campo en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y por haberme brindado su amistad durante los días de prueba del proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Problema de estudio	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos	2
1.4.1 Objetivo general	2
1.4.2 Objetivos específicos	2
1.5. Propuesta de solución.....	3
1.6. Metodología	3
1.7. Grupo de objetivos	3
CAPÍTULO 2.....	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Caracol Africano (Achatina Fulica).....	4
2.2. Achatina Fulica en el Ecuador	6
2.3. El riesgo biológico y ambiental que ocasiona el caracol africano	6
2.4.Métodos de recolección y eliminación del caracol africano	9
2.4.1. Método Manual	9
2.4.2. Método Mediante Utilización de Trampas Caseras	10
2.4.3. Método Mediante la Utilización de Productos Químicos	11
CAPÍTULO 3.....	13
DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE	13
3.1. Ingeniería Concurrente.....	13

3.2. Casa de Calidad	14
3.2.1. Paso 1 Voz del Cliente.....	14
3.2.2. Paso 2 Análisis de la Competencia.....	15
3.2.3 Paso 3 Voz del Ingeniero	17
3.2.4. Paso 4 Correlaciones.....	17
3.2.5. Paso 5 Evaluación Técnica	18
3.2.6. Paso 6 Compromisos Técnicos.....	19
3.3. Módulo funcional.....	21
3.4. Alternativas de selección para el Nivel 2 del Esquema Modular	22
3.4.1. Entrada de la Trampa.....	22
3.4.2. Depósito de Caracoles	23
3.4.3 Controlador	25
3.4.4. Actuador	27
3.4.5. Detección de Presencia.....	28
3.4.6. Sistema de Eliminación	30
3.5. Alternativas de Selección de la Trampa Electrónica	31
3.6. Evaluación de Solución por el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados	33
3.7. Hardware del sistema prototipo de control.....	37
3.7.1. Batería de lipo de 3 celdas de 11.1v.....	37
3.7.2. Sensor infrarrojo	38
3.7.3. RTC(reloj de tiempo real.....	39
3.7.4. Sensor de lluvia.....	39
3.7.5. Tarjeta de control arduino Mega.....	40

3.7.6. Generador de alto voltaje.....	41
3.7.7 Bomba de agua poong sung	42
CAPÍTULO 4.....	43
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	43
4.1. Diseño Electrónico de la Trampa Electrónica Prototipo	44
4.2. Flujo de control de la trampa electrónica prototipo para la captura del caracol africano	44
4.3. Implementación de la trampa electrónica prototipo para la captura del caracol africano	47
4.3.1.Carcaza del Prototipo	47
4.3.2. Diseño de la Trampa Electrónica Elaborada en Tol Galvanizado	47
4.3.3.Ubicación de los Sensores en el Prototipo	48
4.3.4. Ubicación de los Aspersores en el Prototipo.....	49
4.3.5.Módulo de Control	50
4.4. Partes del Prototipo	50
CAPÍTULO 5.....	52
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	52
5.1 Pruebas de funcionamiento del prototipo.....	53
5.2 Pruebas de campo de la trampa electrónica para recolectar caracoles africanos.	56
5.2.1. Prueba de nivel de descarga de la batería de la trampa electrónica	57
5.3 Presupuesto	59
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES.....	62
LISTA DE REFERENCIAS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Caracol Africano	5
Figura 2.2. Distribución del caracol africano en Ecuador	6
Figura 2.3. Trasmisión de enfermedades	8
Figura 2.4. Recolección manual del caracol africano.	9
Figura 2.5. Trampa casera para la recolección del caracol africano.	11
Figura 2.6. Matababosa	12
Figura 3.1. Casa de calidad para la trampa electrónica.....	20
Figura 3.2. Esquema Modular de la Trampa Electrónica de Nivel 1	21
Figura 3.3. Esquema Modular de la Trampa Electrónica de Nivel 2.....	22
Figura 3.4. Recipiente de Químicos.....	23
Figura 3.5. Envase Plástico	23
Figura 3.6. Lámina de acrílico transparente.....	24
Figura 3.7. Arduino Mega.....	25
Figura 3.8. Pic	26
Figura 3.9. PLC Logo	26
Figura 3.10. Bomba de agua de 12V.....	27
Figura 3.11. Generador de alto voltaje.....	28
Figura 3.12. Final de carrera.	28
Figura 3.13. Diodo emisor receptor infrarrojo IR 383	29
Figura 3.14. Sensor de distancia ultrasónico HC SR04	29
Figura 3.15. Hardware del prototipo para la recolección y eliminación del caracol.....	37
Figura 3.16. Batería zippy de 3 celdas	38
Figura 3.17. Sensor infrarrojo emisor receptor IR383	39
Figura 3.18. Reloj de tiempo real.....	39

Figura 3.19. Sensor de lluvia.....	40
Figura 3.20. Arduino Mega.....	41
Figura 3.21. Generador de alto voltaje.....	41
Figura 3.22. Bomba de agua para humedecer la trampa.	42
Figura 4.1. Circuito indicador del estado de carga de la batería.....	43
Figura 4.2. Lógica de la detección de presencia del caracol africano	45
Figura 4.3. Flujo grama de la aspersión y luz linterna del prototipo	46
Figura 4.4.Carcasa del prototipo	47
Figura 4.5. Vista frontal del diseño elaborado en tol galvanizado	48
Figura 4.6. Localización de los tres sensores infrarrojos emisor y tres sensores infrarrojos receptores en el tol galvanizado.....	49
Figura 4.7. Localización de mini aspersores en el tol galvanizado.....	49
Figura 4.8. Caja de acrílico con los circuitos y la bomba de agua de evacuación	50
Figura 4.9. Vista posterior y partes de la trampa electrónica.....	51
Figura 4.10. Prototipo ya ubicado en el cultivo de papaya	51
Figura 5.1. Mapa donde se realizó las pruebas de la trampa electrónica	52
Figura 5.2. Caracol ingresando en la trampa electrónica.....	56
Figura 5.3. No de caracoles recogidos según el tipo de carnada que se puso en la trampa	57
Figura 5.4. Nivel de descarga del prototipo durante las pruebas en la noche	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Porcentaje de caracoles contagiados con el nematodo <i>Angiostrongylus cantonensis</i> de acuerdo a la provincia en la que se recogió al caracol africano.....	7
Tabla 2.2. Porcentaje de personas contagiadas con meningoencefalitis eosinofílica según las provincias del Ecuador	8
Tabla 3.1. Lista de demandas del cliente.	14
Tabla 3.2. Ventajas y desventajas de utilizar el método de trampa casera	15
Tabla 3.3. Ventajas y desventajas de utilizar el método mediante utilización de productos químicos.	15
Tabla 3.4. Análisis de competencia	16
Tabla 3.5. Características Técnicas de las demandas.....	17
Tabla 3.6. Valoración de las correlaciones	18
Tabla 3.7. Incidencia de las características técnicas	18
Tabla 3.8. Correlaciones de Compromisos Técnicos.....	19
Tabla 3.9. Ventajas y desventajas de utilizar un envase plástico.....	24
Tabla 3.10. Ventajas y desventajas de utilizar el acrílico como depósito de caracoles ..	24
Tabla 3.11. Ventajas y desventajas de utilizar tol galvanizado como depósito de recolección	25
Tabla 3.12. Ventajas y desventajas de utilizar arduino.....	25
Tabla 3.13. Ventajas y desventajas de utilizar un microcontrolador	26
Tabla 3.14. Ventajas y desventajas de utilizar un PLC.....	27
Tabla 3.15. Ventajas y desventajas de utilizar una bomba de agua	27
Tabla 3.16. Ventajas y desventajas de utilizar un generador de alto voltaje	28
Tabla 3.17. Ventajas y desventajas de utilizar finales de carrera.....	28
Tabla 3.18. Ventajas y desventajas de utilizar sensores infrarrojos.....	29

Tabla 3.19. Ventajas y desventajas de utilizar sensor ultrasónico HC SR04.....	30
Tabla 3.20. Ventajas y desventajas de utilizar productos químicos para eliminar al caracol africano	30
Tabla 3.21. Ventajas y desventajas de incinerar al caracol.....	30
Tabla 3.22. Construcción de las alternativas de cada módulo	31
Tabla 3.23. Componentes que conforman la Alternativa 1 (A1).....	31
Tabla 3.24. Componentes que conforman la Alternativa 2 (A2).....	32
Tabla 3.25. Componentes que conforman la Alternativa 3 (A3).....	32
Tabla 3.26. Componentes que conforman la Alternativa 4 (A4).....	32
Tabla 3.27. Componentes que conforman la Alternativa 5 (A5).....	32
Tabla 3.28. Componentes que conforman la Alternativa 6 (A6).....	32
Tabla 3.29. Evaluación de criterios de selección	34
Tabla 3.30. Evaluación del criterio “Seguridad”	34
Tabla 3.31. Evaluación del criterio “Detección de presencia del animal”	35
Tabla 3.32. Evaluación del criterio “Material”	35
Tabla 3.33. Evaluación del criterio “Costo”	36
Tabla 3.34. Prioridad según las alternativas que se obtuvo	36
Tabla 5.1. Lista de verificación de funciones del prototipo.....	53
Tabla 5.2. Prueba de tipo de carnada que se va a utilizar y cantidad de caracoles atrapados cada día	56
Tabla 5.3. Proyección de la proliferación del caracol africano.....	57
Tabla 5.4. Prueba de descarga de la batería durante la noche por un día.....	58
Tabla 5.5. Presupuesto del prototipo.....	59

RESUMEN

El documento hace referencia al diseño y construcción de un sistema prototipo de trampa electrónica para atraer y capturar el caracol africano que está afectando a los cultivos de papaya, en la parroquia de San Jacinto del Búa, recinto Palma Sola, km 14, de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Este proyecto tiene como principal beneficiario los pequeños agricultores de la zona, los cuales podrán minimizar los daños y pérdidas que pueda causar este molusco en sus cultivos.

Este prototipo de control cuenta con un envase de recolección en el cual se puede poner la carnada y se recogen los caracoles que caen después de haber recibido la descarga eléctrica, en su exterior cuenta con un envase de plástico que contiene agua, además de una bomba de aspersión la cual riega agua cada hora durante tres segundos para humedecer la trampa y que esto también sea un atrayente más para que los caracoles ingresen al prototipo. También cuenta con una bomba que extrae agua de su interior para los días que llueva cuando esta ingrese en la trampa, además cuenta con luces de avisos, una batería de 12 voltios y para la detección de presencia del caracol en la trampa se utilizó sensores infrarrojos los cuales una vez que detectan el caracol africano envían una señal para activar el generador de arco eléctrico.

ABSTRACT

The document refers to the design and construction of a prototype electronic trap system to attract and capture the African snail that is affecting papaya crops in the parish of San Jacinto del Búa, Palma Sola precinct, km 14, of the Province Of Santo Domingo de los Tsáchilas. This project has as main beneficiary small farmers in the area, which can minimize the damages and losses that can cause this mollusk in their crops.

This prototype of control has a collection container in which the bait can be placed and the snails that fall after receiving the electric shock are collected, on the outside it has a plastic container containing water, besides a pump Which sprinkles water every hour for three seconds to moisten the trap and that this is also a more attractive for the snails to enter the prototype. It also has a pump that draws water inside for the days that rain when it enters the trap, also has warning lights, a 12 volt battery and for the detection of presence of the snail in the trap was used infrared sensors Which once they detect the African snail send a signal to activate the electric arc generator.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto pretende brindar una nueva alternativa para poder capturar el caracol africano mediante la construcción de una trampa electrónica, tecnología que nunca antes se ha experimentado para capturar a este tipo de molusco. En este documento se va a realizar el diseño, construcción y programación del prototipo.

Este documento se ha dividido en 5 capítulos descritos a continuación:

Capítulo 1: Antecedentes.

Este capítulo se enfoca en el planteamiento del problema, justificación, y los objetivos del proyecto.

Capítulo 2: Marco Teórico.

Aquí se realiza la argumentación teórica sobre el caracol africano, sus características, métodos de recolección así como también la amenaza que representa para la salud de las personas.

Capítulo 3: Descripción del hardware y software.

En este capítulo se describe tanto el hardware que son los componentes físicos que se van a utilizar para el proyecto, así como el software utilizado para el diseño y la construcción del prototipo de la trampa.

Capítulo 4: Diseño e Implementación.

Este capítulo describe el diseño de los circuitos electrónicos de la trampa electrónica y como se construyó el prototipo.

Capítulo 5: Pruebas y resultados.

En este capítulo se realizan las pruebas y se presentan los resultados que se obtuvieron del funcionamiento de la trampa prototipo para atraer y capturar al caracol, también se incluye conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad se ha proliferado la plaga del caracol africano en el territorio ecuatoriano y ha puesto en serios problemas a los agricultores ya que este molusco se alimenta de aproximadamente 200 diferentes tipos de cultivos por lo cual los agricultores están teniendo grandes pérdidas tanto económicas como por parte de sus cultivos por lo que se busca nuevas alternativas para poder combatirlos. Los productos químicos no son letales al momento de aplicarlos, además contaminan los sembríos, esteros o ríos.

1.2. Problema de estudio

El caracol africano habita en las zonas húmedas, pero hoy en día también se los puede encontrar en las zonas agrícolas, tierras costeras, bosques naturales, bosques plantados, matorrales, áreas urbanas y humedales.

El caracol africano gigante es considerado una de las plagas más peligrosas del mundo debido a la alta resistencia ambiental, a su dieta polífaga y su alto potencial reproductivo ya que puede poner cerca de 1000 huevos al año. Esto puede favorecer a su dispersión en el medio ambiente, este molusco puede acabar en una sola noche una hectárea de cultivo ya que por cada metro cuadrado se encuentran tres caracoles aproximadamente, razón por la cual existen pérdidas económicas por parte de los agricultores, ya que esta plaga se alimenta de más de 200 tipos de cultivos.

El caracol africano por sí mismo no genera enfermedades en el ser humano. Sin embargo, puede ser transmisor de infecciones, razón por la cual recomiendan a la población actuar con precaución a la hora de eliminarlos.

La población debe estar alerta ante la proliferación de estos animales, evitar el contacto con los mismos, así como también aplicar medidas preventivas para evitar su aparición.

El caracol africano es un molusco que representa una amenaza para la salud de los seres humanos ya que su baba puede causar graves enfermedades en el sistema nervioso central como la meningitis, meningoencefalitis eosinofílica y digestivas como la ileocolitiseosinofílica.

1.3. Justificación

La forma de eliminar esta plaga actualmente es de manera manual donde las personas los atrapan sin ningún tipo de protección como guantes lo que podría transmitir enfermedades como la meningitis, bronquitis etc.

Como este molusco se alimenta durante la noche las personas también corren el riesgo de ser atacados por otros animales como las serpientes. He aquí la importancia de buscar nuevas alternativas para poder eliminar esta plaga.

Los agricultores por su desinformación se han visto obligados a utilizar químicos tóxicos demasiado fuertes para su eliminación pero se han dado cuenta de que no todos los caracoles mueren y que continúan reproduciéndose cada vez más con lo que al utilizar estos químicos no solo están tratando de eliminar a los moluscos sino también corren el riesgo de contaminar sus cultivos por lo cual se ha visto necesario buscar nuevas alternativas para su eliminación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Construir una trampa electrónica prototipo para atraer y capturar caracoles africanos en el cultivo de papaya.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer el vínculo con la Dirección Provincial del MAGAP - Santo Domingo de los Tsáchilas, para que autorice la asignación de la zona de influencia para colocar la trampa electrónica.

- Buscar información sobre el ciclo de vida y nutrición del caracol africano para la preparación de las distintas carnadas.
- Realizar diseño concurrente e implementar la trampa electrónica prototipo para la captura del caracol africano.
- Realizar las pruebas de campo con diferentes tipos de carnada en el cultivo de papaya.

1.5. Propuesta de solución

Para reducir y controlar la proliferación de la plaga del caracol africano se diseñará y construirá una trampa electrónica, la cual se coloca en un sitio durante la noche, este contenedor atrae y atrapa los caracoles de una manera segura para posteriormente llevarlos al sitio de eliminación, evitando tener contacto directo.

1.6. Metodología

Primero se busca información acerca del caracol africano para preparar distintos tipos de carnada, luego se diseñará un prototipo que permita atraer y atrapar la mayor cantidad posible de caracoles africanos, después se construirá la trampa electrónica prototipo, esta se la coloca en un lugar predeterminado y asignado. Los caracoles son atrapados en un contenedor y posteriormente llevados para su eliminación o disposición final de una manera segura para el productor. Finalmente se realizarán pruebas de campo en el cultivo de papaya. El sitio de prueba de la trampa electrónica prototipo será proporcionado por la Dirección Provincial del MAGAP de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.7. Grupo objetivo

El prototipo tiene como principal beneficiario a los pequeños agricultores de cultivos de papaya de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

La trampa electrónica permitirá capturar la plaga del caracol africano que provoca enfermedades mortales, retrasos en la producción y pérdidas económicas importantes.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En la actualidad los cultivos de papaya en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se han visto afectados por la presencia del caracol africano, debido a las condiciones climáticas que presenta, ya que son ideales para la sobrevivencia de este molusco.

En este capítulo se va a tratar temas como: alimentación, reproducción y transmisión de enfermedades que transmite el caracol al ser humano, así como también los métodos que existen actualmente para la recolección de este molusco.

2.1. Caracol africano (*Achatina Fulica*)

Especie terrestre originaria del sur de África tropical, que se puede encontrar en casi todo el planeta debido a que este molusco era comercializado por sus bondades curativas (baba de caracol), así como también por medio del comercio de plantas o de forma natural debido a la alta reproducción de este molusco. (EcuRed)

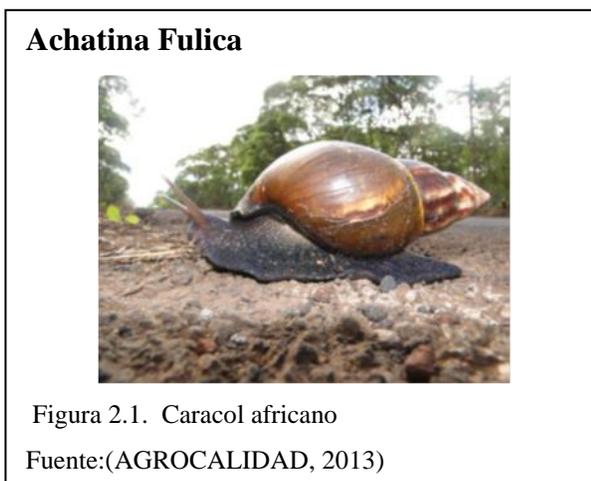
Este molusco ha sido considerado como una de las cien plagas más peligrosas a nivel mundial debido a sus condiciones fisiológicas y morfológicas ya que esta especie se puede adaptar a cualquier tipo de medio ambiente modificando su ciclo de vida de acuerdo a las condiciones locales. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2011)

Tiene hábitos nocturnos y prefiere los sitios húmedos y sombríos, durante el día prefiere permanecer en estado latente, muchas veces enterrado bajo el suelo para mantenerse a salvo de los depredadores. No es una especie social, por lo que esta especie pasa generalmente solo toda su vida. (Snail-World)

Su actividad comienza al atardecer y gradualmente se incrementa hasta alcanzar un pico a las 4-6 horas después de oscurecer, esta especie se mantiene activa en un rango de temperatura de 9°C a 29°C, y sobrevive a temperaturas de 2°C por la hibernación (países con bajas temperaturas invernales) y 30°C por estivación. (AGROCALIDAD, 2013)

Si la humedad baja hasta 6% estos moluscos se entierran profundamente en el suelo hasta que las condiciones climatológicas les sean favorables para poder salir nuevamente alimentarse. (MAZA, 2013)

El caracol puede llegar a medir 20.32 cm de largo y 12.7 cm de diámetro, el mayor crecimiento de este molusco se da durante los primeros seis meses, pero sigue creciendo hasta el primer año, tiene de siete a nueve espiras, su concha es marrón rojizo, con rayas verticales de color ligeramente amarillas o café claro como se muestra en la Figura 2.1, esto puede variar debido a las condiciones ambientales y a la alimentación, esta especie llega a vivir hasta los diez años en cautiverio y alcanzar a pesar hasta 600 gr. (AGROCALIDAD, 2013)



Esta especie puede recorrer 125 metros por mes si está en su etapa juvenil. (Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente, 2015). Presentan dos pares de tentáculos oculares, que tienen función fotorreceptora con muy poco poder visual, sólo son capaces de diferenciar la luz de la oscuridad y objetos de poca coloración a una distancia de 2 a 6 mm, carecen de sensibilidad auditiva por lo que este molusco usa su sentido del olfato para poder encontrar los alimentos. (INIA, 2009)

2.2. Achatina Fulica en el Ecuador

Esta especie apareció en el Ecuador en el año 2005 y se los puede encontrar en las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Guayas, Los Ríos, El Oro y Galápagos como se puede observar en la Figura 2.2, (LA NACION, 2015) debido a la condición climática, húmeda y caliente que es propicio para su conservación y reproducción.



2.3. El Riesgo Biológico y Ambiental que ocasiona el Caracol Africano

Debido a que el caracol africano tiene una dieta polífaga de más de doscientos tipos diferentes de plantas cultivables como hortalizas, pastizales, plantas aceiteras, ornamentales y frutales. (AGROCALIDAD, 2013), este molusco puede causar daño a los cultivos.

También puede causar problemas para la salud de los seres humanos e inclusive la muerte especialmente en los niños ya que es hospedante del nematodo *Angiostrongylus*

cantonensis que causa la meningitis eosinofílica en los seres humanos. (AGROCALIDAD, 2013)

El primer reporte por esta enfermedad se dio en el año 2005 en Atacames, en la provincia de Esmeraldas, desde ese año se han realizado varias investigaciones en diferentes provincias del Ecuador para poder combatir a este molusco. (IVÁN, 2014)

Tabla 2.1. Porcentaje de caracoles contagiados con el nematodo *Angiostrongylus cantonensis* de acuerdo a la provincia en la que se recogió al caracol africano.

Caracol Africano				
PROVINCIA	MUESTRA	POSITIVOS	NEGATIVOS	% PORCENTAJE
Manabí	255	13	242	10,57
El Oro	128	75	53	60,98
Guayas	105	2	103	1,63
Bolívar	97	6	91	4,88
Los Ríos	93	4	89	3,25
Sto. Domingo	84	23	61	18,70
Galápagos	27	0	27	0,00
Esmeraldas	25	0	25	0,00
Chimborazo	0	0	0	0,00
Total	814	123	691	

Nota: Fuente (ROBLES, 2011)

Como se puede observar en Tabla 2.1. las provincias del Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas se encontró un mayor índice de contagio por parte del caracol con este parásito. (ROBLES, 2011). Estos datos fueron recolectados durante el año 2008 y 2009 en todo el territorio ecuatoriano.

Continuando con la Tabla 2.2, durante este año se reportó 20 casos de MENINGOENCEFALITIS EOSINOFILICA en todo el país, siendo Los Ríos la provincia con más personas contagiadas. La forma de contagio de todos estos casos fue mediante la ingesta de este molusco crudo, por parte de las personas especialmente en la época de abundante lluvia, que es cuando más se los puede encontrar (ROBLES, 2011).

Tabla 2.2. Porcentaje de personas contagiadas con meningoencefalitis eosinofílica según las provincias del Ecuador.

PROCEDENCIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
LOS RIOS	11	55
CHIMBORAZO	3	15
GUAYAS	2	10
PICHINCHA	2	10
MANABI	1	5
SANTO DOMINGO	1	5
TOTAL	20	100

Nota: Fuente (ROBLES, 2011)

En la Figura 2.3, se indica otra forma de contagio de esta enfermedad que es causada por el caracol africano. Ya que en la baba del caracol se encuentran estos nematodos y al tomar contacto con los plantas y por ende con las frutas, estas se contaminan y finalmente al ser consumidas por las personas sin ser debidamente bien lavadas se puede transmitir la enfermedad.



Esta especie se ha vuelto una amenaza para los cultivos, debido a su rápida reproducción; este molusco es hermafrodita esto quiere decir que posee los dos órganos

sexuales tanto masculino como femenino, puede llegar a poner de 300 a 1000 huevos, de 3 a 4 veces cada año. (AGROCALIDAD, 2013).

2.4. Métodos de Recolección y Eliminación del Caracol Africano

En la actualidad existen tres métodos que se utilizan para la recolección y eliminación de esta especie, a continuación se detalla cada uno de ellos:

2.4.1. Método Manual

Este es uno de los métodos más utilizados para poder atrapar a esta especie, la cual consiste en utilizar guantes por parte de las personas y en una funda como se muestra en la Figura 2.4, y así recogen para evitar el contacto directo con este molusco, que es portador de enfermedades.

Una vez recolectados los caracoles, se procede a incinerarlos o ponerlos en un recipiente con sal o mezclarla con agua, debido a que esta sustancia deshidrata a este molusco para posteriormente pasar a enterrarlos, ya que las conchas pueden servir como depósito de agua lluvia y podría convertirse en criadero de zancudos que es transmisor del dengue. Finalmente se desechan los guantes utilizados en la recolección de este animal. (Planeta Vital, 2013).

Método mediante la recolección manual



Figura 2.4. Recolección manual del caracol africano

Fuente: (Planeta Vital, 2013)

Algunas recomendaciones en caso de utilizar el método manual son:

- En caso de romperse los guantes lavarse las manos con abundante agua y jabón y reforzar la limpieza con alcohol o gel antibacterial.
- Si se tuvo contacto directo con el caracol evitar tocarse la boca, nariz u ojos.
- Después de la recolección, disponer de cal viva con sal para inactivar los especímenes y ayudar al manejo de olores de los moluscos. (Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente , 2015)

Las desventajas de utilizar el método de atrapamiento de forma manual son:

- Para poder capturar a este molusco los agricultores tienen que salir por las noches para poder atraparlos, puesto que esta especie sale alimentarse solo a estas horas, por lo tanto corren el riesgo de ser atacados por otros animales.
- En caso de eliminar los caracoles con la sal esta puede dañar a los cultivos al enterrarlos pues esta sustancia no permite que las plantas absorban el agua.
- En caso de no atrapar a los caracoles con todas las medidas de seguridad antes mencionadas corren el riesgo de contraer alguna enfermedad.
- Se necesita de mucha mano de obra para poder atraparlos mediante este método.

2.4.2. Método Mediante Utilización de Trampas Caseras

Lo que se requiere para este método es la utilización de un envase de plástico, cortado por la mitad, enterrado a ras del suelo, en su interior se coloca sal en grano para que el caracol se deshidrate y así no pueda volver a salir de la trampa, en el centro se coloca un envase pequeño con fruta madura, como papaya, guineo o algún derivado de la cebada como cebo atrayente, como se muestra en la Figura 2.5, (Parque Nacional Galapagos), para finalmente pasar a su incineración o enterrarlos en el suelo.

Método mediante la trampa casera



Figura 2.5. Trampa casera para la recolección del caracol africano

Fuente: (AGROCALIDAD, 2013)

Las desventajas de utilizar el método mediante la trampa casera son:

- Al utilizar la trampa casera y posteriormente enterrar a los caracoles el suelo es debilitado por causa de la sal por consecuencia se reduce la producción de los cultivos.
- Los agricultores tienen que recoger a los caracoles con las manos para poder enterrarlos por lo tanto si no utilizan guantes podrían contraer alguna enfermedad.

2.4.3. Método Mediante la Utilización de Productos Químicos

Para este método se debe utilizar un producto químico llamado metaldehído que es un molusquicida que se observa en la Figura 2.6, ya que este ha representado la mejor arma química contra los caracoles y babosas terrestres conocido hasta hoy (AGROCALIDAD, 2013).

Este químico es factible siempre y cuando se ponga directamente en contacto con el animal si se lo esparce no funciona de nada, además si una vez combatido el molusco con el químico y este luego toma contacto con el agua el molusco puede volver a recuperarse y poder vivir. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca).

Producto químico



Figura 2.6. Matababosa

Fuente: (INV.JEROMA. C.A)

Algunas desventajas de utilizar productos químicos son:

- No es un método 100% factible para la eliminación del caracol ya que con la lluvia este químico ya no funciona.
- Es tóxico para animales e inclusive para las personas si no se siguen debidamente las indicaciones del fabricante.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE

El diseño de la trampa electrónica se basa en los criterios empleados por la ingeniería concurrente, donde se va analizar lo que el cliente necesita para capturar al molusco y las posibles soluciones que el ingeniero puede dar a dicho problema, mediante el desarrollo de la casa de calidad, también se va a detallar las especificaciones técnicas que va a tener el prototipo, así como también la generación del diseño modular y comparaciones de las distintas posibles soluciones de cada módulo, finalmente se obtendrá cual es la mejor solución para construir el prototipo.

3.1. Ingeniería Concurrente

Es una nueva forma de concebir el diseño y desarrollo del producto, donde se toma en cuenta de forma simultánea los requerimientos funcionales y los de fabricación, con lo que se asegura que den respuesta a las necesidades de los usuarios y que faciliten el mantenimiento o que minimicen los impactos ambientales.

Desde el punto de vista de los recursos materiales se aplican nuevas herramientas basadas en tecnologías de la información y la comunicación sobre una base de datos y de conocimientos cada vez más integrada.

Existen dos tipos de orientaciones en la ingeniería concurrente:

- **La Ingeniería orientada al producto** la cual está relacionada con las finanzas, la producción y la comercialización del prototipo.
- **La Ingeniería orientada al entorno** que trata precisamente de aquellos aspectos relacionados con el entorno del producto que, a pesar de que con un diseño concurrente adecuado podrían mejorar o empeorar.

3.2. Casa de Calidad

Traduce las demandas del usuario (o voz del cliente) en requerimientos técnicos del producto (criterio del ingeniero), y constituye el método más frecuente para la planificación del producto.

3.2.1. Paso 1 Voz del Cliente

Son los criterios acerca de lo que el usuario requiere o desea que realice el prototipo.

Según la percepción que el usuario tiene de ellas, estas demandas se clasifican en:

1. **Demandas básicas** A menudo no son formuladas por los usuarios ya que se consideran obvias; sin embargo cuando no se cumplen, el usuario manifiesta insatisfacción
2. **Demandas unidimensionales** Con su mejora aumenta proporcionalmente la satisfacción de los usuarios
3. **Demandas estimulantes** Estas características complacen al usuario y diferencian un producto de otro. (Romeva, 2002)

Tabla 3.1. Lista de demandas del cliente.

No	Demanda de Cliente	Clasificación
1	Evitar contacto directo con el animal	Básica
2	Que no se dañe rápido	Básica
3	Que sea reciclable	Estimulante
4	Fácil de utilizar, operar y configurar	Básica
5	Que pueda detectar la presencia del molusco	Unidimensional
6	Que sea portable	Básica
7	Que no sea muy costoso	Básica
8	Eliminación completa del molusco	Unidimensional
9	Que funcione durante la noche	Unidimensional
10	Que no sea muy pesado	Básico

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.2.2. Paso 2 Análisis de la Competencia

Para realizar el análisis de competencia es necesario comparar la trampa electrónica con los métodos de recolección y eliminación que se mencionaron anteriormente en el apartado 2.4.

- **Competencia 1** Método de trampas caseras.
- **Competencia 2** Método de productos químicos.

Competencia 1: Método mediante la utilización de trampas caseras.

Tabla 3.2. Ventajas y Desventajas de utilizar el método de trampa casera.

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	Recolección de caracoles con las manos
Reciclable	En días de lluvia puede ingresar agua en la trampa
Funciona las 24 horas	Se necesita de sal en grano para poder eliminar al caracol y así evitar que este molusco salga de la trampa
La trampa es liviana	Cualquier tipo de animal puede ingresar a la trampa
Portable	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Competencia 2: Método mediante la utilización de Productos químicos.

Tabla 3.3. Ventajas y Desventajas de utilizar el método mediante utilización de productos químicos.

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	En días de lluvia este químico se diluye.
Portable	Tóxico para los animales y personas
Liviano	
Funciona las 24 horas	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Resultados del análisis de competencia.

- **Columna A** (Propia empresa) se fija un valor de 1 respecto a cada una de las demandas debido a que el producto aún no ha sido desarrollado.
- **Columna B y C** (Competencia 1 y 2) evalúa el cliente el cumplimiento del producto con un valor del 1 al 5.
- **Columna D** (Objetivos) fijación del nivel deseado del 1 al 5.
- **Columna E** (Índice de mejora) $E = D/A \geq 1$.
- **Columna F** (Factor de Venta) evaluación en niveles 1/1,2/1,5.
- **Columna G** (Importancia) califica el usuario del 1 al 5 según su percepción.
- **Columna H** (Ponderación) $H = E * F * G$.
- **Columna I** (Ponderación Porcentual) en % sobre el total de las demandas. (Romeva, 2002)

Tabla 3.4. Análisis de Competencia.

No Demanda	Análisis de Competencia								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	3	5	5	5	1,5	5	37,5	15,2
2	1	5	4	4	4	1,0	3	12	4,8
3	1	5	1	5	5	1,0	3	15	6,09
4	1	5	4	5	5	1,2	4	24	9,7
5	1	1	1	5	5	1,2	2	12	4,8
6	1	5	5	4	4	1,5	4	24	9,7
7	1	5	5	4	4	1,5	5	30	12,1
8	1	4	5	5	5	1,5	5	37,5	15,2
9	1	4	4	5	5	1,2	4	24	9,7
10	1	5	5	5	5	1,5	4	30	12,1
								246	100

Elaborado por: Jonathan Vergara

Con los resultados que se obtuvo en la Tabla 3.4, se pudo determinar cuatro parámetros fundamentales que reúnen el 54,6% de las mejoras en las cuales se debe concentrar el diseño para la satisfacción del cliente y estas son:

- **Evitar contacto directo con el molusco** que obtuvo un 15,2% en la casa de calidad ya que es muy importante cubrir esta necesidad para el cliente.
- **Eliminación completa del molusco** obtuvo el 15,2% ya que si no se elimina al caracol este se puede seguir reproduciéndose o alimentándose de los cultivos
- **Que no sea muy costoso el prototipo** obtuvo el 12,1% debido a que si el prototipo es demasiado costoso el cliente va adquirir este producto.
- **Que no sea muy pesado el prototipo** obtuvo el 12,1% ya que si el prototipo es demasiado pesado va a ser muy difícil poder movilizar la trampa.

3.2.3. Paso 3 Voz del Ingeniero

Es la traducción de las demandas subjetivas de los clientes en características técnicas objetivas del producto. (Romeva, 2002)

Tabla 3.5. Características Técnicas de las demandas.

No	Características Técnicas	Valor de Referencia
1.	Seguridad	Diseño de la trampa
2.	Garantía	Garantía < 1 año
3.	Material	Material
4.	Operatividad	Fácil uso
5.	Sensamiento	Sensor de Presencia
6.	Movilidad	Manija
7.	Costo	Bajo costo
8.	Recursos	Agua/Electricidad/Canada
9.	Fuente de energía	Batería
10.	Peso	Peso < 25 Kg

Elaborado por: Jonathan Vergara

3.2.4 Paso 4 Correlaciones

En este paso se analiza hasta qué punto se puede predecir el cumplimiento de las demandas a partir de las características técnicas elegidas, para lo cual se establecen tres niveles de correlación: fuerte = 9, mediano = 3, y débil = 1. (Palacios, 2012)

Tabla 3.6. Valoración de las correlaciones.

	Características Técnicas									
Demanda	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1	9									
2		9	3			3				
3			9				3			
4				9						
5					9					
6			3			9	3			3
7		9	9	3			9			
8	9				9			9		
9				3	9				9	
10			9			9	3			9

Elaborado por: Jonathan Vergara

3.2.5. Paso 5 Evaluación Técnica

Consiste en evaluar la incidencia de cada una de las características técnicas con la satisfacción de las demandas del usuario. Para ello se calcula la incidencia de cada característica técnica (Palacios, 2012)

Tabla 3.7. Incidencia de las características técnicas.

Incidencia	Características Técnicas										Total
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Valor	675	378	783	378	661,5	477	522	337,5	216	342	4770
%	14,15	7,9	16,4	7,9	13,8	10	10,9	7,0	4,5	7,1	100

Elaborado por: Jonathan Vergara

De acuerdo a la Tabla 3.7, las características de mayor incidencia en el prototipo son:

- **Material** con un 16,4% debido a que se necesita utilizar un material que sea resistente a las condiciones climáticas en las cuales se va a utilizar el prototipo.
- **Seguridad** con 14,15% de acuerdo al diseño que se vaya a realizar en el prototipo puede incidir en el contacto directo con el caracol.

- **Sensamiento** con el 13,8% ya que el prototipo puede detectar la presencia de cualquier animal y así puede eliminarlo cuando ingrese a la trampa.
- **Costo** con el 10,9% el prototipo no debería ser muy costoso para que los clientes puedan adquirirlo.

3.2.6. Paso 6 Compromisos Técnicos

Establece los compromisos potenciales entre las diferentes características técnicas.

Se han establecido los niveles de correlación: negativa, positiva y muy positiva.

- **Correlación positiva:** Al mejorar una característica técnica, también mejora la otra.
- **Correlación negativa:** Al mejorar una característica técnica, empeora la otra.
- **Sin correlación:** Las variaciones de dos características técnicas no tienen influencia mutua. (Romeva, 2002)

Tabla 3.8. Correlaciones de Compromisos Técnicos.

Características Técnicas	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.					MP					
2.			MN				MN			
3.		MN				P	MN			P
4.										
5.	MP									
6.			P				MN			MP
7.		MN	MN			MN			MN	
8.										
9.							MN			
10.			P			MP				

Elaborado por: Jonathan Vergara

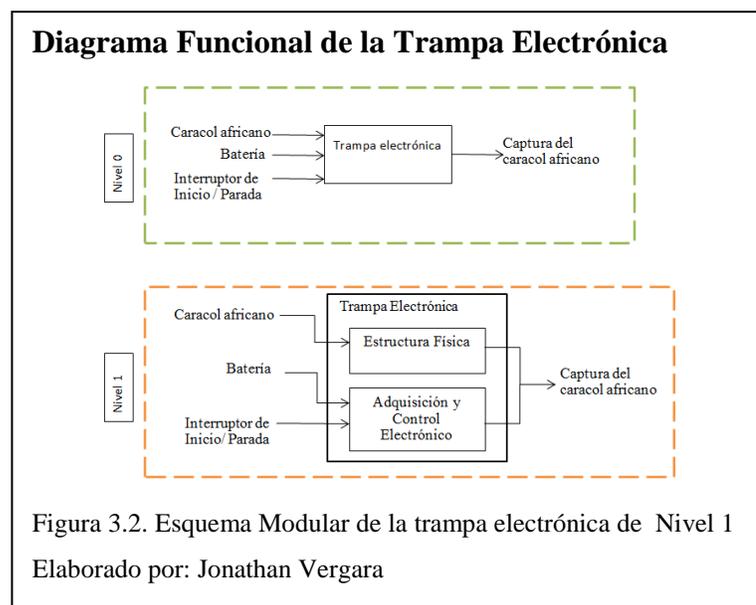
De acuerdo a la Tabla 3.8, las correlaciones son:

3.3. Módulo Funcional

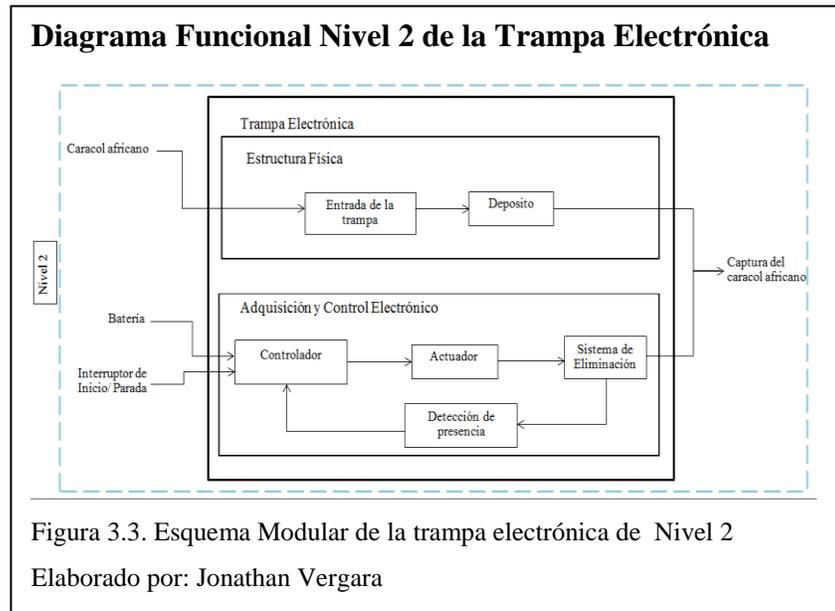
Es una técnica cuyo propósito es el de separar la acción que se efectúa del componente o mecanismo, para de este modo buscar nuevas soluciones a un mismo problema. El análisis funcional logra obtener mejores productos a un menor costo.

Para aplicar esta herramienta de diseño, es necesario establecer claramente las funciones primarias y secundarias del producto. Las funciones primarias son aquellas por las que el cliente compra el producto, las funciones secundarias son aquellas que permiten que la función primaria se ejecute satisfactoriamente y son las que, mediante este análisis, se determinan, una vez establecidas todas las funciones secundarias se procede a plantear soluciones aptas para desempeñar estas funciones, para luego seleccionar la más conveniente. Estas funciones pueden ser agrupadas con el fin de obtener módulos que sean capaces de cumplir un conjunto de funciones secundarias.

La descomposición funcional de la trampa electrónica se lleva a cabo mediante diagramas de flujo en los que en cada recuadro aparece cada función, que puede tener 3 tipos de entradas y salidas: control, material y energía (Cristian Rolando Aingla Silva, 2013), en la Figura 3.2, se muestra el diagrama funcional del prototipo hasta el nivel 1.



n la siguiente Figura 3.3, se muestra el esquema modular de nivel 2.



3.4. Alternativas de selección para el Nivel 2 del Esquema Modular

A partir del esquema modular que se muestra en la Figura 3.3, se puede determinar que la trampa electrónica a diseñar va a estar compuesta por cinco módulos.

- Módulo 1. Entrada de la trampa.
- Módulo 2. Depósito.
- Módulo 3. Controlador.
- Módulo 4. Actuador.
- Módulo 5. Detección de Presencia.
- Módulo 6. Eliminación.

A continuación se muestran todas las posibles soluciones para cada uno de los módulos.

3.4.1. Entrada de la Trampa

La entrada para el ingreso de los caracoles va a estar limitada por las características geométricas del envase plástico de químicos que se muestra en la Figura 3.4, debido a

que este recipiente una vez que los agricultores acaban de utilizar lo desechan, por lo tanto este recipiente podría funcionar como carcasa del prototipo, y así se evitaría estar construyendo una carcasa para el prototipo, y se estaría reutilizando este envase plástico.



3.4.2. Depósito de Caracoles

Como depósito para la carnada y recolección de los caracoles se tiene tres posibles soluciones las cuales se detallan a continuación:

Solución 1: Depósito de Plástico.

En la Figura 3.5, se puede observar el recipiente plástico que se podría ocupar como depósito para los caracoles.



Tabla 3.9. Ventajas y Desventajas de utilizar un envase plástico.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Poco peso	Lleva un centenar de años en descomponerse
Resistencia al impacto y al rasgado	Tamaño ya predeterminado
Resistencia a la oxidación	Difícil de moldear
Son reutilizables	
Durabilidad	
Se puede limpiar fácilmente	
Resistencia a la Intemperie	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 2: Depósito de Acrílico.

Este material está siendo muy utilizado en diferentes aplicaciones hoy en día debido a sus grandes ventajas que presenta este material el cual se observa en la Figura 3.6, en la Tabla 3.10, se muestran las ventajas y desventajas de utilizar este tipo de material.



Tabla 3.10. Ventajas y Desventajas de utilizar el acrílico como depósito de caracoles.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Liviano	Alto costo de fabricación
Resistencia a la Intemperie	Se requiere tener cuidado con las perforaciones
Resistencia al impacto	Difícil de dar forma de cilindro
Se puede limpiar fácilmente	Costo
Durabilidad	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 3: Depósito de Tol Galvanizado.

La tercera opción para poder construir el depósito de recolección del caracol africano es utilizar el tol galvanizado debido a las grandes ventajas que presenta este material las cuales se mencionan en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11. Ventajas y Desventajas de utilizar tol galvanizado como depósito de recolección.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Resistente al impacto	Conductor del calor
Resistencia a la Intemperie	
Fácil de Limpiar	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.4.3. Controlador

Solución 1: Arduino.

En la Figura 3.7, se puede observar la tarjeta de arduino mega esta tarjeta es conveniente usarla en prototipos de prueba, por su plataforma de hardware y software es libre.



Tabla 3.12. Ventajas y Desventajas de utilizar arduino.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Programador incorporado.	Puertos preestablecidos o configurados.
Hardware y Software son libres.	Dependencia de esta tecnología
Entorno de programación simple y directo.	No está diseñado para ambiente industrial
Multi-Plataforma.	No posee memoria externa
Cuenta con una infinidad de sensores y periféricos desarrollados para Arduino.	No se puede utilizar para procesos de automatización compleja

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 2: Microcontrolador.

En la Figura 3.8, se puede observar un microcontrolador el cual lee y ejecuta los programas que el usuario elaboro. (Electronica Estudio.com)

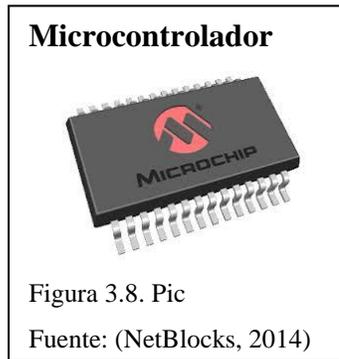


Tabla 3.13. Ventajas y Desventajas de utilizar un microcontrolador.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Existe una gran diversidad de microcontroladores en el mercado	Necesita una placa electrónica aparte para poder descargar el programa
Existe varios tipos de software para programar	Mayor tiempo de desarrollo
Rapidez de ejecución	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 3: PLC.

Es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquinaria o procesos. (abc Electronics), en la Figura 3.9, se puede observar un Plc logo.

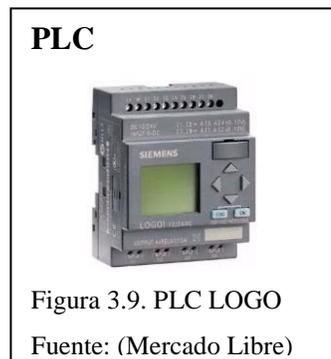


Tabla 3.14. Ventajas y Desventajas de utilizar un PLC.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se puede expandir la memoria	Costo
Posee salidas tipo relé	Tamaño
	Software pagado
	Peso

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.4.4. Actuador

Solución 1: Bomba de Agua.

Máquina capaz de mantener un fluido en movimiento y así aumentar la presión de salida, en la Figura 3.10, se muestra una bomba de agua de 12v.



Tabla 3.15. Ventajas y Desventajas de utilizar una bomba de agua.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Peso	No es sumergible
Tamaño	
Fácil adquisición	
Voltaje	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 2: Generador de Alto Voltaje.

Es un tipo de transformador capaz de elevar el voltaje de salida, en la Figura 3.11 se muestra el generador de alto voltaje.

Generador de alto voltaje



Figura 3.11. Generador del arco eléctrico

Fuente: (Aliexpress)

Tabla 3.16 Ventajas y Desventajas de utilizar un generador de alto voltaje.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alto voltaje de salida	Difícil de conseguir
Fácil conexión	
Tamaño	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.4.5. Detección de presencia

Solución 1: Final de carrera.

En la Figura 3.12, se puede observar un final de carrera los cuales se accionan mediante peso, estos son sensores mecánicos.

Final de carrera



Figura 3. 12. Final de carrera

Fuente: Rociador limpiaparabrisas (Electronica Embajadores)

Tabla 3.17. Ventajas y Desventajas de utilizar finales de carrera.

Ventajas	Desventajas
Precio	posibilidad de rebotes en el contacto
Fácil instalación	velocidad de detección
Resistente al medio Ambiente	Funcionan con peso
Fácil uso y operación	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 2: Sensor infrarrojo

En la Figura 3.13, se puede apreciar el sensor de distancia que mide de 4-30 cm estos sensores son muy utilizados para medir la distancia y muy sensibles a la luz.



Tabla 3.18. Ventajas y desventajas de utilizar sensores infrarrojos.

Ventajas	Desventajas
Alta seguridad	Sensible a la luz
Fácil uso	
Requiere bajo voltaje	
Tamaño	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 3: Sensor ultrasónico.

En la Figura 3.14, se puede apreciar el sensor ultrasónico, estos sensores son muy utilizados en los robots móviles para detectar obstáculos.



Tabla 3.19. Ventajas y Desventajas de utilizar el sensor Ultrasónico HC-SR04.

Ventajas	Desventajas
Precisión $\pm 1,5$ mm	Angulo de medición es de $<15^\circ$
Fácil uso	Su medición es a partir de los 2 cm
Resistente al medio Ambiente	
Bajo voltaje	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.4.6. Sistema de Eliminación

Solución 1: Utilización de componentes químicos.

Actualmente el único componente químico que se utiliza para eliminar el caracol es el matababosas pero este producto no es 100% seguro a continuación en la Tabla 3.20, se muestran las ventajas y desventajas de utilizar componentes químicos para eliminar al molusco.

Tabla 3.20. Ventajas y Desventajas de utilizar productos químicos para eliminar al caracol africano.

Ventajas	Desventajas
Eliminación completa del caracol	Perjudicial si se echa en los cultivos
Precio	En días de lluvia los químicos se diluyen
Fácil de adquisición	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Solución 2: Incineración.

Otra forma de eliminar al caracol africano podría ser incinerándolos.

Tabla 3.21. Ventajas y Desventajas de incinerar al caracol.

Ventajas	Desventajas
Eliminación completa del caracol	Contaminación al medio ambiente
Puede servir como abono para las plantas	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.5. Alternativas de Selección de la Trampa Electrónica

Para determinar las alternativas de selección se combinan con todas las soluciones de cada módulo como se muestra en la Tabla 3.22.

Es importante mencionar que no es necesario realizar todas las combinaciones sino aquellas que sean más compatibles entre sí.

Tabla 3.22. Construcción de las alternativas de cada módulo.

Función	Alternativas de solución		
Depósito	Plástico 1 2	Acrílico 3 4	Tol Galvanizado 5 6
Controlador	Arduino 1 5	Microcontrolador 6 2	Plc 3 4
Actuador	Bomba de Agua 4 6 1	Generador de Alto Voltaje 2 3 5	
Detección de Presencia	Final de Carrera 1 3	Sensor Infrarrojo 2 5	Sensor Ultrasónico 4 6
Eliminación	Productos Químicos 3 2 5	Incineración 4 1 6	

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

De acuerdo a la Tabla 3.22, tenemos 6 posibles alternativas de solución para cada módulo las cuales se muestran en las siguientes Tablas:

Tabla 3.23. Componentes que conforman la Alternativa 1 (A1).

Función	Alternativa de Solución
Deposito	Plástico
Controlador	Arduino
Actuador	Bomba de Agua
Detección de Presencia	Final de Carrera
Eliminación	Incineración

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Tabla 3.24. Componentes que conforman la Alternativa 2 (A2).

Función	Alternativa de Solución
Deposito	Plástico
Controlador	Microcontrolador
Actuador	Generador de Alto Voltaje
Detección de Presencia	Sensor Infrarrojo
Eliminación	Productos Químicos

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Tabla 3.25. Componentes que conforman la Alternativa 3 (A3).

Función	Alternativa de Solución
Deposito	Acrílico
Controlador	PLC
Actuador	Generador de Alto Voltaje
Detección de Presencia	Final de Carrera
Eliminación	Productos Químicos

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Tabla 3.26. Componentes que conforman la Alternativa 4 (A4).

Función	Alternativa de Solución
Deposito	Acrílico
Controlador	PLC
Actuador	Bomba de Agua
Detección de Presencia	Sensor Ultrasónico
Eliminación	Incineración

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Tabla 3.27. Componentes que conforman la Alternativa 5 (A5).

Función	Alternativa de Solución
Deposito	Tol Galvanizado
Controlador	Arduino
Actuador	Generador de Alto Voltaje
Detección de Presencia	Sensor Infrarrojo
Eliminación	Productos Químicos

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

Tabla 3.28. Componentes que conforman la Alternativa 6 (A6).

Función	Alternativa de Solución
Deposito	Tol Galvanizado
Controlador	Microcontrolador
Actuador	Bomba de Agua
Detección de Presencia	Sensor Ultrasónico
Eliminación	Incineración

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

3.6. Evaluación de Soluciones por el Método Ordinal Corregido de Criterios Ponderados

Este método se basa en unas Tablas donde cada criterio (o solución, para un determinado criterio), se confronta con los restantes criterios (o soluciones) y se asignan los valores

Siguientes:

1 Si el criterio (o solución) de las filas es superior (o mejor; $>$) que el de las columnas.

0,5 Si el criterio (o solución) de las filas es equivalente ($=$) al de las columnas.

0 Si el criterio (o solución) de las filas es inferior (o peor; $<$) que el de las columnas.

Luego, para cada criterio (o solución), se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios (o soluciones) al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio (o solución).

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio. (Romeva, 2002)

Para la trampa electrónica se consideran los siguientes criterios de evaluación que se obtuvieron anteriormente en el apartado 3.3.5 (Evaluación Técnica) y estos son:

- **Material** debido a que se necesita que sea resistente a las condiciones climáticas en las que va a funcionar.
- **Seguridad** para el agricultor ya que actualmente se recoge con las manos y el caracol puede contagiar de enfermedades a las personas.

- **Sensaminto** ya que cuando el molusco ingrese al prototipo este debería eliminarlo.
- **Costo** debido a que este prototipo va a ser diseñado para pequeños agricultores y el precio no debería ser muy elevado para poder adquirirlo.

A partir de estos datos se realiza la evaluación de los criterios de selección.

Tabla 3.29. Evaluación de criterios de selección.

Criterio	Seguridad	Detección de presencia del animal	Material	Costo	Sumatoria+1	Ponderación
Seguridad		1	1	0,5	3,5	0,35
Detección de presencia del animal	0		0	0	1	0,1
Material	0	1		0,5	2,5	0,25
Costo	0,5	1	0,5		3	0,3
				Suma	10	1

Nota. Método de Ponderación Elaborado por: Jonathan Vergara.

A continuación, se realiza la evaluación de las distintas alternativas de solución para cada criterio que se obtuvo en la Tabla 3.30.

Tabla 3.30. Evaluación del criterio “Seguridad”.

Seguridad	A1	A2	A3	A4	A5	A6	$\Sigma+1$	Ponderación
A1		0	0	0,5	0	0,5	2	0,09
A2	1		0,5	1	0,5	1	5	0,22
A3	1	0,5		1	0,5	1	5	0,22
A4	0,5	0	0		0	0,5	2	0,09
A5	1	0,5	0,5	1		1	5	0,22
A6	0,5	0	0	0,5	0		3	0,13
						Suma	22	1

Nota. Método de Ponderación Elaborado por: Jonathan Vergara.

Tabla 3.31. Evaluación de la “Detección de presencian del animal”.

Detección de presencia	A1	A2	A3	A4	A 5	A 6	$\Sigma+1$	Ponderación	
A1		0	0,5	0	0	0	1,5	0,07	
A2	1		1	0,5	0,5	0,5	4,5	0,21	
A3	0,5	0		0	0	0	1,5	0,07	
A4	1	0,5	1		0,5	0,5	4,5	0,21	
A5	1	0,5	1	0,5		0,5	4,5	0,21	
A6	1	0,5	1	0,5	0,5		4,5	0,21	
							Suma	21	1

Nota. Método de Ponderación Elaborado por: Jonathan Vergara.

Tabla 3.32. Evaluación del criterio “Material”.

Material	A1	A2	A3	A4	A 5	A 6	$\Sigma+1$	Ponderación	
A1		0,5	1	1	0,5	0,5	4,5	0,21	
A2	0,5		1	1	0,5	0,5	4,5	0,21	
A3	0	0		0,5	0	0	1,5	0,07	
A4	0	0	0,5		0	0	1,5	0,07	
A5	0,5	0,5	1	1		0,5	4,5	0,21	
A6	0,5	0,5	1	1	0,5		4,5	0,21	
							Suma	21	1

Nota. Método de Ponderación Elaborado por: Jonathan Vergara.

Tabla 3.33. Evaluación de “Costo”.

Costo	A1	A2	A3	A4	A 5	A 6	$\Sigma+1$	Ponderación
A1		1	1	1	0,5	1	5,5	0,25
A2	0		1	1	0	0	3	0,13
A3	0	0		0,5	0	0	1,5	0,06
A4	0	0	0,5		0	0	1,5	0,06

Continuación de la Tabla 3.33. Evaluación de “Costo”.

Costo	A1	A2	A3	A4	A 5	A 6	$\Sigma+1$	Ponderación
A5	1	0,5	1	1		1	5,5	0,25
A6	0	0,5	1	1	0		4,5	0,20
Suma							21,5	1

Nota. Método de Ponderación Elaborado por: Jonathan Vergara.

Una vez realizado el método de ponderación a continuación en la Tabla 3.34, se muestran cuáles son los resultados obtenidos en las Tablas 3.30, 3.31, 3.32 y 3.33.

Tabla 3.34. Prioridad según las alternativas que se obtuvo.

Conclusión	Seguridad	Detección de presencia del animal	Material	Costo	Sumatoria	Prioridad
A 1	0,031	0,007	0,052	0,075	0,165	4
A 2	0,077	0,021	0,052	0,039	0,189	2
A 3	0,077	0,007	0,017	0,018	0,119	5
A 4	0,031	0,021	0,017	0,018	0,087	6
A 5	0,077	0,021	0,052	0,075	0,225	1
A 6	0,045	0,021	0,052	0,06	0,178	3

Nota. Elaborado por: Jonathan Vergara.

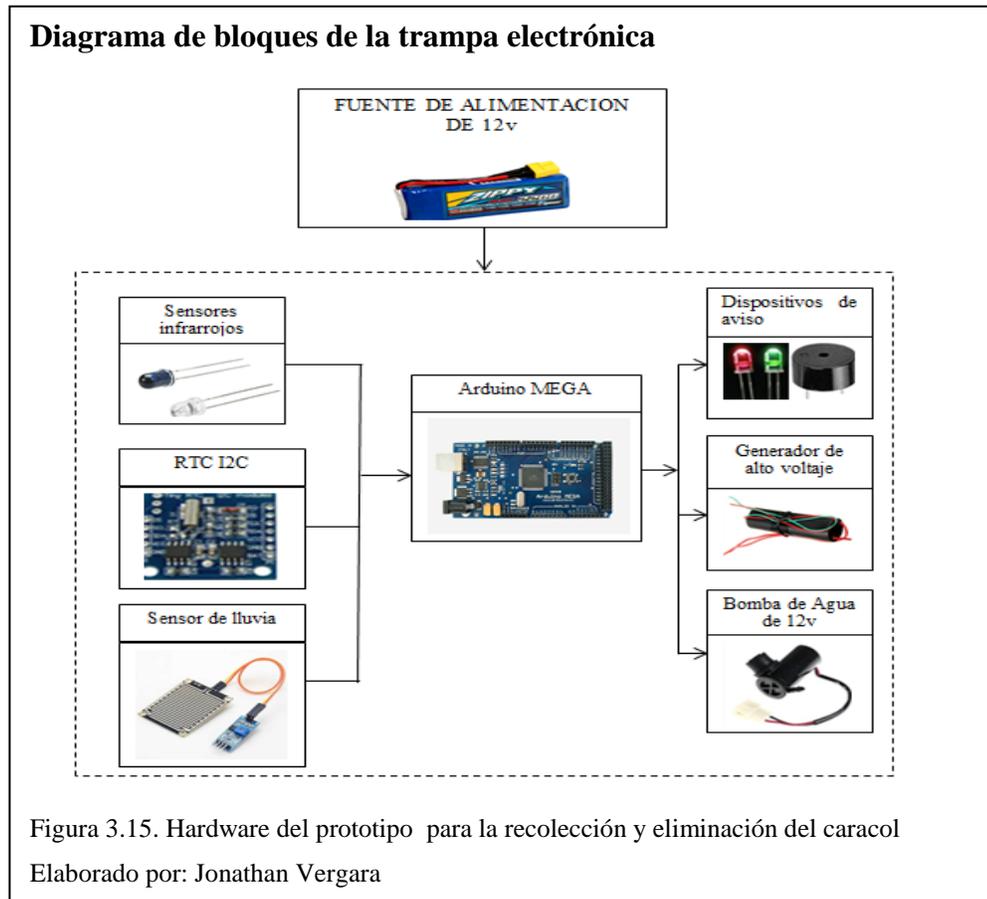
Con los datos obtenidos en la Tabla 3.34, se puede concluir que la Alternativa 5 es la mejor elección ya que en la sumatoria de la Tabla 3.34 obtuvo el mayor valor con 0,225 y es la alternativa que más se asemeja a los criterios de selección.

Los componentes de esta alternativa son:

- Un envase de tol galvanizado para la recolección y colocación de la carnada.
- Un arduino para la adquisición y control de datos de los sensores y actuadores.
- Como actuador un generador de alto voltaje
- Para detectar la presencia del animal en la trampa la utilización de sensores infrarrojos.
- Para la eliminación del caracol se va a utilizar productos químicos.

3.7. Hardware del Sistema Prototipo de Control

En la Figura 3.15, se va a desarrollar un diagrama de bloques del hardware de la trampa electrónica, que se va a utilizar para su implementación.



Esta trampa consta de una batería de lipo de 3 celdas, tres sensores infrarrojos, un reloj de tiempo real, un sensor de lluvia, un arduino mega, un generador de alto voltaje y de varios dispositivos de aviso como leds, buzzer que van a indicar el estado en que se encuentre la trampa electrónica en ese instante.

3.7.1. Batería de Lipo de 3 celdas

Debido a que la trampa va ser portable se necesita utilizar la batería se observa en la Figura 3.16 debido a las siguientes características.

- Largo tiempo de funcionamiento.

- No muy pesada.
- Dimensiones pequeñas.
- Recargable.
- Voltaje de salida 12.3 v.

En el Anexo 2 se puede apreciar más características de esta batería.



3.7.2. Sensor Infrarrojo

Se escogió el sensor que se muestra en la Figura 3.17, por su tamaño, resistencia al medio ambiente y debido a que se va a utilizar la trampa electrónica en la noche por ende no le afecta la luz solar al sensor; entre las principales características de este sensor se tiene:

- Resistencia al medio ambiente.
- Voltaje de funcionamiento del emisor: 12V DC.
- Diámetro del encapsulado: 5mm.
- Corriente de operación 100mA.
- Angulo de visión del receptor: 20°

En el Anexo 3 se puede encontrar la hoja técnica de este sensor.

Sensor infrarrojo



Figura 3.17. Sensor infrarrojo emisor receptor IR 383

Fuente: (ElectrokMega)

3.7.3. RTC (Reloj de tiempo real)

Para el control de riego de agua en el interior de la trampa se va a utilizar un RTC el cual se muestra en la Figura 3.18, ya que este componente permite activar cada hora la bomba de aspersión para mayor información de este componente buscar en el Anexo 4; entre sus principales características se tiene:

- Voltaje de funcionamiento: 5V DC.
- Chip de reloj/calendario en tiempo real.
- Memoria EEPROM de 32 kbits.
- RAM interna de 56 Bytes.

Modulo RTC ds 1307

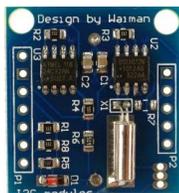


Figura 3.18. Reloj de tiempo real

Fuente: (Patagonia)

3.7.4. Sensor de lluvia

El sensor de lluvia que se muestra en la Figura 3.19, se va a utilizar para cuando se inunde de agua el envase de recolección, una vez que el agua llega a un cierto nivel el

sensor se activa y envía una señal al arduino para que active el motor de evacuación; entre sus principales características se tiene:

- Voltaje de Operación: 3.3V-5V.
- Tamaño de PCB: 3.2cm x 1.4cm.
- DO: Salida Digital.
- AO: Salida analógica.



3.7.5. Tarjeta de control Arduino Mega

En los últimos años esta tarjeta de control arduino mega que se muestra en la Figura 3.20, se ha convertido en un componente muy conveniente para realizar prototipos de prueba, debido a su plataforma de hardware y software libre, en el Anexo 5 se puede apreciar la hoja técnica de esta tarjeta; entre las principales características de esta tarjeta tenemos:

- Voltaje de entrada 7- 12V.
- 54 pines de entrada y salida.
- Corriente continua para Pin I/O 40 mA.
- Micro controlador ATmega 1280.
- Fácil adquisición en el mercado local.

Tarjeta de control

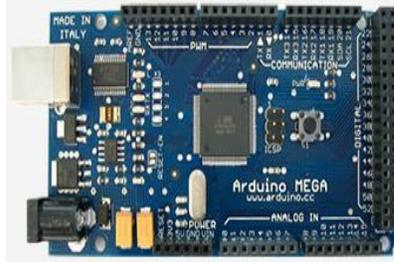


Figura 3.20. Arduino Mega

Fuente: (Arduino, 2015)

3.7.6. Generador de alto voltaje

El generador que será utilizado para la descarga eléctrica en el caracol se muestra en la Figura 3.21, y en el anexo 6 se puede encontrar más características sobre este componente.

entre las principales características tenemos:

- Voltaje de entrada: DC 3 V-7.2 V.
- Corriente de entrada: 1A.
- Tensión de salida: 10 kV.
- Dimensión: diámetro 28mm * 87mm.

Generador de alto voltaje



Figura 3.21. Generador del Arco Eléctrico

Fuente: (Aliexpress)

3.7.7. Bomba de agua Poong Sung

La bomba de agua que se muestra en la Figura 3.22, será utilizada para la evacuación de este líquido cuando ingrese demasiada agua en el prototipo y como aspersión para humedecer a la trampa ya que al caracol le gusta lugares húmedos, también servirá para la limpieza del prototipo; entre las características de esta bomba se tiene:

- Voltaje de funcionamiento: 12V.
- Corriente máxima: 670mA.
- Diámetro de entrada: 5/8 pulg.
- Diámetro de salida: 1/4 pulg.
- Tasa de flujo: 4lt/min.
- No es sumergible.

Bomba de agua Poong Sung



Figura 3.22. Bomba de agua para humedecer la trampa.

Fuente: (Mercado Libre).

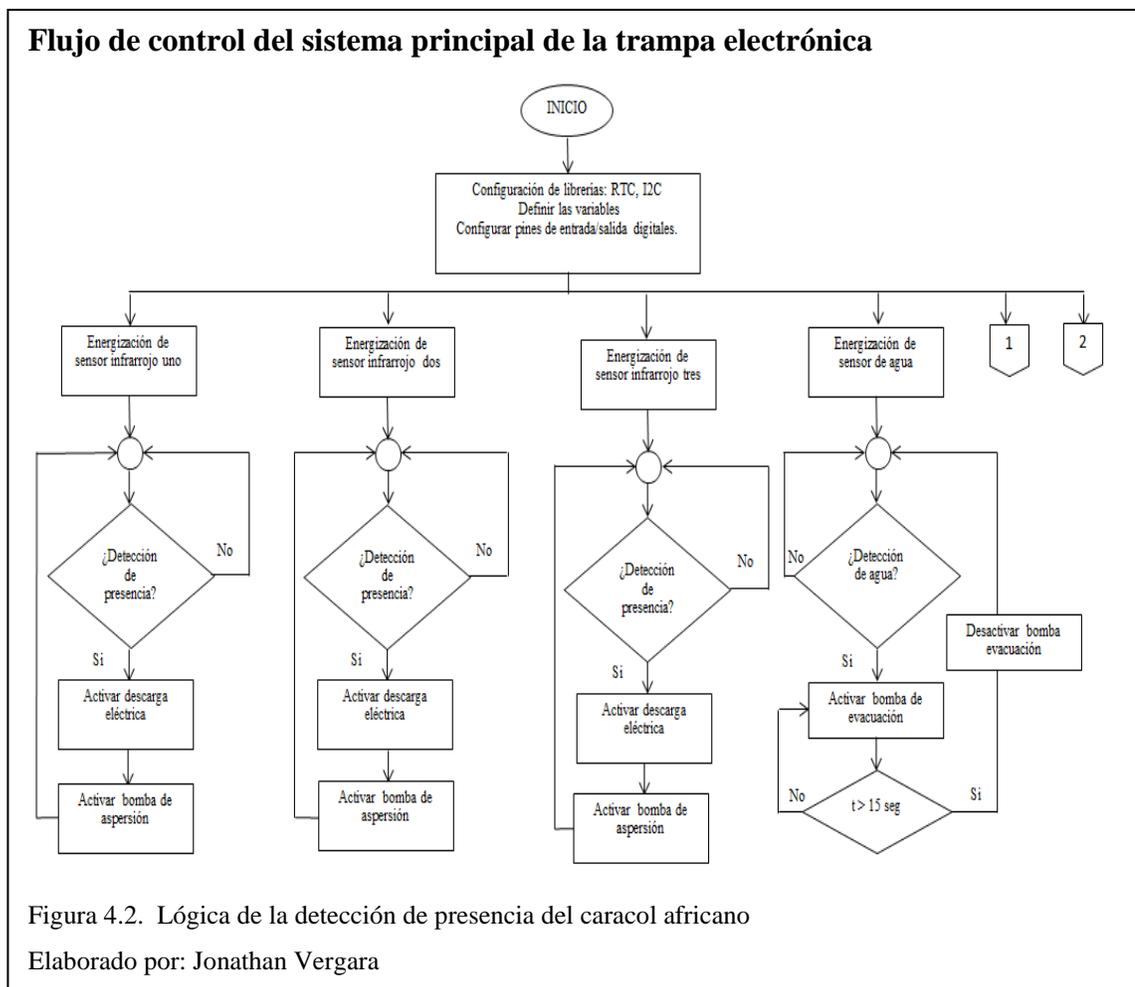
Un botón de paro el cual desactiva los tres sensores infrarrojos y el generador de descarga eléctrica.

Un sensor de detección de agua el cual enciende una bomba de evacuación para sacar agua del interior de la trampa.

Finalmente un switch que permite controlar de forma manual el riego de agua en el interior de la trampa la cual se va a utilizar para la limpieza del interior del prototipo.

4.2. Flujo de control de la trampa electrónica prototipo para la captura del caracol africano

En la Figura 4.2, se observa el diagrama de flujo principal de la trampa electrónica.



Primero se declara las entradas y salidas digitales que se va a utilizar en la tarjeta de control arduino mega, como por ejemplo entradas digitales para los sensores (sensor Infrarrojo y sensor de lluvia), y para los pulsadores, además de salidas digitales para el generador de alto voltaje, leds y buzzers indicadores, también se declara la librería del RTC y todas las variables que se van a utilizar en la programación.

Para la detección de presencia del caracol africano en la trampa electrónica se va a utilizar 3 sensores infrarrojos los cuales una vez que el molusco ingrese al prototipo y este sea detectado, activara la descarga eléctrica durante un segundo, además se encenderá un led amarillo indicando que se está produciendo una descarga eléctrica en el interior de la trampa, también se encenderá la bomba de aspersion por un segundo para humedecer al prototipo, si los tres sensores infrarrojos no detectan la presencia de algún animal el generador de alto voltaje permanecerá apagado.

Si la trampa electrónica se llena de agua el prototipo cuenta con un sensor de lluvia el cual se activa cuando este sensor toma contacto con este líquido y manda activar la bomba de evacuación por quince segundos aproximadamente y se enciende un led amarillo (B2), si el sensor de lluvia no se activa la bomba de evacuación permanecerá apagada. En la Figura 4.3, se puede observar el sistema secundario de la trampa electrónica la cual está compuesta por un reloj RTC y una luz linterna.

Flujo de control del sistema secundario de la trampa electrónica

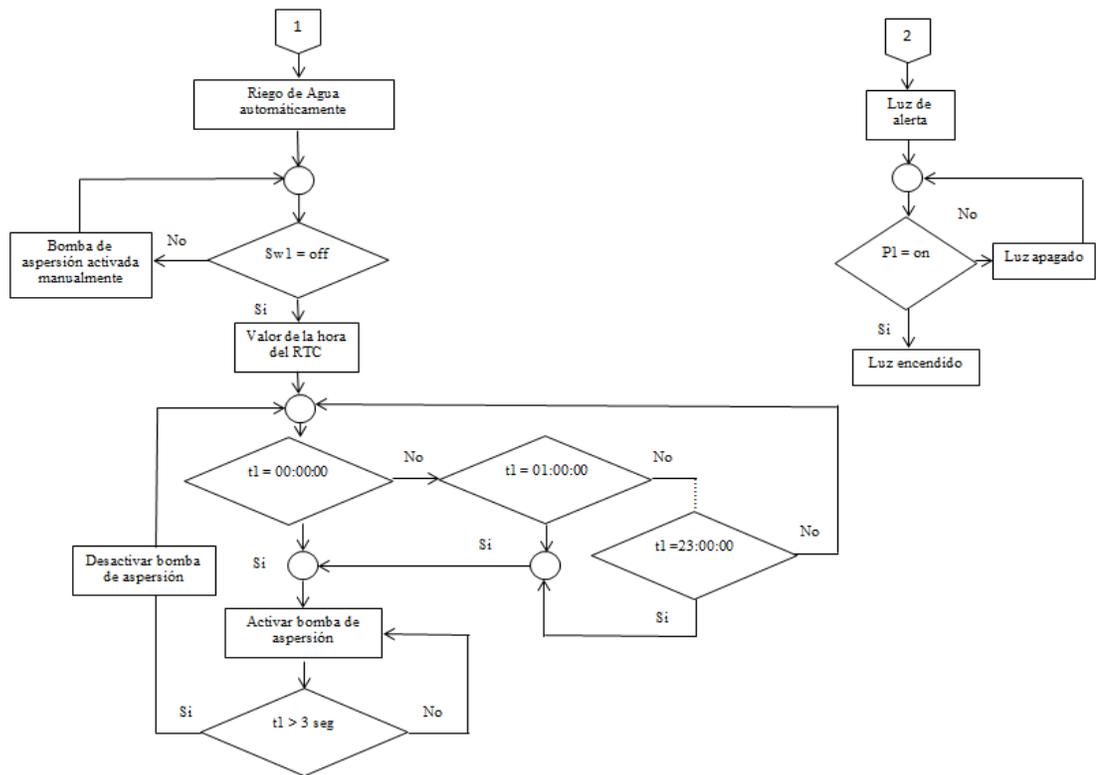


Figura 4.3. Flujo grama de la aspersión de agua y luz linterna del prototipo

Elaborado por: Jonathan Vergara

Para el riego de agua automático el usuario tiene que poner el switch (Sw1) en posición off, y esperar que el módulo RTC active la bomba de aspersión cada hora, una vez que el RTC activa la bomba de aspersión esta se enciende y riega agua al prototipo durante tres segundos aproximadamente luego se paga y espera la siguiente hora para volver a encenderse, si el switch (Sw1) se encuentra en la posición on la bomba de aspersión se encuentra encendida y regara agua manualmente con lo que el usuario tiene el control del tiempo de riego de agua de la bomba de aspersión esta posición será utilizada para limpiar al prototipo después de haber sido utilizado en la recolección del caracol .

Finalmente mediante un pulsador (P1) se va a poder encender y apagar un led que va a funcionar como una linterna en el interior de la trampa, la cual permite observar en su interior, ya que puede ingresar cualquier ser vivo al prototipo y este podría ser peligroso para las personas.

La programación de la tarjeta de control se encuentra en el Anexo 7.

4.3. Implementación de la trampa electrónica prototipo para la captura del caracol africano

Para la implementación del prototipo se debe seguir los siguientes pasos.

4.3.1. Carcaza del Prototipo

Se optó por este envase plástico debido a que es duradero, resistente, fácil de conseguir en la zona y se lo puede reutilizar en este proyecto ya que las personas lo desechan y no le dan ningún otro uso, en la Figura 4.4, puede observar el envase plástico ya cortado por la mitad y con un orificio en el centro en el cual se va a colocar el diseño elaborado en el tol galvanizado.



4.3.2. Diseño de la Trampa Electrónica Elaborado en Tol Galvanizado

Se va utilizar el diseño elaborado en tol galvanizado que se muestra en la Figura 4.5, debido a que este material es fácil de moldear, fácil de limpiar, resistente a las condiciones climáticas en las cuales va a funcionar además se requiere que el diseño tenga forma de embudo, para que una vez que el caracol sea detectado y electrocutado caiga directamente en el envase de recolección, con lo que el usuario evitara tener contacto directo con el molusco.

Para mayor información en el Anexo 9 se muestran los planos del diseño de tol galvanizado.

Diseño Elaborado en Tol Galvanizado



Figura 4.5. Vista Frontal del diseño elaborado en tol galvanizado

Fuente: Jonathan Vergara

4.3.3. Ubicación de los Sensores en el Prototipo

Debido a que se necesita conocer cuando un caracol ingresa al prototipo, se decidió utilizar tres sensores infrarrojos los cuales se encuentra ubicados como se observa en la Figura 4.6. ya que el molusco puede ingresar por la parte frontal, parte lateral derecha y parte lateral izquierda del prototipo, no puede ingresar por la parte posterior ya que la trampa se encuentra tapada por ese lado por ese motivo es necesario utilizar solo tres sensores infrarrojos, un sensor infrarrojo para cada lado.

Para mayor información de los planos de la ubicación de los sensores infrarrojos se encuentran en el Anexo 9.

Ubicación de Sensores Infrarrojos

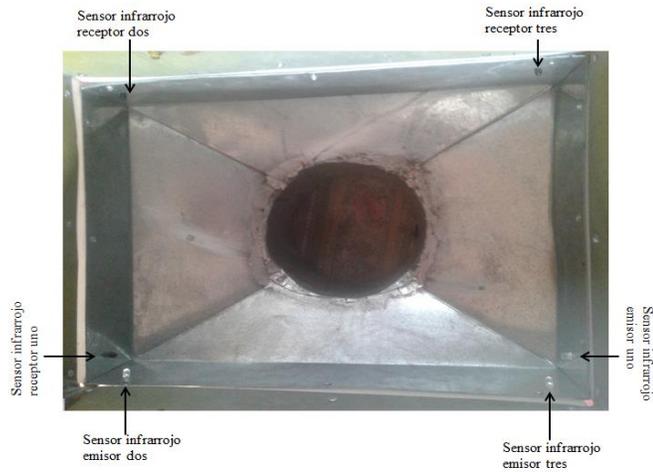


Figura 4.6. Localización de los tres sensores infrarrojos emisor y tres sensores infrarrojos receptores en el tol galvanizado

Fuente: Jonathan Vergara

4.3.4. Ubicación de los Aspersores en el Prototipo

Para la limpieza de la trampa y riego automático se va a colocar mini aspersores de 180° como se muestra en la Figura 4.7, ya que este aspersor riega una superficie semicircular con lo que es útil para regar agua en el interior de la trampa para humedecer o limpiar al prototipo.

Ubicación de mini aspersores de 180°

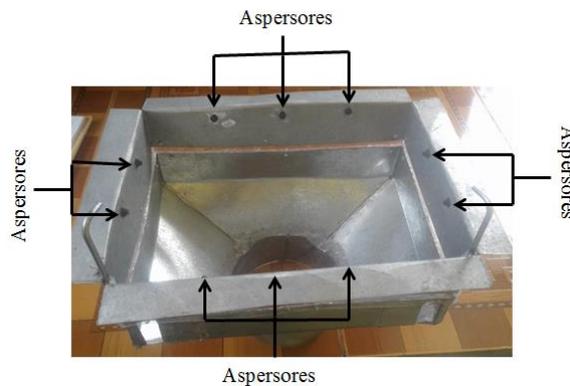


Figura 4.7. Localización de mini aspersores en el tol galvanizado.

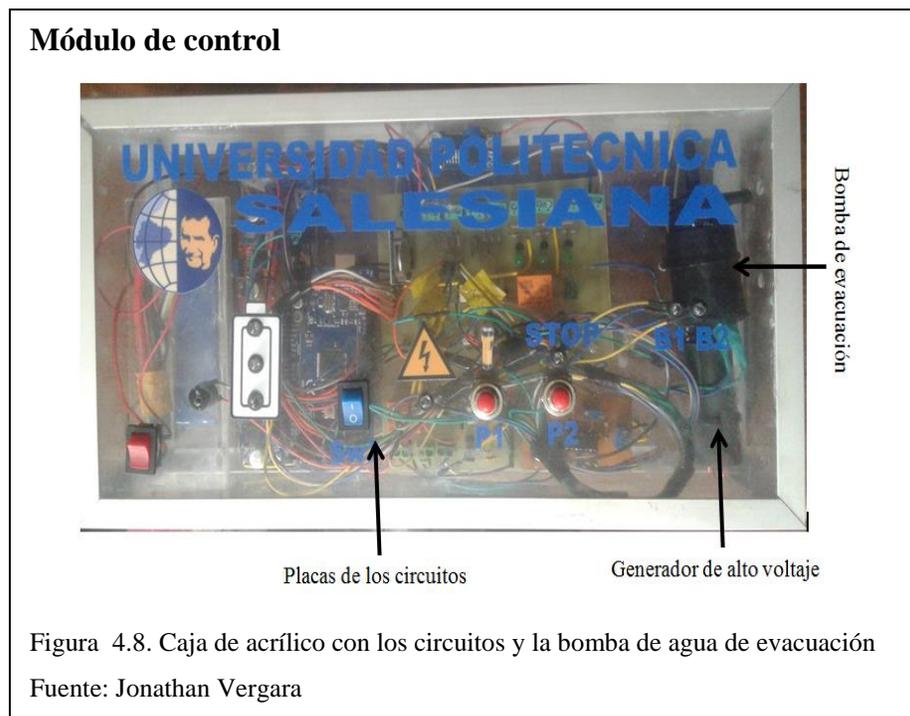
Fuente: Jonathan Vergara

4.3.5. Módulo de control

El módulo de control consta de una tarjeta de control arduino mega, esta tarjeta permite activar o desactivar las entradas y salidas que se encuentren conectadas a este componente, el módulo también posee indicadores luminosos como leds y un zumbador, que advierte el estado de la trampa electrónica.

Para la protección del módulo de control se utiliza una caja de acrílico la cual protege a los circuitos del medio ambiente y de animales, en este módulo también se encuentra la bomba de evacuación ya que esta no es sumergible.

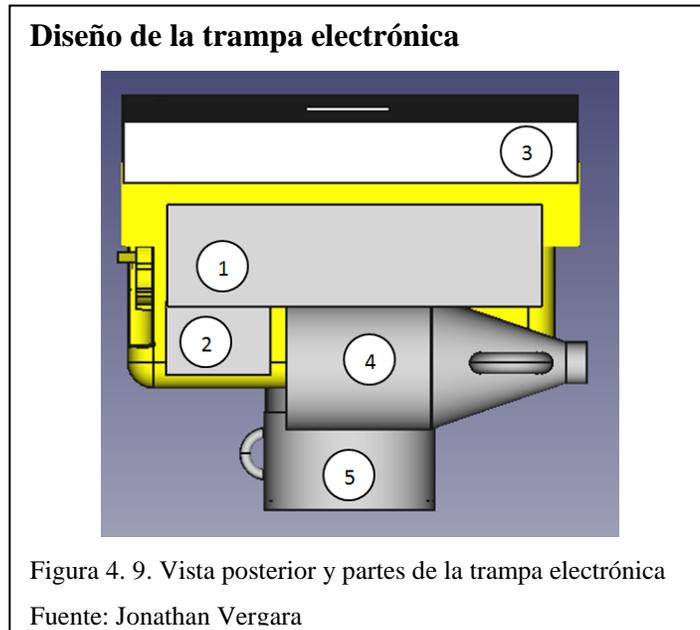
En la Figura 4.8, se puede apreciar los circuitos electrónicos que se van a utilizar en el prototipo, además de la bomba de agua de evacuación. En el Anexo 8 se puede encontrar los planos de la caja de acrílico.



4.4. Partes del Prototipo

En la Figura 4.9, se muestran las partes del prototipo.

1. Módulo de control.
2. Bomba de agua de aspersión.
3. Tapa de la trampa electrónica.
4. Recipiente de agua para la limpieza y aspersión.
5. Envase de recolección de caracoles.



Finalmente en la Figura 4.10, se muestra el prototipo de la trampa electrónica enterrado en el cultivo de papaya listo para funcionar.



CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se va a dar a conocer las pruebas y resultados que se obtuvo en la plantación de papaya en la parroquia de San Jacinto del Búa, recinto Palma Sola, km 14, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas la cual se observa en la Figura 5.1, para la validación del correcto funcionamiento de la trampa electrónica prototipo.

Así mismo se incluirá el presupuesto del prototipo, las conclusiones y recomendaciones finales del proyecto.

El clima de este lugar es cálido húmedo, con una temperatura de aproximadamente de 23°C a 26 °C.



5.1. Pruebas de Funcionamiento del Prototipo

Para comprobar el correcto funcionamiento de la trampa electrónica se realiza la verificación de las siguientes acciones que muestra la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Lista de verificación de funciones del prototipo.

No	Acción	Observación	Resultado (SI/NO)	Verificación	Imagen
1	Colocar Switch (Io) de encendido en ON.	Se enciende el led verde de la batería.	SI		
2	Batería al 100%	Se enciende un led verde indicando que la batería está cargada al 100%.	SI		
3	Batería al 50%	Se enciende un led amarillo indicando que está al 50% del nivel de carga.	SI		
4	Batería al 10%	Se enciende un led rojo indicando que está al 10% del nivel de carga la batería y se escucha un sonido de alerta.	SI		

Continuación de la Tabla 5.1. Lista de verificación de funciones del prototipo.

No	Acción	Observación	Resultado (SI/NO)	Verificación	Imagen
5	Activación del sensor infrarrojo 1.	Se enciende un led amarillo, se activa la descarga eléctrica, además se enciende el led verde (B1) de la bomba de aspersión por un segundo.	SI		
6	Activación el sensor infrarrojo 2.	Se enciende un led amarillo, se activa la descarga eléctrica, además se enciende el led verde (B1) de la bomba de aspersión por un segundo.	SI		
7	Activación el sensor infrarrojo 3.	Se enciende un led amarillo, se activa la descarga eléctrica, además se enciende el led verde (B1) de la bomba de aspersión por un segundo.	SI		
8	Activar el Botón de Paro (P2).	Se enciende un led color rojo y los tres sensores infrarrojos se desactivan al igual que la descarga eléctrica.	SI		
9	Activar el botón de luz (P1).	Se enciende un led color blanco con lo que se puede observar lo que hay en el interior de la trampa.	SI	Por seguridad se debe primero encender la luz para observar si existe algún ser vivo peligroso para el usuario en el interior de la trampa.	

Continuación de la Tabla 5.1. Lista de verificación de funciones del prototipo.

No	Acción	Observación	Resultado (SI/NO)	Verificación	Imagen
10	Colocar Switch (SW1) de aspersión de la trampa en on.	Se enciende un led verde (B1) y la bomba de aspersión se activa y empieza a regar agua para la limpieza de la trampa.	SI		
11	Detección de nivel máximo de agua	Se enciende un led amarillo (B2) y la bomba de evacuación se enciende por aproximadamente quince segundos.	SI		
12	Colocar Switch (Sw1) de aspersión de la trampa en off	Se enciende la bomba de aspersión cada hora durante 3 segundos para regar agua en el interior de la trampa.	SI	Ya que a los caracoles les gusta la humedad.	
13	Colocar Switch (Io) de encendido en Off	La trampa electrónica se encuentra fuera de operación. Todos los sensores y actuadores están desactivados	SI		

Elaborado por: Jonathan Vergara

5.2. Pruebas de campo de la trampa electrónica para recolectar caracoles africanos

Para determinar el tipo de carnada más efectiva para atraer al caracol a la trampa electrónica, se consideró tres tipos de carnadas.

Tabla 5.2. Prueba de tipo de carnada que se va a utilizar y cantidad de caracoles atrapados cada día.

Día	Tipo de carnada	Noche	No de caracoles
1	Papaya con melaza	18:00 – 8:00	8
2	Plátano con melaza	18:00 – 8:00	5
3	Piña con melaza	18:00 – 8:00	7

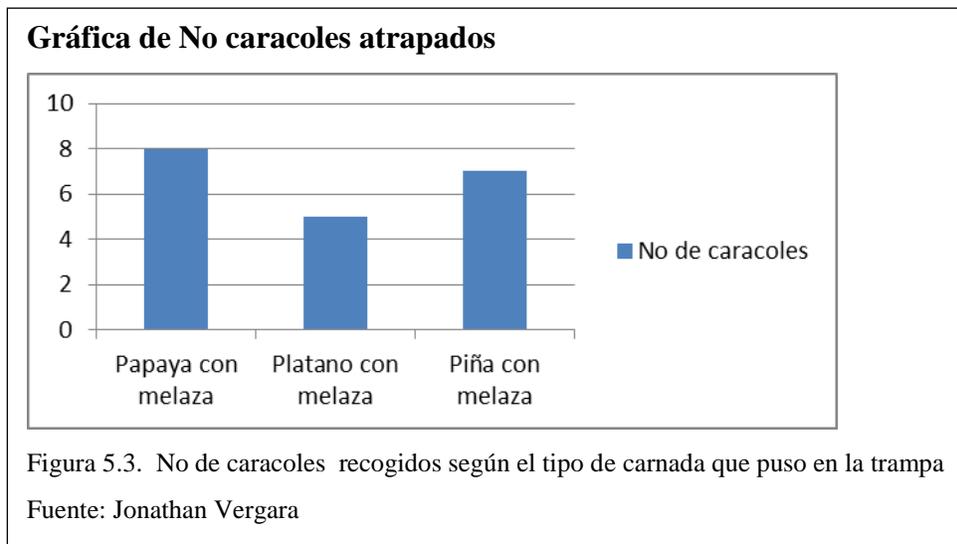
Elaborado por: Jonathan Vergara

De acuerdo a la Tabla 5.2, se puede observar que la con la carnada 1 se pueden recoger la mayor cantidad de caracoles.

En la Figura 5.2, se puede observar al caracol africano ingresando a la trampa electrónica atraída por la papaya mezclada con melaza.



En la Figura 5.3, se puede observar el número de caracoles que se recogió según el tipo de carnada que se puso en la trampa electrónica.



De acuerdo a la Figura 5.3, se pudo comprobar que la papaya es la carnada que más atrae a los caracoles africanos.

En la Tabla 5.3, se muestra una estimación de cuantos caracoles se podrían reproducir tomando en cuenta que estos animales ponen de 300 a 1000 huevos cada tres meses.

Tabla 5.3. Proyección de la proliferación del caracol africano.

No de caracoles	1 semana	1 mes	3 meses	Huevos de caracol que se evitó reproducir
8	56	240	720	2400

Elaborado por: Jonathan Vergara

En la Tabla 5.3, se puede observar la cantidad de caracoles que se podrían atrapar aproximadamente cada semana, cada mes y a los 3 meses.

Con la recolección de los 8 caracoles en un día se pudo evitar que a los tres meses se pueda reproducir aproximadamente 2400 caracoles.

5.2.1 Prueba de nivel de descarga de la batería de la trampa electrónica

El prototipo cuenta con una batería recargable por lo cual es necesario determinar qué porcentaje de descarga se da en cada día de utilización de la trampa electrónica.

Para determinar el porcentaje de descarga de la batería se utiliza la siguiente Ecuación 5.1.

$$PD = \frac{100\% \times (VAB - 9)}{3.5} \quad (5.1)$$

Donde:

PD = Porcentaje de descarga de la batería de lipo (%).

VAB = Voltaje actual de la batería de lipo (V).

9 = Valor de voltaje mínimo de descarga de la batería.

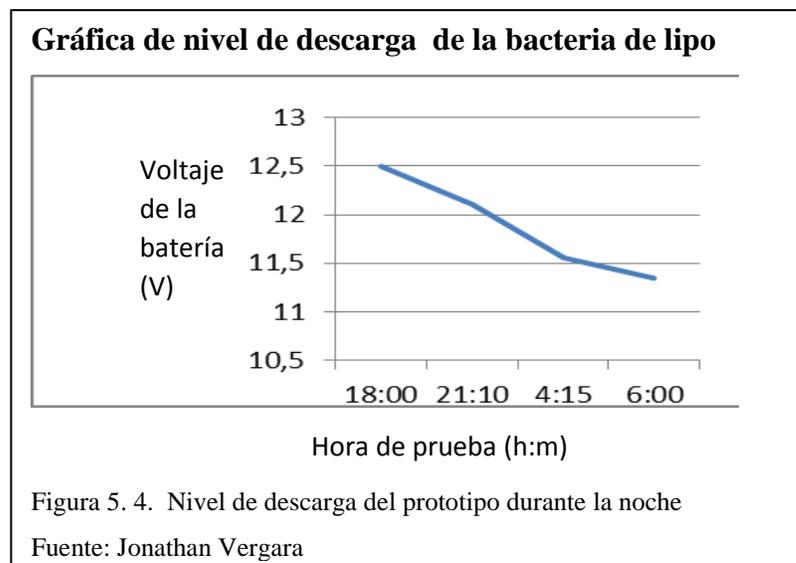
3.5 = Constante diferencia entre voltaje máximo de la batería menos voltaje mínimo.

Tabla 5.4. Prueba de descarga de la batería durante la noche por un día.

No	Voltaje de la batería (v)	Hora de la prueba (h:m) pm	Porcentaje de descarga (%)
1	12.5	18:00	100 %
2	12,1	21:10	88,57%
3	11,55	04:15	72,85%
4	11,35	06:00	67,14%

Elaborado por: Jonathan Vergara

De acuerdo a la Tabla 5.4, se puede observar el porcentaje de descarga de la batería que se obtuvo durante la realización de la prueba de funcionamiento del prototipo en el cultivo de papaya en el primer día de prueba.



Como se puede observar en la Figura 5.4, la batería tiene un 32,86% de descarga tras haber estado funcionando por alrededor de doce horas.

5.3. Presupuesto

En la Tabla 5.5, se presentan todos los gastos que se realizaron para la adquisición de materiales para la construcción del prototipo.

Tabla 5.5. Presupuesto del prototipo.

Cantidad	Material / Acción	Costo unitario USD	Costo Total USD
1	Tarjeta de control de arduino MEGA	19.99	19.99
6	Sensor infrarrojo emisor y receptor IR380	0.77	4.62
2	Bomba de agua de 12v con entradas de 5/8 y 1/4 Y salidas de 1/4 las dos	10.00	20.00
1	Generador de alta tensión de 10kv de salida	13.00	13.00
2	Convertidor reductor de voltaje DC-DC LM2596	6.50	13.00
1	Convertidor DC-DC Elevador De Voltaje Buck XI6009	6.50	6.50
1	Sensor de lluvia YL-83	5.00	5.00

Continuación de la Tabla 5.5. Presupuesto del prototipo.

Cantidad	Material / Acción	Costo unitario USD	Costo Total USD
1	Batería de lipo de 11.1V	25.00	25.00
1	Cargador de la batería de lipo de 3 celdas	26.00	26.00
1	Materiales electrónicos	20.00	20.00
1	Cajas , láminas de acrílico	60.00	60.00
1	Elaboración de diseño tol galvanizado	40.00	40.00
10	Mini aspersores de 180°	0.20	2.00
1	Material de plomería	25.00	25.00
		Total	280.11

Nota: Elaborado por Jonathan Vergara

*Materiales electrónicos: contemplan resistencias, capacitores, cables de conexión, leds, buzzer, borneras, relés, transistores, etc.

*Material de plomería: mangueras de 5/8 y 1/4, codos, te, teflón, masilla epóxica, remaches de 1/8, tornillos y tuercas, picaportes.

El costo final para la construcción de la trampa electrónica para recolectar el caracol africano fue de \$ 280.11.

Como se puede observar en la Tabla 5.5, los costos más significativos para la construcción de la trampa electrónica son: la caja de acrílico para proteger las placas electrónicas, la caja para la bomba de aspersión y la elaboración del diseño en lámina de tol, siendo así el 44,64% de costo total del prototipo.

CONCLUSIONES

Se logró construir un prototipo para la recolección del caracol africano para cultivos de papaya para la parroquia de San Jacinto del Búa, recinto Palma Sola km 14, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, el cual se puso a prueba durante tres días utilizando diferentes tipos de carnada.

En el primer día de recolección de este molusco se puso la carnada de papaya mezclada con melaza y se recogió ocho caracoles, durante el segundo día de recolección se puso de carnada plátano mezclado con melaza y se recogió cinco caracoles y finalmente en el tercer día de recolección con la carnada de piña mezclada con melaza se obtuvo siete caracoles atrapados, con estos datos que se obtuvo se puede afirmar que la carnada de papaya mezclada con melaza es la fruta que más atrajo al caracol a la trampa electrónica y por tanto la que se debería usar para futuras capturas de este molusco.

De acuerdo al diseño concurrente el prototipo satisface la necesidad de evitar el contacto directo con el caracol ya que la trampa electrónica tiene la forma de embudo y cuando los caracoles ingresan al prototipo y son detectados por los sensores infrarrojos reciben una descarga eléctrica y el molusco se esconde en el caparazón con lo que cae directamente en el envase de recolección y si quiere el molusco volver a salir ya no puede ya que si otra vez detectado por los sensores recibirá otra descarga eléctrica y así se evita que el usuario tenga que recoger al caracol con las manos.

Como se muestra en la Figura 5.44. el nivel de descarga de la batería durante toda la noche de funcionamiento fue del 32,86%, con lo que no sería necesario volver a recargar la batería para poder funcionar al siguiente día.

RECOMENDACIONES

Tener mucho cuidado con las baterías de lipo cuando se vaya a cargar ya que estas baterías son inflamables y podría causar un accidente, se utilizó este tipo de baterías por su tamaño, peso y tiempo de descarga que presenta la batería de lipo en comparación con la batería de litio.

En un futuro se recomienda pensar en otro tipo de diseño el cual funcione durante el invierno y el verano ya que los caracoles en el invierno buscan lugares altos donde no se puedan mojar y en el verano se los puede encontrar en el suelo.

Se recomienda utilizar otro tipo de sensor como por ejemplo galga extensiométrica para que el prototipo pueda funcionar durante el día y la noche ya que los sensores infrarrojos que se están utilizando solo funcionan durante la noche y con los sensores ultrasónicos no funciona debido a que las ondas ultrasónicas chocan con la lámina de tol y rebotan en varias direcciones las cuales activan a otro sensor ultrasónico.

Se recomienda que se realice pruebas de comparación de efectividad entre la trampa electrónica y la utilización de químicos para controlar la proliferación del caracol africano.

Durante la noche se recomienda primero encender el led linterna que tiene el prototipo antes de alzar la tapa ya que podría haber algún animal peligroso para las personas como las serpientes.

REFERENCIAS

- abc Electronics. (s.f.). *abc Electronics*. Recuperado el 28 de 07 de 2016, de abc Electronics:
<http://www.abcinnova.com/articulos-e-informacion/18-ique-es-un-plc-y-que-beneficios-tiene.html>
- AGROCALIDAD. (2013). *AGROCALIDAD*. Recuperado el 2016 de 05 de 21, de AGROCALIDAD:
www.agrocalidad.gob.ec
- Aliexpress. (s.f.). *Aliexpress*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de Aliexpress:
https://www.google.com.ec/search?q=como+instalar+un+interruptor+on+off+en+diagramas+de+flujo&espv=2&biw=1280&bih=670&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEWje5a_fyurPAhUFbiYKHZfdChMQsAQIGQ#tbm=isch&q=bateria+de+lipo+3s+11+1v&imgsrc=J2OXWqtC0eDLmM%3A
- Almendo, N. (19 de Septiembre de 2012). *Tecln-tomares*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de
https://224bab679d4a07b45e1521218730a06c1d2d7d29.googledrive.com/host/0B2P5Bq-bluknRE5IdWFkRnBkUFE/Unidad%201%20Robotica%201%20-%20Sistemas%20automaticos/Tema%201/5_tipos_de_sistemas_de_control.html
- Alves, Lemos, M., & Kridi, D. (2014). *GitHub*. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de
<https://github.com/zerokol/eFLL>
- Arduino. (2015). *Arduino*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>
- Arduino. (2015). *Arduino*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Linux>
- aulaClic. (Noviembre de 2008). *Aula Clic*. Recuperado el 16 de Agosto de 2016, de
<http://www.aulacli.es/articulos/android.html>
- Basterra, bertera, & Borello. (2012). *Android OS*. Recuperado el 16 de Agosto de 2016, de
<http://androidos.readthedocs.io/en/latest/data/caracteristicas/#arquitectura>
- Bermudez, L. M. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de control bola y viga usando Lógica Difusa*. Soacha, Colombia: CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS.
- Candelas, F., & Corrales, J. (20 de Septiembre de 2007). *Grupo Aurova (Automática, Robótica y Visión Artificial)*. Recuperado el 06 de Mayo de 2016, de
<http://www.aurova.ua.es/previo/dpi2005/docs/publicaciones/pub09-ServoMotores/servos.pdf>
- Carr, R. (6 de Febrero de 2015). *Fatlion*. Recuperado el 26 de Julio de 2016, de
<http://www.fatlion.com/sailplanes/servos.html>
- Carranco, C., & Celi, C. (2010). *Desarrollo de un sistema Hmi-Scada, diseñado con Lógica Difusa e implementado en un prototipo de prueba*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

- Colina, N. (Agosto de 2014). *Acciones de control*. Maturín, Venezuela: Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño".
- Cosmos Online. (1995). *Cosmos Online*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Cosmos Online: <https://www.cosmos.com.mx/producto/laminas-de-acrilico-bxrw.html>
- Cristian Rolando Aingla Silva, J. D. (Febrero de 2013). Diseño y construcción de un equipo de labranza con tracción accionada por un motor de combustión interna para tallado de un surco de siembra a la vez. *Diseño y construcción de un equipo de labranza con tracción accionada por un motor de combustión interna para tallado de un surco de siembra a la vez*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Departamento Administrativo de Gestion del Medio Ambiente . (13 de 08 de 2015). *Departamento Administrativo de Gestion del Medio Ambiente* . Recuperado el 31 de 05 de 2016, de Departamento Administrativo de Gestion del Medio Ambiente : http://www.cali.gov.co/publicaciones/algunas_recomendaciones_en_caso_de_ver_caracoles_africanos_pub
- D-Link. (2012). *D-Link*. Recuperado el 16 de Agosto de 2016, de <http://www.dlink.com/es/es/home-solutions/view/network-cameras/dcs-930l-wireless-n-network-camera>
- ebay. (s.f.). *ebay*. Recuperado el 20 de 01 de 2017, de ebay: <http://www.ebay.es/itm/MODULO-SENSOR-LLUVIA-HUMEDAD-AGUA-CONDENSACION-ARDUINO-PI-PROYECTOS-ELECTRONICA-/152088537745>
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Recuperado el 07 de 03 de 2017, de EcuRed: https://www.ecured.cu/Caracol_gigante_africano
- ElectrokMega. (s.f.). *ElectrokMega*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de ElectroKmega: <http://www.electrotekmega.com/tienda/emisor-receptor-infrarrojo/>
- Electronica Embajadores. (s.f.). *Electronica Embajadores*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Electronica Embajadores: <http://www.electronicaembajadores.com/Subfamilias/Productos/-1/IT41/finales-de-carrera>
- Electronica Estudio.com. (s.f.). *Electronica Estudio.com*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Electronica Estudio.com: <http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>
- Electrotekmega. (s.f.). *Electrotekmega*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de ElectroKmega: <http://www.electrotekmega.com/tienda/emisor-receptor-infrarrojo/>
- Facilísimo. (s.f.). *Facilísimo*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de Facilísimo: http://salud.facilísimo.com/blogs/nutricion/la-sal-de-grano-y-sus-beneficios_921964.html
- GreenTouch. (2013). *Green Touch*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de http://es.greentouch.com.cn/products_detail/&productId=285.html

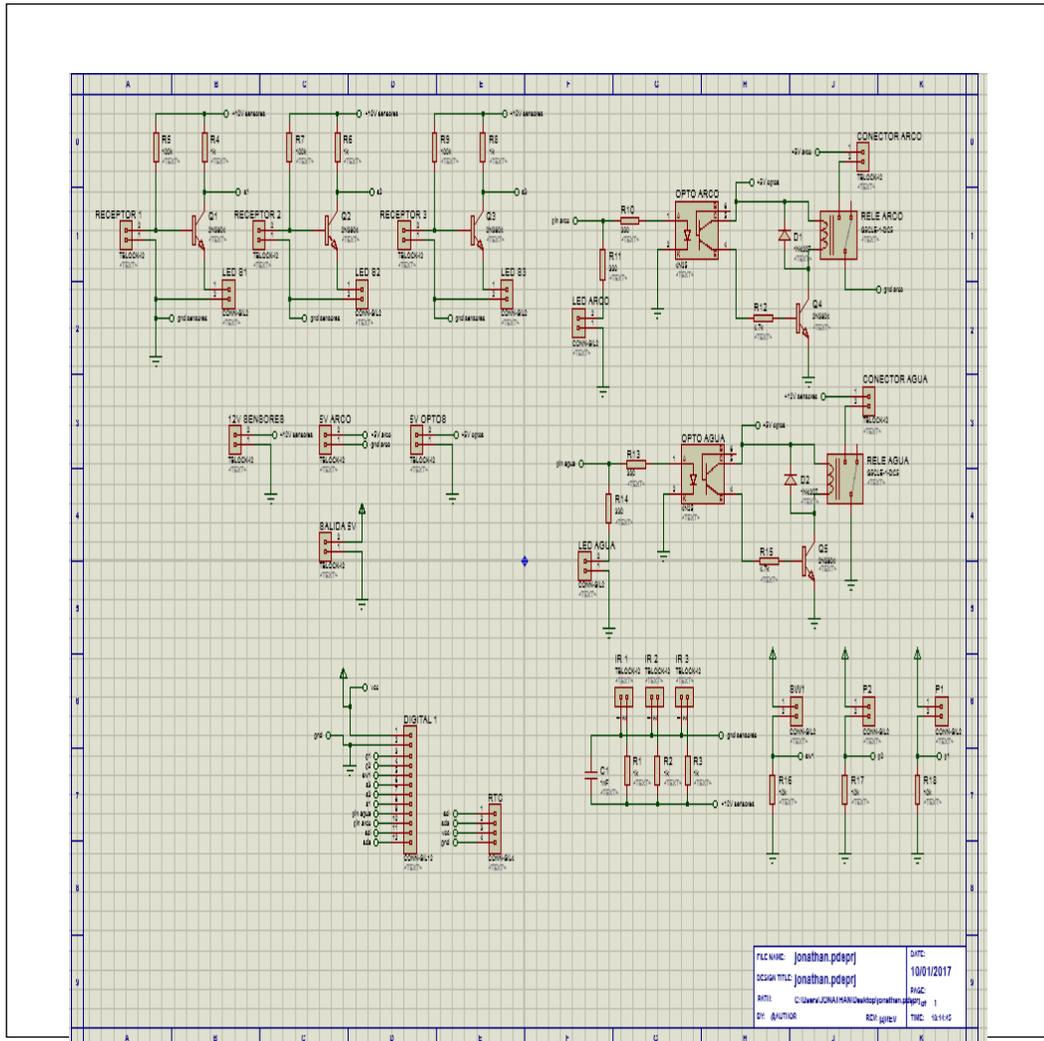
- Herrera, R. (2015). Estabilidad de los sistemas en Lazo cerrado. En I. H. Roberto (Ed.), *Control de Procesos* (págs. 4-5). Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán .
- INIA. (06 de 12 de 2009). *INIAHOY*. Recuperado el 2016 de 05 de 26, de INIAHOY:
http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_hoy/IHOY6/pdf/ih6_mliboria2.pdf
- INV.JEROMA. C.A. (s.f.). *INV.JEROMA. C.A Productos para el control integrado de plagas*. Recuperado el 30 de 06 de 2016, de INV.JEROMA. C.A Productos para el control integrado de plagas: <http://www.invjeroma.com/html/productos.html>
- ITead Studio. (4 de Diciembre de 2013). *Robotshop*. Recuperado el 19 de Agosto de 2016, de http://www.robotshop.com/media/files/pdf/rb-ite-12-bluetooth_hc05.pdf
- IVÁN, S. A. (2014). Recuperado el 28 de 06 de 2016, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7166>
- Jiangmen Dongji Precision Sheet Metal Co., Ltd. (08 de 06 de 2015). *Jiangmen Dongji Precision Sheet Metal Co., Ltd*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Jiangmen Dongji Precision Sheet Metal Co., Ltd.: http://es.made-in-china.com/co_djsheetmetal/product_Custom-Made-Stainless-Steel-Galvanized-Sheet-Metal-Boxes_eyreregg.html
- Kumar, S. (2010). Introducción a la Robotica. En S. Kumar. México. D.F., México: Mc Graw Hill.
- Kuo, B. (1996). *Sistemas de Control Automático* (Séptima ed.). México D.F., México: Prentice Hall.
- LA NACION. (22 de 07 de 2015). *El caracol africano invade cinco provincias de Ecuador*, pág. 1.
- LOPACAN ELECTRONICA, S.L. . (s.f.). *LOPACAN ELECTRONICA, S.L. .* Recuperado el 12 de 11 de 2016, de LOPACAN ELECTRONICA, S.L. :
https://www.google.com.ec/search?q=sensor+de+agua+arduino&espv=2&biw=1280&bih=670&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiZzt-06OrRAhVGQCYKHdM1ByUQ_AUIBigB#imgsrc=TwxpU_zjOaLiHM%3A
- Luo, X., Wei, X., & Zhang, J. (26 de Agosto de 2010). *IEEEExpLore*. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5557839&queryText=LUO,%20Xiangfeng,%20WEI%20Xiao,%20and%20ZHANG,%20Jun.%20Guided%20Game-Based%20LearningCUsing%20Fuzzy%20Cognitive%20Maps.&newsearch=true>
- Maldonado, D. (4 de Febrero de 2015). *Blogspot*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://dayanamaldonado99.blogspot.com/2015/02/sistemas-de-control.html>
- MAZA, I. A. (2013). Recuperado el 30 de 05 de 2016, de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6128/1/tesis%20maestria%20impacto%20ambiental%20\(jaime%20maza\).%20%23%2033pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6128/1/tesis%20maestria%20impacto%20ambiental%20(jaime%20maza).%20%23%2033pdf)
- Mercado Libre. (s.f.). *Mercado Libre*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de Mercado Libre: http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-682068706-clp-siemens-6ed1-052-1md00-0ba6-plc-logo-1224rc-_JM

- Mercado Libre. (s.f.). *Mercado Libre*. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de Mercado Libre: http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-464705929-bomba-agua-limpiaparabrisas-chevrolet-aveo-_JM
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (s.f.). *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. Recuperado el 31 de 05 de 2016, de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca: <http://www.agricultura.gob.ec/250-tecnicos-y-agricultores-se-capacitan-sobre-el-control-del-caracol-africano/>
- NetBlocks. (2014). *NetBlocks*. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de NetBlocks: <https://www.netblocks.eu/uncategorized/semtech-announces-microchip-adopter-lora-technology-target-iot/>
- Ogata, k. (2003). *Ingeniería de Control Moderno*. Madrid: Pearson Educación. S.A.
- Ojeda, G. (2007). *Introducción a la Ingeniería de Control*. Oviedo, España: Universidad de Oviedo.
- Otaola, P. (Junio de 2015). *Construcción y Diseño del sistema de control de posición de una esfera sobre una plataforma móvil*. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas ICAI -ICADE.
- Palacios, G. F. (03 de 2012). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA CON PLC PARA DIVIDIR PLANCHAS DE CARTÓN DE HASTA 1300 MM DE ANCHO Y 2200 MM DE LONGITUD, MEDIANTE CORTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES. DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA CON PLC PARA DIVIDIR PLANCHAS DE CARTÓN DE HASTA 1300 MM DE ANCHO Y 2200 MM DE LONGITUD, MEDIANTE CORTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Pareto, L. (1976). *Formulario de Mecánica*. Barcelona, España: Ediciones CEAC SA.
- Parque Nacional Galapagos. (s.f.). *Parque Nacional Galapagos*. Recuperado el 31 de 05 de 2016, de Parque Nacional Galapagos: http://www.galapagos.gob.ec/?page_id=2553
- Patagonia. (s.f.). *Patagonia*. Recuperado el 21 de 10 de 2016, de Patagonia: <http://saber.patagoniatec.com/rtc-ds1307-real-time-clock-fecha-hora-i2c-real-time-clock-eprom-arduino-pic-ptec/>
- Pérez, M., & Wellstead, P. (s.f.). *Control Systems Principles*.
- Planeta Vital. (29 de 04 de 2013). *Planeta Vital*. Recuperado el 31 de 05 de 2016, de Planeta Vital: <http://tuplanetavital.org/actualidad-planetaria/alerta-con-el-caracol-gigante-africano/>
- POLSINELLI ENOLOGIA. (s.f.). *POLSINELLI ENOLOGIA*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de POLSINELLI ENOLOGIA: <https://www.polsinelli.it/es/dep%C3%B3sito-80-l-P582.htm>
- Presis Resistencia Electricas LTDA. (s.f.). *Presis Resistencia Electricas LTDA*. Recuperado el 15 de 03 de 217, de Presis Resistencia Electricas LTDA: <http://www.resistenciaselectricaspresis.com/presis@colombia.com/vp3083/sp/resistencias-tipo-tubular-para-inmersion>

- PRO ECUADOR. (2015). *PRO ECUADOR*. Recuperado el 12 de 07 de 2016, de PRO ECUADOR:
http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/PROEC_AS2015_PAPAYA1.pdf
- ROBLES, L. M. (2011). *Universidad de Guayaquil*. Recuperado el 27 de 06 de 2016, de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1477>
- Robotzone.LLC. (2015). *SERVOCITY*. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de https://www.servocity.com/html/hs-485hb_servo.html#.VyO-ZkzhBD8
- Rodríguez, M. C. (22 de 03 de 2006). *Espe*. Recuperado el 24 de 05 de 2016, de Espe:
[http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/BolTec6SerZool\(2\)/Achatina_55.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/BolTec6SerZool(2)/Achatina_55.pdf)
- Romeba, C. R. (2002). *Diseño Concurrente*. Barcelona.
- Romeva, C. R. (2002). *Diseño Concurrente*. Barcelona: Politext.
- Ruben, J. (21 de Febrero de 2014). *GEEK FACTORY*. Recuperado el 19 de Agosto de 2016, de <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/bluetooth-hc-05-y-hc-06-tutorial-de-configuracion/>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (07 de 04 de 2011). *Secretaria Distrital de Ambiente*. Recuperado el 26 de 05 de 2016, de Secretaria Distrital de Ambiente:
<http://ambientebogota.gov.co/web/fauna-silvestre/caracol-gigante-africano-una-amenaza-a-enfrentar1>
- slideshare. (19 de 10 de 2012). *slideshare*. Recuperado el 02 de 06 de 2016, de slideshare:
<http://es.slideshare.net/CarlosLombeida/la-introduccion-de-caracoles-africanos>
- Snail-World. (s.f.). *Snail-World*. Recuperado el 24 de 05 de 2016, de Snail-World:
<http://www.snail-world.com/caracol-gigante-africano/>
- TouchGreen. (2013). *Green Touch*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de http://es.greentouch.com.cn/products_detail/&productId=170.html#t1
- Tudsamalee, M. (s.f.). *123RF*. Recuperado el 07 de 07 de 2016, de 123RF:
http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/fuel_jug.html?mediapopup=29890923

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama electrónico para la detección del caracol y generación de arco eléctrico.



Anexo 2 Características de la batería de lipo de 3 celdas.

Voltaje mínimo : 9V	
Voltaje nominal : 11.1 V	
Voltaje máximo : 12,5 V	
Corriente de descarga : 2200 mA	
Tamaño : 108 x 34 x 27 mm	
Peso: 197g	
3 celdas	
Tasa de descarga: 30 c	

La tasa de descarga es la rapidez con que una batería puede ser descargada de forma segura.

Anexo 3 Hoja técnica del sensor infrarrojo receptor

Technical Data Sheet

5mm Silicon PIN Photodiode , T-1 ¾

PD333- 3B/H0/L2

Features

- Fast response time
- High photo sensitivity
- Small junction capacitance
- Pb free
- The product itself will remain within RoHS compliant version.

Descriptions

PD333-3B/H0/L2 is a high speed and high sensitive PIN photodiode in a standard



5 ϕ plastic package. Due to its black epoxy the device is sensitive to infrared radiation.

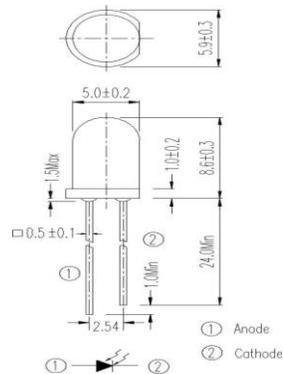
Applications

- High speed photo detector
- Security system
- Camera

Device Selection Guide

LED Part No.	Chip	Lens Color
	Material	
PD	Silicon	Black

Package Dimensions



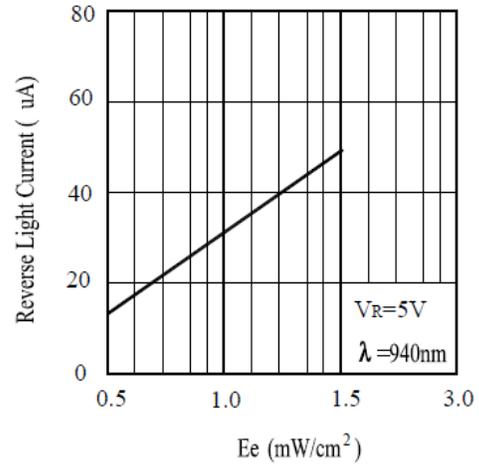
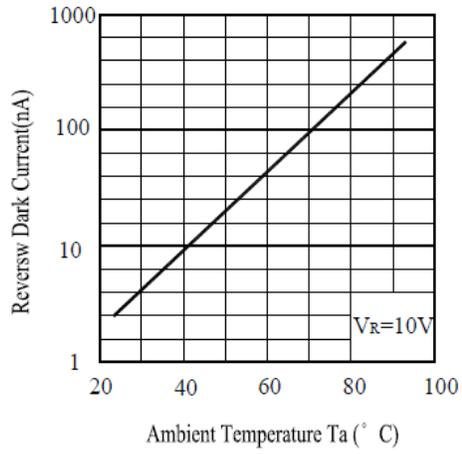
Absolute Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Rating	Units
Reverse Voltage	V_R	32	V
Power Dissipation	P_d	150	mW
Lead Soldering Temperature	T_{sol}	260	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{opr}	-40 ~ +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +85	$^\circ\text{C}$

Notes: *1: Soldering time ≤ 5 seconds.

Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C)

	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Rang of Spectral Bandwidth	$\lambda_{0.5}$	-----	840	---	1100	nm
Wavelength of Peak Sensitivity	λ_p	-----	---	940	---	nm
Open-Circuit Voltage	VOC	Ee=5m W/cm ² λ_p =940nm	---	0.39	---	V
Short- Circuit Current	ISC	Ee=1m W/cm ² λ_p =940nm	---	35	---	μ A
Reverse Light Current	I _L	Ee=1m W/cm ² λ_p =940nm V _R =5V	25	35	---	
Dark Current	Id	Ee=0m W/cm ² V _R =10V	---	5	30	nA
Reverse Breakdown	BV _R	Ee=0m W/cm ² I _R =100 μ A	32	170	---	V
Total Capacitance	Ct	Ee=0m W/cm ² V _R =5V f=1MHZ	---	18	---	pF
Rise/Fall Time	t _r /t _f	V _R =10V R _L =1K Ω	---	45/45	---	nS
View Angle	2 $\theta_{1/2}$	I _r =20mA	--	80	--	deg



PD333-3B/H0/L2

Typical Electro-Optical Characteristics Curves

Fig.5 Terminal Capacitance vs.

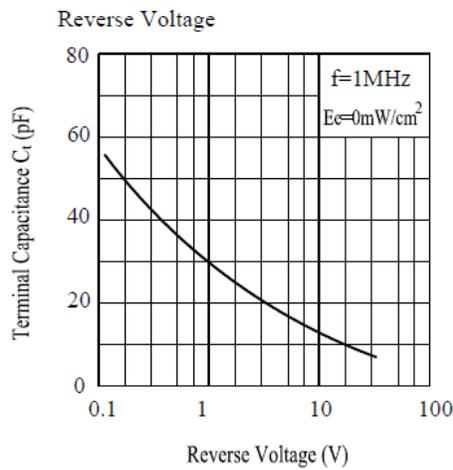


Fig.7 Relative Reverse Light Current vs. Ambient Temperature($^{\circ}$ C)

Fig.6 Response Time vs.

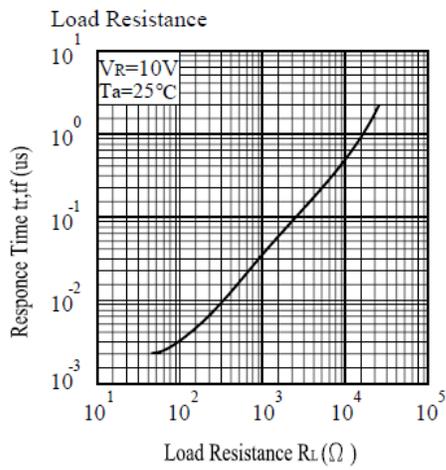


Fig.8 Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

- Conector para batería de litio recargable tipo moneda de diámetro 20 mm (Por ej LIR2032). Batería NO incluida.
- Cristal y demas componentes externos requeridos on-board
- Dimensiones aprox: 28 mm x 27 mm x 9.8 mm

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	UNITS
Input Leakage (SCL)	ILI		-1		μA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	ILO		-1		μA
Logic 0 Output (I _{OL} = 5mA)	VOL				V
Active Supply Current (f _{SCL} = 100kHz)	ICCA				mA
Standby Current	ICCS	(Note 3)			μA
V _{BAT} Leakage Current	IBATLKG			5	nA
Power-Fail Voltage (V _{BAT} = 3.0V)	VPF		1.216 x V _{BAT}	1.25 x V _{BAT}	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

TIMING DIAGRAM

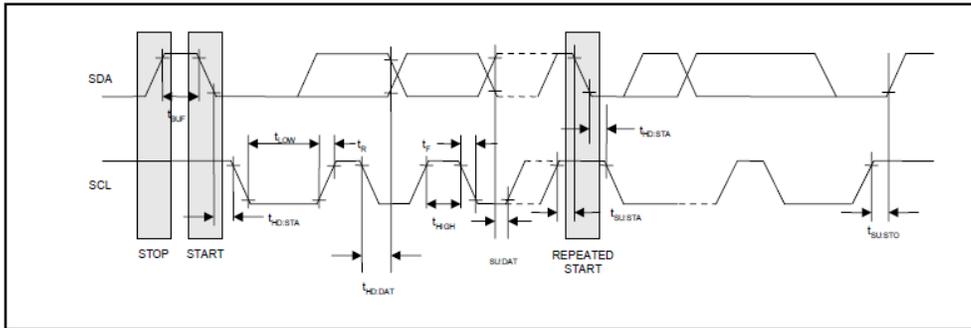
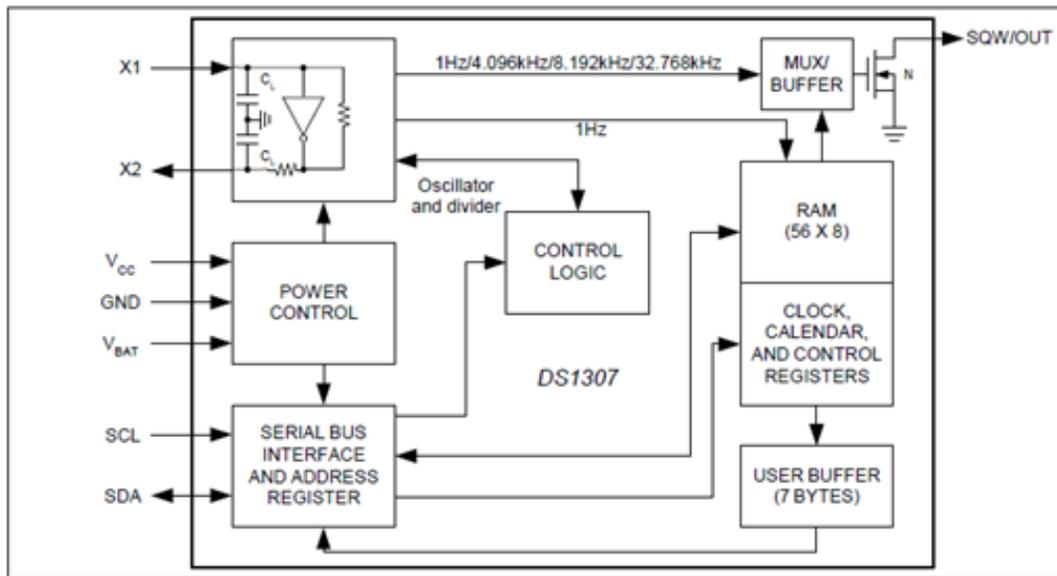


Figure 1. Block Diagram



Anexo 5 Características de la tarjeta de control Arduino Mega



Microcontrolador	ATmega1280
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
E / S digitales prendedores	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	dieciséis
Corriente continua para Pin I / O	40 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	128 KB de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

Anexo 6 Características del generador de alto voltaje

Voltaje de entrada: DC 3 V-7.2 V

Corriente de entrada: 1A

Tipo: de alta tensión de impulso de corriente

Tensión de salida: 10kv (por favor tenga cuidado!)

Longitud del cable de entrada: 9 cm

Longitud de salida: aproximadamente 16 cm

Alta tensión de la distancia de descarga bipolar: 1.5 cm -2 cm

Tamaño: 88 x 26 mm (LXD)



Anexo 7 Programación de la trampa electrónica prototipo para la captura del caracol africano

```
#include <Wire.h>
#include "RTCLib.h" // put your main code
here, to run repeatedly:
```

```
RTC_DS1307 RTC;
```

```
DateTime future = 0; // Variable para calcular
cuando se debe desactivar la alarma
// CONFIGURACIÓN DE USUARIO
int seconds_alarm = 00; // Segundos alarma
int minutes_alarm = 00; // Minutos alarma
int hour_alar = 8; // Hora alarma. Formato 24h
```

```

int hour_alarm9 = 9; // Hora alarma. Formato
24h
volatile int segundos;
int alarm_duration = 03; // Tiempo activo de la
alarma.
int Valvagua = 11;
int estadoS1, estadoS2, estadoS3, estadoS4,
estadoP1, estadoP2, estadoSW1, anterior1,
encender1, anterior2, encender2;
bool bloqueo = false;
void setup () {
Wire.begin(); // Inicia el puerto I2C
RTC.begin(); // Inicia la comunicaci3n con el
RTC
RTC.adjust(DateTime(2016, 07, 07, 23, 59,
00)); // Se Ajusta la hora por Software
//RTC.adjust(DateTime(__DATE__,
__TIME__)); // Establece la fecha y hora
(Comentar una vez establecida la hora)
delay(500);

pinMode(2, INPUT); // pin2 sensor lluvia
pinMode(5, INPUT); // pin5 S1
pinMode(6, INPUT); // pin6 S2
pinMode(7, INPUT); // pin7 S3
pinMode(8, INPUT); // pin8 p1 (linterna)
pinMode(9, INPUT); // pin9 p2 (stop)
pinMode(18, INPUT); // pin18 SW1 (manual
aspersores)
pinMode(24, INPUT); // pin24 SW2 (manual
evacuacion)
pinMode(3, OUTPUT); // pin3 arco
pinMode(22, OUTPUT); // pin 22 bomba
evacuacion
pinMode(35, OUTPUT); // pin 35 led stop
pinMode(31, OUTPUT); // pin 31 led linterna

future = now.unixtime() + alarm_duration;
Serial.println("-----");
Serial.println("ALARMA");
Serial.println("-----");
}
}

if (now.hour() == 01 ) {
if (minutes_alarm == now.minute() ) {
if (seconds_alarm == now.second() ) {
alarma();
future = now.unixtime() +
alarm_duration;
Serial.println("-----");
Serial.println("ALARMA");
Serial.println("-----");
}
}
}

pinMode(Valvagua, OUTPUT); // pin 11
Valvagua aspersores
delay(500);
anterior1 = 0;
encender1 = 0;
anterior2 = 0;
encender2 = 0;
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(22, LOW);
digitalWrite(35, LOW);
digitalWrite(31, LOW);
digitalWrite(Valvagua, LOW);

attachInterrupt(5, alarma, RISING); //
interrupcion 5
attachInterrupt(0, sensor, FALLING); //
interrupcion 0

Serial.begin(9600);
delay(500);
}
void loop(){
DateTime now = RTC.now(); // Obtiene la
fecha y hora del RTC
Serial.print(now.hour(), DEC); // Horas
Serial.print(':');
Serial.print(now.minute(), DEC); // Minutos
Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC); // Segundos
Serial.println();
segundos = now.second();
if (now.hour() == 00) {
if (minutes_alarm == now.minute() ) {
if (seconds_alarm == now.second() ) {
alarma();

Serial.println("ALARMA");
Serial.println("-----");
}
}
}
if (now.hour() == 02 ) {
if (minutes_alarm == now.minute() ) {
if (seconds_alarm == now.second() ) {
alarma();
future = now.unixtime() +
alarm_duration;
Serial.println("-----");
Serial.println("ALARMA");
Serial.println("-----");
}
}
}
}

```

```

    }
}

if (now.hour() == 03) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 04 ) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 05 ) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 10 ) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

}
}

if (now.hour() == 11) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 12 ) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 13 ) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 14 ) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {
            alarma();
            future = now.unixtime() +
alarm_duration;
            Serial.println("-----");
            Serial.println("ALARMA");
            Serial.println("-----");
        }
    }
}

if (now.hour() == 22) {
    if (minutes_alarm == now.minute() ) {
        if (seconds_alarm == now.second() ) {

```

```

        alarma();
        future = now.unixtime() +
alarm_duration;
        Serial.println("-----");
        Serial.println("ALARMA");
        Serial.println("-----");
        }
    }
    if (now.hour() == 23 ) {
        if (minutes_alarm == now.minute() ) {
            if (seconds_alarm == now.second() ) {
                alarma();
                future = now.unixtime() +
alarm_duration;
                Serial.println("-----");
                Serial.println("ALARMA");
                Serial.println("-----");
            } } }
            estadoP1 = digitalRead(8);
            estadoP2 = digitalRead(9);
            if(estadoP1 && anterior1 == 0){
                encender1 = 1 - encender1;
                delay(30);
            }
            anterior1 = estadoP1;
            if (encender1 == 1){
                digitalWrite(31,HIGH);
            }
            else{
                digitalWrite(31,LOW);
            }
            if(estadoP2 && anterior2 == 0){
                encender2 = 1 - encender2;
                delay(30);
            }
            anterior2 = estadoP2;
            if (encender2 == 1){
                bloqueo = true;
            }
            else{
                bloqueo = false;
            }
            if(bloqueo == true){
                digitalWrite(35,HIGH);
                digitalWrite(3,LOW);
                if (digitalRead(24) == HIGH){
                    digitalWrite(22,HIGH);
                }else{
                    digitalWrite(22,LOW);
                } }
            if(bloqueo == false){

```

```

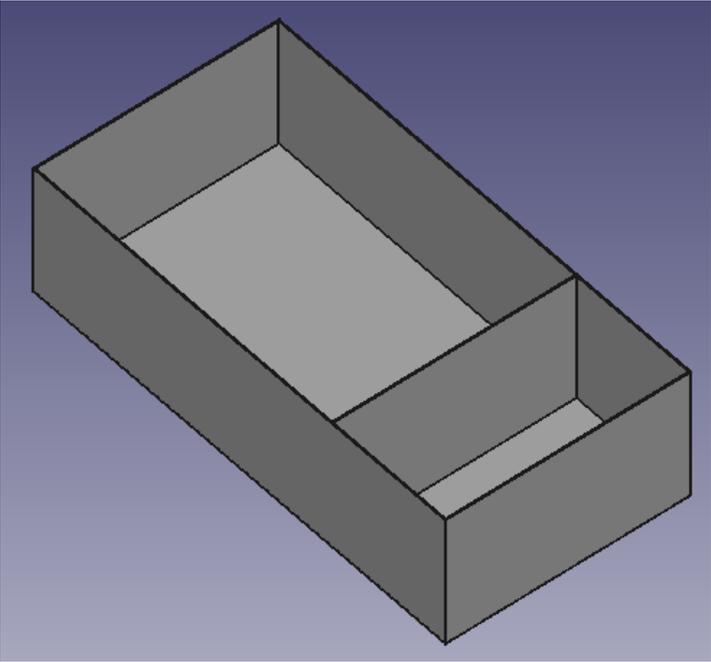
                digitalWrite(35,LOW);
                estadoS1 = digitalRead(5);
                estadoS2 = digitalRead(6);
                estadoS3 = digitalRead(7);

                if (estadoS1 == 0||estadoS2 == 0||estadoS3 ==
0){
                    digitalWrite(3,HIGH);
                }
                else{
                    digitalWrite(3,LOW);
                } } }
                void sensor(){
                while(digitalRead(2) == LOW){
                    digitalWrite(22,HIGH);
                    delay(90000);
                    digitalWrite(22,LOW);
                    delay(10);
                } }
                void alarma(){
                digitalWrite(Valvagua,HIGH);
                delay(4000);
                digitalWrite(Valvagua,LOW);
                delay(100);
                while(digitalRead(18) == HIGH){
                    digitalWrite(Valvagua,HIGH);
                }
            }

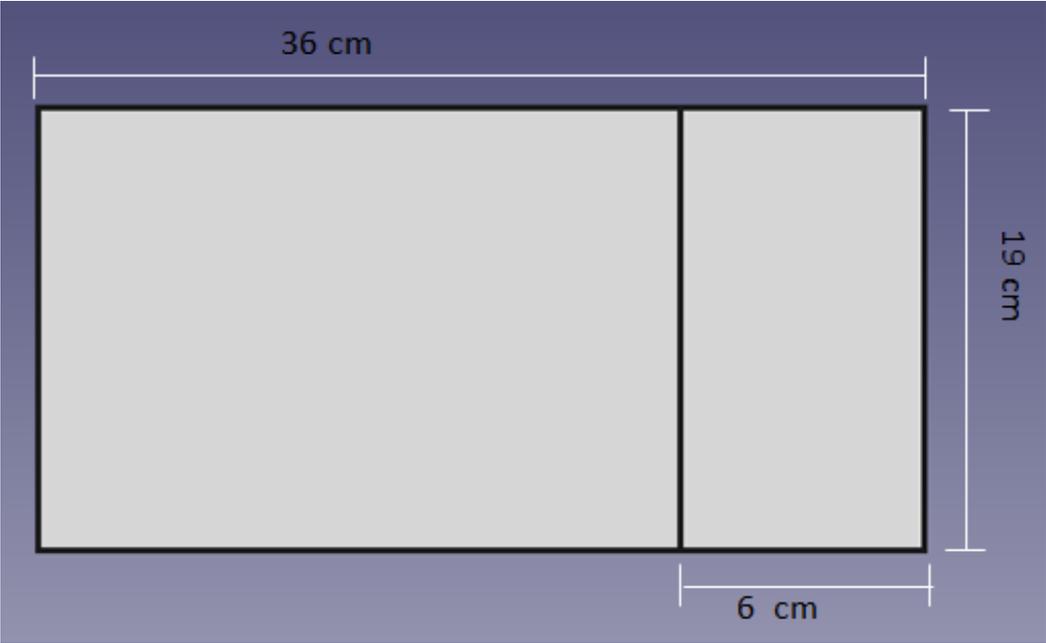
```

Anexo 8 Plano de la caja de acrílico

Vista Isométrica

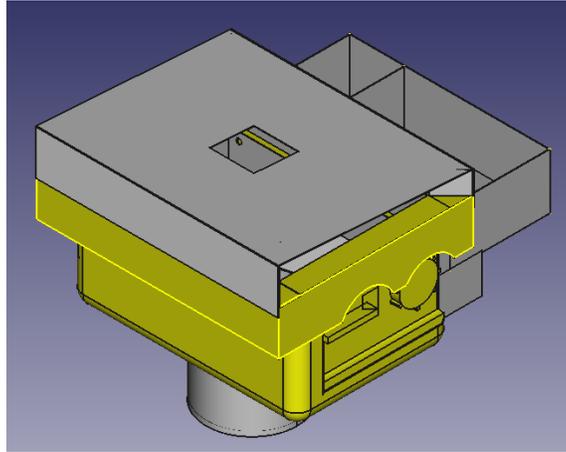


Vista Superior

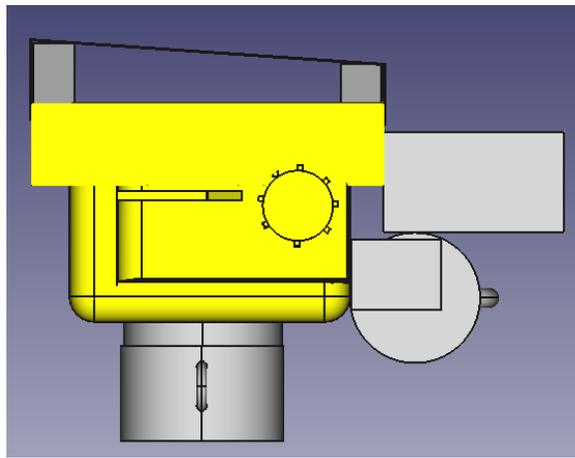


Anexo 9 Planos de la trampa electrónica.

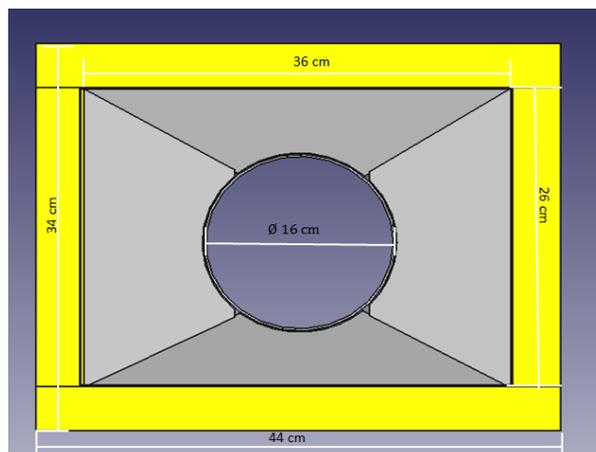
Vista Isométrica



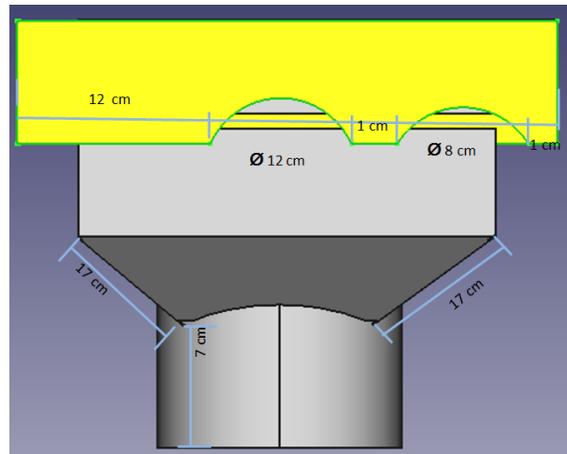
Vista lateral derecha de la trampa electrónica



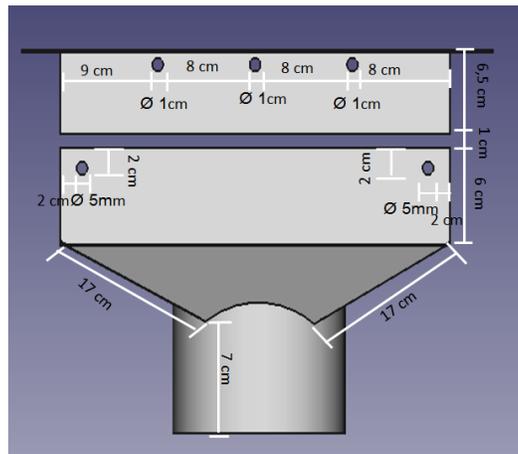
Vista Superior del tol galvanizado



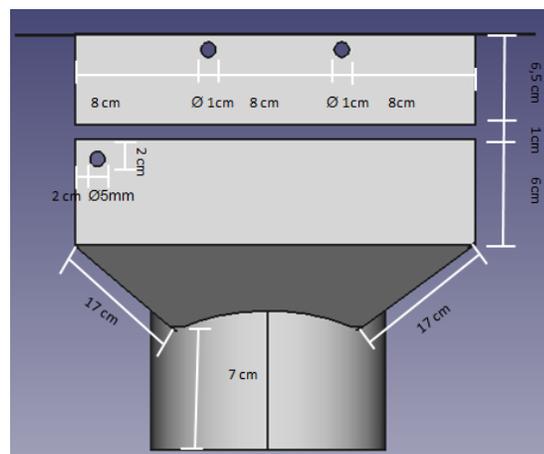
Vista lateral derecha



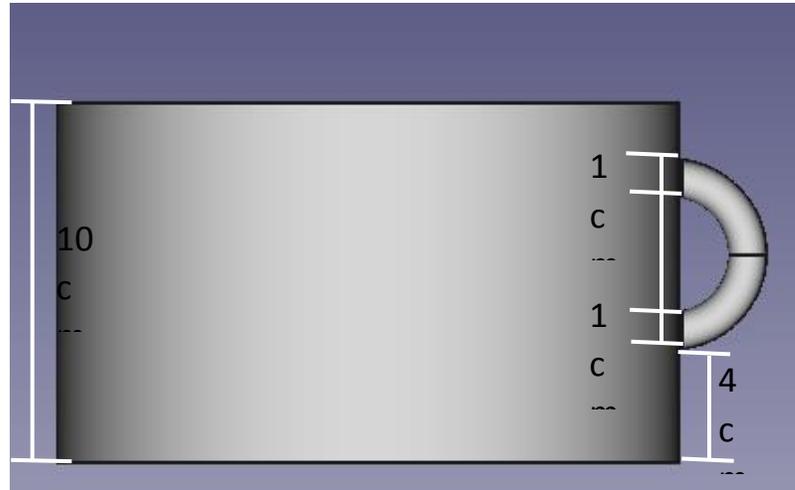
Vista Frontal de los orificios de los aspersores y los orificios de los sensores infrarrojos



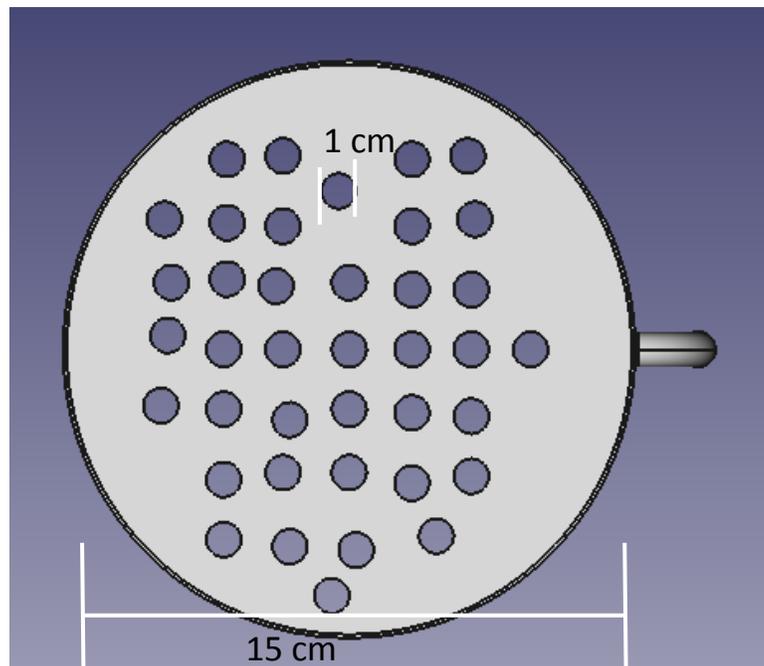
Vista lateral izquierda de los orificios de los aspersores y del sensor infrarrojo



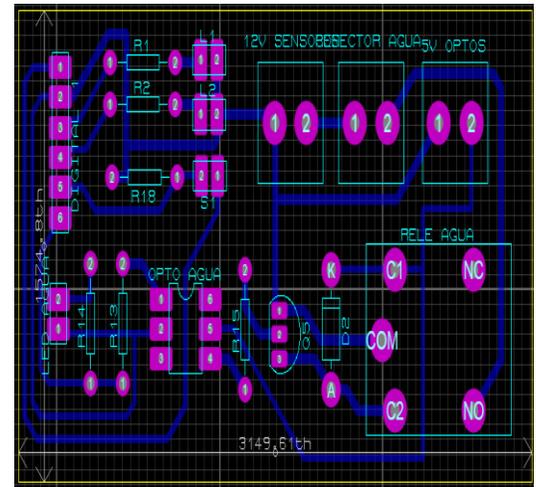
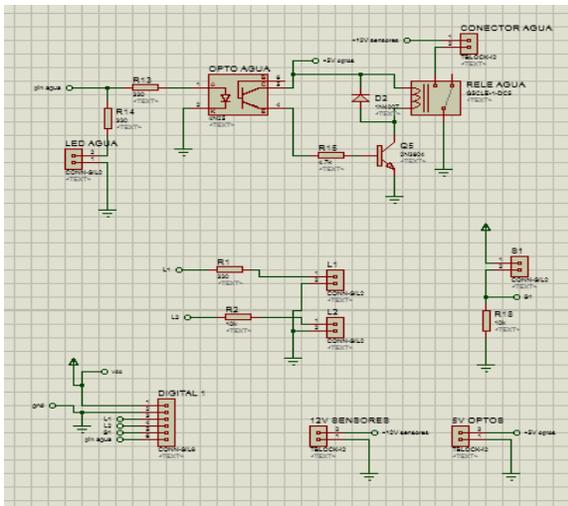
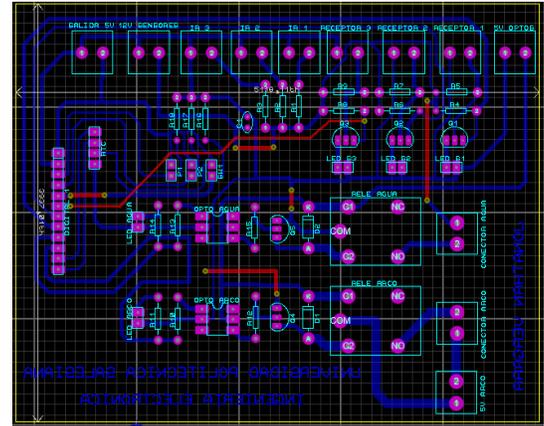
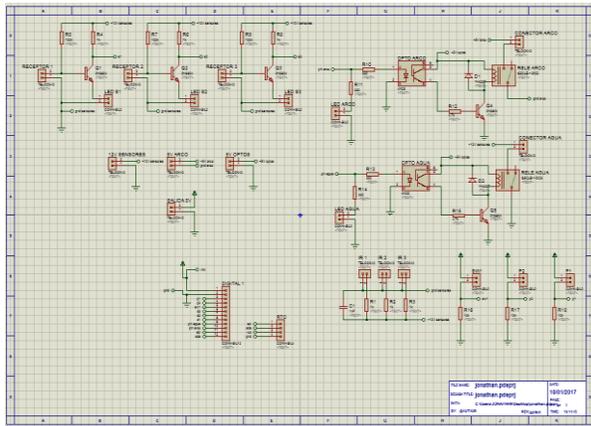
Vista Frontal del recipiente donde se van a recoger los caracoles



Vista Superior del recipiente donde se van a recoger los caracoles



Anexo 10 Galería de fotografías del proceso de construcción del prototipo





Anexo 11. Manual de uso

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO

Este es un prototipo de trampa electrónica para la captura del caracol africano en los cultivos de papaya en la provincia de SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS para pequeños agricultores.

2. PRECAUCIONES

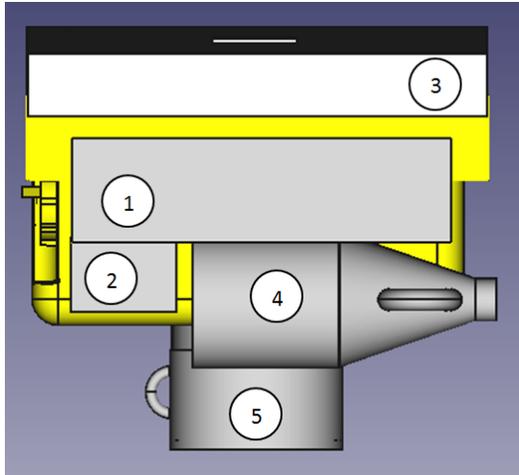


Seguir las normas de seguridad antes de empezar a trabajar con el sistema prototipo que se indican a continuación:

- Disponer de agua en el depósito de riego.
- Antes de usar el equipo verificar que la batería se encuentre al 100% de nivel de carga.
- Definir un sitio apropiado para colocar el prototipo.
- Verificar el funcionamiento del prototipo.
- Si está activada la descarga eléctrica evitar tocar los cables de descarga eléctrica de la trampa electrónica.
- Antes de levantar la tapa de la trampa encender la luz del prototipo y mirar si no se encuentra algún animal peligroso en su interior.
- Utilizar guantes para la limpieza del prototipo.
- Evitar tener contacto directo con el caracol africano, en caso de no hacerlo lavarse con abundante agua y jabón.

3. IDENTIFICACIÓN DE PARTES DEL PROTOTIPO

1. Módulo de control.
2. Bomba de agua de aspersión.
3. Tapa de la trampa electrónica.
4. Recipiente de agua para la limpieza y aspersión.
5. Envase de recolección de caracoles.



4. Identificación del módulo de control

1. Interruptor on/off (I0)
2. Bocina que se activa cuando la batería se encuentra al 10% de su carga
3. Led verde indicando que la batería se encuentra al 100% de su carga
4. Led amarillo indicando que la batería se encuentra al 50% de su carga
5. Led rojo indicando que la batería se encuentra al 10% de su carga
6. Swith on/off para la bomba de aspersión del prototipo
7. Led amarillo indicando que se está produciendo la descarga eléctrica.
8. Pulsador que enciende y apaga el led linterna de la trampa
9. Pulsador de stop que bloque a los tres sensores infrarrojos del prototipo
10. Led rojo indicando que se está activado el pulsador de stop
11. Led verde indicando que esta activada la bomba de aspersión
12. Led amarillo indicando que está activado el sensor de agua



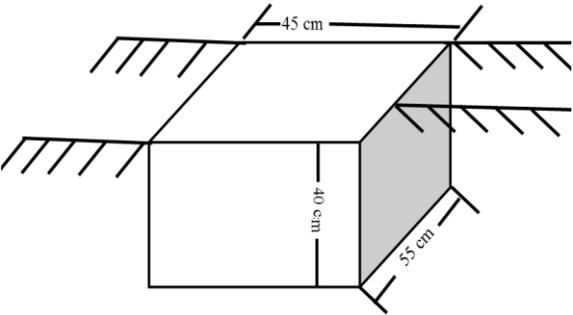
5. PASOS PARA UTILIZAR EL PROTOTIPO

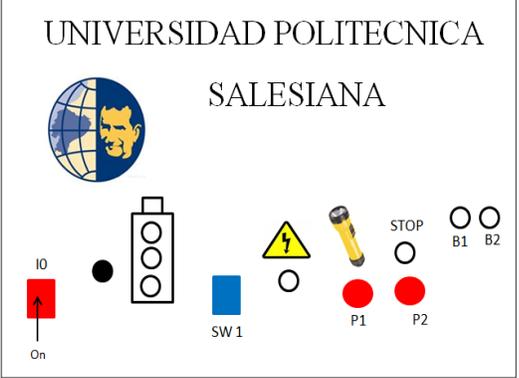
El prototipo funciona aproximadamente desde las 18h00 en adelante hasta las 06h00.

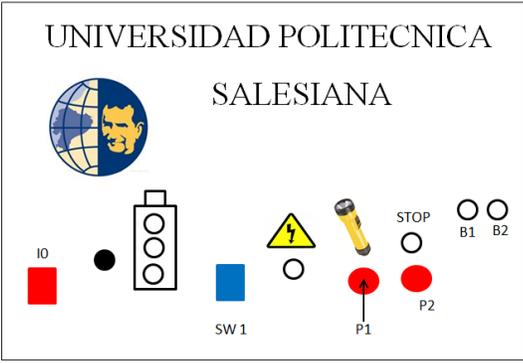
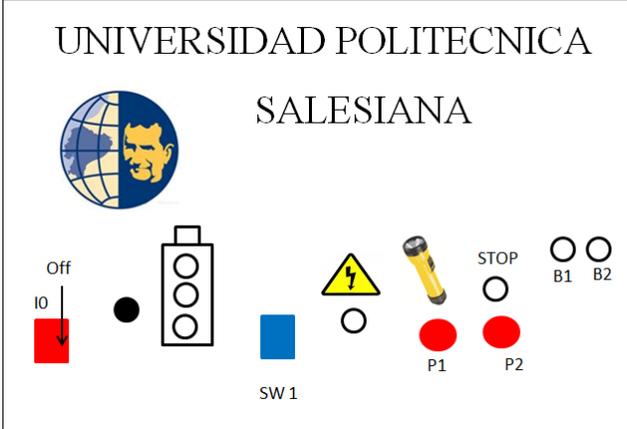
Las condiciones para poder utilizar correctamente el prototipo en el cultivo de papaya son:

Primero se debe escoger la ubicación para la trampa electrónica, se busca lugares donde se pueda observar presencia de baba de caracol en el suelo o en los arboles de papaya, si se va a utilizar el prototipo en el invierno buscar un lugar que sea inclinado ya que el caracol busca lugares altos para protegerse del agua, una vez escogido el lugar para colocar la trampa se procede a poner la carnada en el envase de recolección.

Una vez realizado esta parte se procede a seguir los siguientes pasos:

1	Cavar un hueco de aproximadamente 45 cm de largo por 55cm de ancho y 40 cm de profundidad de forma rectangular	
2	Colocar el prototipo como se representa en la imagen y enterrarla arraz del suelo.	
Probar si el prototipo está funcionando		

3	<p>Situar el interruptor Io en posición ON del prototipo para encender la trampa.</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</p> <p>The diagram shows a prototyping board with several components: a red square labeled 'IO' with an upward arrow and 'On' below it; a black dot; a battery symbol; a blue square labeled 'SW 1'; a yellow lightning bolt warning symbol; a yellow push-button; two red circles labeled 'P1' and 'P2'; a 'STOP' label with a circle; and two white circles labeled 'B1' and 'B2'. The IO switch is in the 'On' position.</p>
4	<p>Se enciende el led verde indicando que se encuentra la batería al 100% como se indica en la Figura.</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</p> <p>The diagram is similar to the previous one, but the battery symbol now has a green LED lit, with an arrow pointing to it and the label '100%'. The IO switch is still in the 'On' position.</p>
5	<p>Verificar si funcionan los sensores infrarrojos, si están funcionando correctamente se enciende el led de descarga electrica como se indica en la Figura.</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</p> <p>The diagram is similar to the previous ones, but the yellow lightning bolt warning symbol now has a yellow LED lit, with an arrow pointing to it and the label 'Led de descarga'. The IO switch is still in the 'On' position.</p>
6	<p>Presionar switch 1 para probar si está funcionando la bomba de aspersión y además se enciende el led verde B1.</p>	 <p>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</p> <p>The diagram is similar to the previous ones, but the blue square 'SW 1' now has an upward arrow pointing to it, and the white circle 'B1' now has a green LED lit. The IO switch is still in the 'On' position.</p>

7	<p>Presionar el pulsador P1 para ver si está funcionando el led de linterna del prototipo.</p>	
8	<p>Presionar el pulsador P2 para bloquear los tres sensores infrarrojos y se enciende un led rojo.</p>	
9	<p>Para recoger los caracoles del prototipo situar el interruptor I0 en off</p>	

1 0	Retirar el envase de recolección de la trampa y botar los caracoles en el hueco que se cabo y enterrarlos.	
--------	--	--

7. MANTEMIENTO DESPUES DEL USO DEL PROTOTIPO

Después de haber utilizado la trampa electrónica se recomienda seguir las siguientes indicaciones para su limpieza:

1	Pulsar el botón P2 para desactivar los tres sensores y el actuador de la trampa.	
2	Luego poner el Switch1 de aspersión en on para regar el agua manualmente	

3	Utilizar guantes y pasar con un trapo para limpiar el tol, galvanizado	
4	Volver a poner el Switch1 en on para regar el agua y dejar secar la trampa	
5	Después del proceso de limpieza al prototipo se debe conectar el cargador de batería en cualquier toma de 110 voltios si se encienden los dos focos del cargador, el led verde y el led rojo significa que se está cargada al 100% la batería.	



Se recomienda no seguir utilizando la trampa electrónica si se escucha el buzzer y se enciende el led rojo del módulo de control ya que me indica que la batería se encuentra en un 10% de su carga y que necesita ser recargada para poder seguir utilizando el prototipo.