

MONITOREO DE COLMENAS DE *Apis Mellifera* EN PASTIZALES ABIERTOS DE LA ZONA DE MALPASO, ZACATECAS: UN ENFOQUE UTILIZANDO ARDUINO

MONITORING OF *Apis Mellifera* HIVES IN OPEN GRASSLANDS IN THE MALPASO AREA, ZACATECAS: AN APPROACH USING ARDUINO

Wassim Saadaoui¹, Mario Cleva², Claudia Sifuentes Gallardo³, Selma Agüero Gutiérrez³, Oscar Cruz-Domínguez⁴, Omar Guirette Barbosa⁴, Daniel Rodríguez Tenorio³ y Héctor Durán Muñoz³

¹High Agronomic Institute of Chott Mariem, University of Sousse, Sousse 4042, Tunisia

²Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. Facultad Regional Resistencia. Chaco Argentina.

³Universidad Autónoma de Zacatecas. Jardín Juárez 147, Centro, 98000, México

⁴Universidad Politécnica de Zacatecas. Parque Industrial, Fresnillo, México

RESUMEN

Las abejas contribuyen a la preservación del medio ambiente, pues son esenciales para el ciclo de polinización. Sin embargo, a nivel mundial existe una gran cantidad de abejas que desaparecen sin razón aparente, a este fenómeno se le conoce como "colapso de la colmena". Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es implementar, de manera sencilla, una estación básica de monitoreo para colmenas de "*Apis Mellifera*" en pastizales abiertos de la zona de Malpaso, Zacatecas. Lo anterior es con la finalidad de monitorear las colmenas e identificar posibles causas que generan dicho fenómeno. Además, el sistema de monitoreo es de bajo costo y se basa en Arduino. Los resultados preliminares muestran que no existen cambios bruscos de temperatura y humedad que provocan dicho fenómeno, por lo que se sugiere realizar estudios de mayor profundidad que involucren análisis de residuos de pesticidas en las colmenas.

Palabras clave: Arduino, pastizales abiertos y sistemas de monitoreo.

ABSTRACT

Bees contribute to the preservation of the environment, as they are essential for the pollination cycle. However, worldwide there is a large number of bees that disappear for no apparent reason, this phenomenon is known as "hive collapse". Therefore, the aim of this work is to implement, in a simple way, a basic monitoring station for "*Apis Mellifera*" hives in open grasslands in the Malpaso area, Zacatecas. This is in order to monitor the hives and identify the possible causes that generate this phenomenon. In addition, the monitoring system is low cost and based on Arduino. Preliminary results show that there are no sudden changes in temperature and humidity that cause this phenomenon, so it is suggested to carry out more in-depth studies that involve analysis of pesticide residues in hives.

Keywords: Arduino, open grasslands and monitoring systems.

INTRODUCCIÓN

Los insectos polinizadores son esenciales para los ecosistemas, pues contribuyen a la preservación de ciertos procesos ambientales, tales como la polinización, la cual es fundamental para la vida en nuestro planeta. En particular, los insectos polinizadores más especializados son las abejas, “*Apis mellifera*”, debido a su capacidad para transportar y almacenar polen eficientemente.

Además, cuentan con la capacidad de producir miel, la cual puede ser extraída de un apiario (Figura 1). Sin embargo, a nivel mundial existe una gran cantidad de abejas que están desapareciendo, a este fenómeno se le conoce como “colapso de la colmena”. Para identificar las razones de la



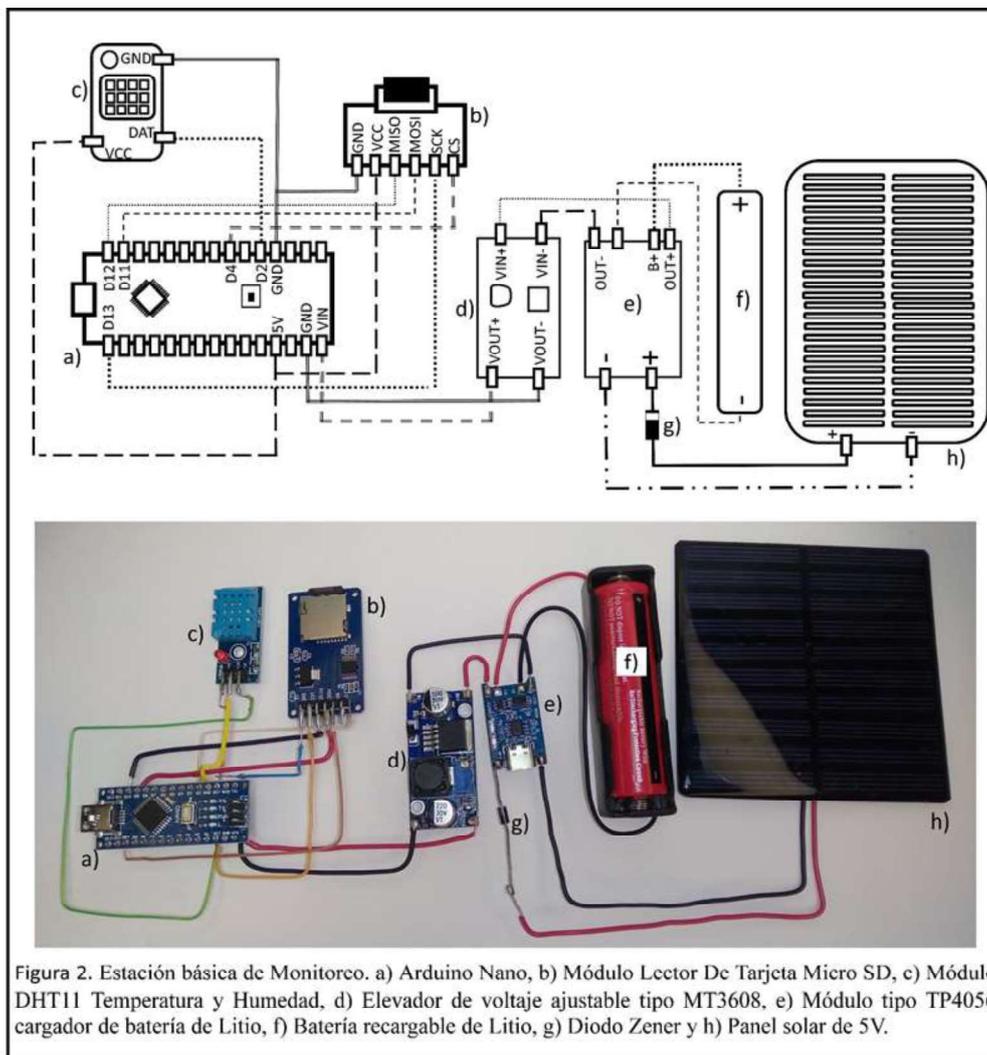
desaparición de colmenas se han implementado varias medidas. Una de ellas es empleando estaciones de monitoreo de colmenas. No obstante, una desventaja de las estaciones de monitoreo comerciales es que son costosas y su implementación es complicada, además requieren de personal que deba tener un nivel escolar especializado [1, 2]. Una alternativa novedosa a las estaciones de monitoreo comerciales es mediante la implementación de estaciones de monitoreo que utilizan la tarjeta Arduino. La tarjeta de adquisición de datos Arduino es ampliamente utilizada y es de bajo costo [3], y utiliza una plataforma electrónica de código abierto, la cual es sencilla de utilizar. Ayudando en gran medida al diseño e implementación de equipo de laboratorio de bajo costo [4]. Su

gran éxito se debe a la manera práctica y sencilla de resolver distintas problemáticas con las que se enfrenta el usuario. Por todo lo anterior mencionado, el objetivo de este trabajo es plantear una metodología sencilla para implementar una estación básica de monitoreo para colmenas de “*apis mellifera*”. Con la finalidad de conocer posibles causas que generan el fenómeno del colapso de la colmena, además de identificar algunos rasgos en el comportamiento y respuesta de las abejas, ante factores ambientales y posibles patógenos. Para implementar dicha metodología no es necesario contar con conocimientos profundos en electrónica y programación. Dicha estación es de bajo costo y de fácil armado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Arreglo electrónico

Para diseñar la estación básica de monitoreo se utilizan componentes electrónicos de bajo costo y que son fáciles de adquirir en tiendas comerciales. El arreglo electrónico de la estación se muestra en la Figura 2, en donde se presentan las conexiones entre cada componente, y así el usuario pueda ensamblar fácilmente la estación. El funcionamiento de la estación básica de monitoreo consiste en el sensado la temperatura y humedad por medio de un sensor de Temperatura-Humedad (Figura 2-c), entonces los valores de humedad y temperatura serán almacenados en el Módulo Lector De Tarjeta Micro Sd (Figura 2-b). La estación básica de monitoreo es alimentada por medio de una celda solar (Figura 2-h), que a su vez es conectada a una batería de litio (Figura 2-f). Con la finalidad de que el usuario logre reproducir la estación básica de monitoreo se agrega el diagrama electrónico en la Figura 2.



Código de programación

El código de programación que utiliza la estación básica de monitoreo se muestra en la Figura 3.

```

#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2 // Digital pin connected to the DHT
sensor
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#include <SimpleTimer.h> #include <uTimerLib.h> #include
<SimpleTimer.h>
#include <SimpleTimer.h> #include <Time.h> #include
<uTimerLib.h>
#include <SimpleTimer.h> #include <Time.h> #include
<SimpleTimer.h>
#include <TimeLib.h> #include <uTimerLib.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
const int chipSelect = 10; // Pin 4 para SD
#include <SD.h>
File myFile;
void setup()
{
Serial.println(F("DHTxx test!")); dht.begin();
SD.begin(chipSelect); pinMode(chipSelect,
OUTPUT);
setTime(12,0,0,30,9,2020); //h,min,seg,dia,mes,año
Serial.print("Iniciando SD ...");
if (!SD.begin(4)) {
return;
}
}

void loop() {
float h = dht.readHumidity(); float t =
dht.readTemperature(); float f =
dht.readTemperature(true);
if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
return;
}
float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
myFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);//abrimos
el archivo
if (myFile) {
time_t t=now();
int sensor1 = analogRead(0); int sensor2 = analogRead(1); int
sensor3 = analogRead(2);
float millivolts = (sensor1 / 1023.0) * 5000;
float celsius = millivolts / 10;
//myFile.print(" Humidity: ");
myFile.print(" ");
myFile.print(h);
//myFile.print(" , Temperature ");
myFile.print(" , ");
myFile.print(t);
//myFile.print(" , Heat Index ");
myFile.print(" , ");
myFile.println(hic);
myFile.close();//cerramos el archivo
} else {
}
delay(1000); }

```

Figura 3. Código de programación.

Implementación de la Estación básica de monitoreo

Una vez que se ensambló la estación básica de monitoreo, esta puede ser utilizada para una amplia gama de aplicaciones. Por ejemplo, como estación de monitoreo del clima, de un automóvil e incluso para el monitoreo de crecimiento de plantas. En este trabajo se implementará la estación básica de monitoreo para el monitoreo de colmenas de “*Apis Mellifera*”. La estación básica de monitoreo se coloca en la tapa superior de una colmena (Figura 4-f). Esto con la finalidad de monitorear la temperatura y humedad dentro de la colmena. Se propone que el sensor de temperatura-humedad quede colocado a la mitad del interior de la colmena (Figura 4-d). Cabe mencionar que las mediciones fueron realizadas en pastizales abiertos de la zona de Malpaso, Zacatecas durante el verano.

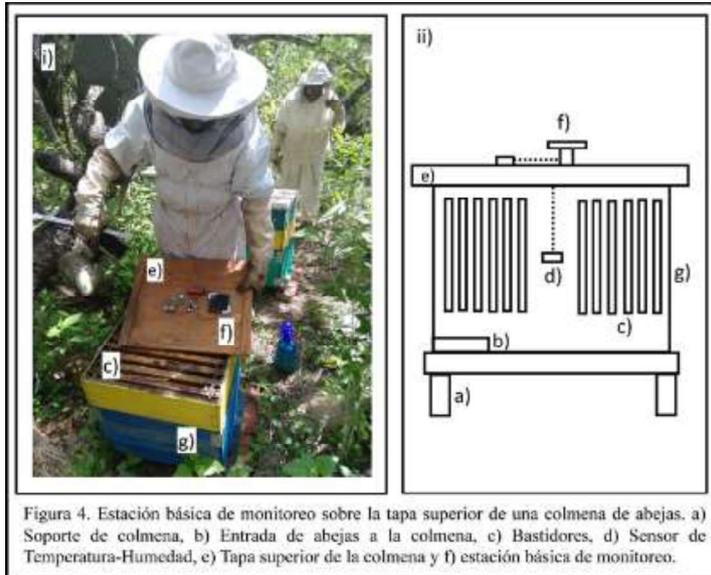


Figura 4. Estación básica de monitoreo sobre la tapa superior de una colmena de abejas. a) Soporte de colmena, b) Entrada de abejas a la colmena, c) Bastidores, d) Sensor de Temperatura-Humedad, e) Tapa superior de la colmena y f) estación básica de monitoreo.

Costo de la estación básica de monitoreo

El costo total y de cada componente de la estación se muestra en la Tabla 1. El costo de la estación que se propone en este trabajo es cuatro veces menor que el costo de estaciones de monitoreo comerciales.

Tabla 1. Costo total de la estación básica de monitoreo

Componente Electrónica	Costo	Componente Electrónica	Costo
Arduino Nano	149.00	Módulo tipo TP4056 cargador de batería	79.00
Módulo Lector De Tarjeta Micro Sd	100.00	Batería recargable de Litio	64.00
Módulo DHT11	68.00	Elevador de voltaje ajustable tipo MT3608	45.00
Diodo Zener	5.00	Panel solar de 5V	90.00
			Costo total 600.00

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Entre las ventajas de implementar la estación básica de monitoreo se encuentra su bajo costo y su sencilla manera de implementar. Los resultados preliminares de temperatura y humedad fueron obtenidos durante el verano 2022. La Tabla 2 presenta dichos resultados, los cuales no se consideran valores ambientales extremos para que una colmena sea abandonada por las abejas.

Tabla 2. Resultados preliminares de Temperatura-Humedad de una colmena

	Temperatura (°C)	Humedad (%)
Censado dentro de la colmena	34 ± 2	13 ± 3
Censado fuera de la colmena	30 ± 3	9 ± 2

CONCLUSIONES

Armar la estación básica de monitoreo resulta ser sencillo, debido a que no se requieren conocimientos profundos en electrónica y programación. Además, tiene un bajo costo en comparación con estaciones de monitoreo comerciales. Respecto a los resultados preliminares obtenidos por la estación de monitoreo, no muestran ser valores ambientales extremos que ocasionan que las abejas abandonen las colmenas. Sin embargo, durante el proceso de registro de los valores de temperatura y humedad, los agricultores próximos a las zonas de monitoreo comentaron el uso de pesticidas. Por lo tanto, nuestro grupo de investigación considera que en una segunda etapa de este proyecto deben implementarse en la estación básica de monitoreo sensores de pesticidas.

AGRADECIMIENTOS

El grupo de investigación expresa su más profundo agradecimiento a la comunidad de apicultores de la región de Malpaso Zacatecas por todo el apoyo y facilidades otorgados para realizar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- [1] Guzmán-Fernández, M., Zambrano de la Torre, M., Ortega-Sigala, J. 2021. Arduino: a Novel Solution to the Problem of High-Cost Experimental Equipment in Higher Education. *Exp Tech* 45, 613–625. <https://doi.org/10.1007/s40799-021-00449-1>
- [2] Hernández-Ortiz, M, Sifuentes-Gallardo, Durán-Muñoz, H. 2022. Synthesis of ZnO:Li films using an Arduino-based Hydrothermal reactor: An application to solar cells. *Revista Internacional de Investigación e Innovación. Tecnológica*. Vol. 10, No. 57. https://riiit.com.mx/apps/site/files_v2450/reactor_hidroter_1_riiit_jul-ago_2022.pdf

- [3] Alfonso Hernández-Carlosa, Ignacio Castellanos. 2021. Efecto del tamaño interno de la colmena en la producción de cría, miel y polen en colonias de *Apis mellifera* en el altiplano central de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 11,3 <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5019>
- [4] Dora Rodríguez-Martínez, José Ibarra-Casiano. 2017. SISTEMA PARA EL MONITOREO REMOTO DE COLONIAS DE ABEJAS MELÍFERAS. *Pistas Educativas*. 39, 127. <http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1080>