



**INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA**  
**TECNOLOGÍA APLICADA AL PROCESO DE SECADO SOLAR DE CAFÉ**

Código SGPS: 12515-2024

Versión: 0.2

Junio de 2024

León David Valderrama Garcés

Investigador SENNOVA

[ldvalderrama@sena.edu.co](mailto:ldvalderrama@sena.edu.co)

Producto relacionado con la actividad 1.1 del objetivo específico #1:

Diseñar infraestructura IoT a bajo costo con tecnología LoRa que permita la medición de humedad y temperatura ambiente, radiación solar, peso del grano y la recepción, procesamiento, almacenamiento y visualización de los datos obtenidos por los sensores para las zonas de secado de las unidades productivas de cafés especiales como herramienta que mejore la calidad del producto en el proceso de beneficio en la zona sur de Santander



## Tabla de Contenido

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>5. ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
5.1. DETERMINADOR DE HUMEDAD PARA SECADO DE CAFÉ (DHS). ....	5
5.2. INVESTIGADORES MEJORAN EL PERFIL DEL CAFÉ CON SENSORES ECONÓMICOS PARA CONTROLAR EL SECADO. ....	8
<b>6. ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....</b>	<b>8</b>
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>9</b>



## 1. Información General

Título del Proyecto	Infraestructura IoT para monitorear variables en secado de café buscando mejorar la calidad en el sur de Santander
Código SGPS	SGPS-12515-2024
Centro de Formación	9541 – Centro Agroturístico
Regional / Ciudad	Santander
Fecha de inicio del proyecto	29 de abril de 2024
Fecha de finalización del proyecto	31 de diciembre de 2024
Nombre del líder del proyecto y Rol SENNOVA	León David Valderrama
Red de conocimiento sectorial	Red de electrónica y automatización

## 2. Introducción

El proyecto *Infraestructura IoT para monitorear variables en secado de café buscando mejorar la calidad en el sur de Santander* está enfocado en los pequeños y medianos caficultores que realizan el secado de café en marquesinas. Utilizando tecnología del internet de las cosas (IoT), se realizará un monitoreo constante de las variables que intervienen en el proceso para encontrar correlaciones entre el peso del grano, la humedad del grano y los factores ambientales como temperatura ambiente, humedad ambiente y nivel de radiación solar para así identificar el momento preciso en el que el grano tenga una humedad de entre el 10% y el 12%, mejorando los resultados económicos de los productores.

El Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé ) es un actor del SNCTeI (Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación) que realiza investigaciones relacionadas con todos los aspectos de la siembra, cosecha y beneficio del café. Por lo tanto, las cartillas y artículos publicados por Cenicafe serán una pieza fundamental para determinar el estado del arte del presente proyecto y una base para todas las investigaciones de tecnología aplicada al secado de café.



### 3. Objetivo

Determinar el estado actual de la tecnología aplicada al secado solar de café en marquesina en Colombia

### 4. Metodología

Se analizarán los artículos y noticias publicadas por entidades independientes y públicas donde se ilustren avances tecnológicos aplicados al secado solar de café en marquesina. No se tendrán en cuenta los artículos o noticias relacionadas con el secado mecánico de café debido a que este método se recomienda para regiones cafeteras con condiciones climáticas poco favorables en época de cosecha. Condiciones adversas como alta humedad relativa y bajo brillo solar representan un riesgo para el secado solar de café (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.), 2013). Sin embargo, las provincias Comunera y de Guanentá presentan condiciones adecuadas para el exitoso proceso de secado solar de café como se evidencia en la Tabla 1.

*Tabla 1: Información de irradiación promedio por día en cada mes del año. Fuente. Cálculos realizados en PVGIS [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en)*

Descripción de inclinación	Datos de irradiación por mes ( $kWh/m^2$ )												
	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	Pro
Irradiación solar para la superficie horizontal orientada hacia el ecuador	5.2	5.3	4.9	4.7	4.9	4.9	5.1	5.2	5.2	5.0	4.8	4.9	5.0

La irradiación obtenida en la Tabla 1 hace referencia a un punto arbitrario tomado entre los municipios de San Gil y Socorro en el departamento de Santander con las siguientes coordenadas.

Latitud: 6.533

Longitud: -73.205

Santander es uno de los departamentos de Colombia con mayor estabilidad en la irradiación durante el año. Con los datos mostrados en la Tabla 1 se puede calcular el promedio de irradiación:  $5.008 kWh/m^2$  y la desviación estándar de  $0.1801 kWh/m^2$ , relativamente baja en comparación con el promedio, esto indica que los niveles de irradiación son, a lo largo del año, muy consistentes de un mes a otro.



Además de las ventajas geográficas, se tiene en cuenta la realidad de los caficultores en Colombia quienes en promedio no poseen más de 2 hectáreas (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, s.f.) y cuya producción por hectárea está en un promedio de 14 sacos de café verde por hectárea en los últimos 11 años (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2023.). Esto es aproximadamente 1000kg de café verde<sup>1</sup> por hectárea. Con estas cifras, no es económicamente viable adquirir un equipo de secado mecánico de café y tampoco cumple con la recomendación de la Federación Nacional de Cafeteros de implementar secado mecánico de café en fincas con producciones anuales superiores a 500 arrobas<sup>2</sup> de café pergamino seco al año (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.), 2004.)

El primer paso será buscar en la página oficial de avances técnicos de Cenicafé: [https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras\\_publicaciones/avances\\_tecnicos](https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos) con el término “secado” y revisar los resultados de artículos, cartillas y noticias. Luego se procederá a realizar búsquedas de artículos en blogs y noticias con las siguientes palabras clave de búsqueda en Google:

- “Gravimet” + “sensores” + IoT
- Tecnología + medición + secado + café + marquesina
- “IoT” secado solar de café
- Sensores + secado + solar + café

## 5. Estado actual de la tecnología

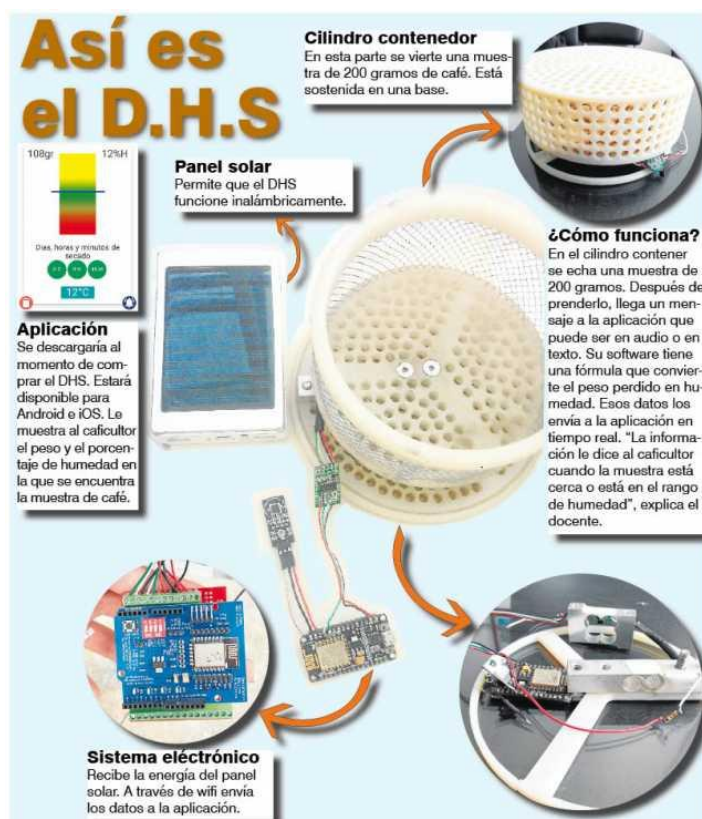
### 5.1. Determinador de Humedad para Secado de café (DHS).

El Dr. Diego López Cardona desarrolló un dispositivo electrónico para medir la humedad relativa utilizando el método Gravimet (López, C., 2015). La **Figura 1** muestra el funcionamiento del dispositivo desarrollado por el Dr. López Cardona.

---

<sup>1</sup> Cada saco de café verde pesa 70kg (<https://federaciondecafeteros.org/wp/servicios-al-caficultor/aprenda-a-vender-su-cafe/>)

<sup>2</sup> 500 arrobas corresponden a 5.750kg



**Figura 1.** Explicación de funcionamiento de dispositivo Determinador de Humedad para Secado de café (DHS).  
Fuente. La Patria, artículo "Universidad de Manizales patenta detector de humedad de café" Febrero 15, 2019

Los enlaces relacionados a la noticia del desarrollo tecnológico son los siguientes.

- **El Tiempo** – 2019 – Investigador creó novedoso dispositivo para medir la humedad del café.  
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/investigador-creo-novedoso-dispositivo-para-medir-la-humedad-del-cafe-338318>.
- **La Patria** – 2019 – Café a la humedad perfecta. <https://www.pressreader.com/colombia/la-patria-colombia/20211202/281809992178818>.
- **Caracol Radio** – 2019 – Valores exactos en el secado del café para mejorar las utilizadas.  
<https://caracol.com.co/2024/05/18/cuales-son-los-animales-con-mas-coeficiente-intelectual-despues-del-humano-segun-la-ciencia/>
- **Noticias Caracol** – 2018 – Profesor creó dispositivo para medir humedad del grano de café.  
<https://www.youtube.com/watch?v=QENcrzFhDCQ> (video).



- **La Patria** – 2019 – Universidad de Manizales patentó detector de humedad de café. <https://archivo.lapatria.com/ciencias/universidad-de-manizales-patenta-detector-de-humedad-de-cafe-431849>
- **El Espectador** – 2019 – Desarrollan dispositivo que detecta la humedad del café en tiempo real. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/desarrollan-dispositivo-que-detecta-la-humedad-del-cafe-en-tiempo-real-article-839797/>
- **Revista Eureka. Ciencia para la gente** – 2019 – El dispositivo que les mejora la vida a los cafeteros. [https://eureka.umanizales.edu.co/wp-content/uploads/2023/06/Eureka\\_1.pdf](https://eureka.umanizales.edu.co/wp-content/uploads/2023/06/Eureka_1.pdf) pág. 15.

Diferencias entre el Determinador de Humedad para Secado de café (DHS) y el sistema IoT propuesto en el proyecto SGPS-12515

- **Comunicaciones.** El DHS usa comunicación Wifi y el sistema propuesto en SGPS-12515 usa tecnología LoRa de largo alcance.
- **Dispositivos adicionales.** El sistema propuesto en SGPS-12515 propone el uso de un medidor de humedad ambiente, temperatura ambiente y medidor de nivel de radiación para usar los datos del ambiente de marquesina para correlacionar los resultados de humedad del grano.
- **Plataforma de visualización.** El sistema propuesto en SGPS-12515 utiliza una plataforma web para recibir, procesar, almacenar y visualizar los datos obtenidos desde los sensores como masa (y la correspondiente humedad de grano asociada), temperatura ambiente, humedad ambiente y nivel de radiación solar.

Si bien los dos proyectos usan la medición de la masa del café para determinar su peso, este principio fue publicado por Cenicafé en el 2009 por Oliveros en su artículo “Controle la humedad del café en el secado solar, utilizando el método Gravimet”. Las técnicas de uso público y de conocimiento general no pueden ser patentadas ni protegidas como secreto industrial. El desarrollo de la infraestructura IoT que se llevará a cabo en el proyecto SGPS-12515 se sustenta en la base de conocimiento proporcionada por Cenicafé y, al igual que la



información que Cenicafé publica, será de carácter universal, de conocimiento público y de libre acceso a través del Centro Agroturístico SENA.

## **5.2. Investigadores mejoran el perfil del café con sensores económicos para controlar el secado.**

Investigadores de la Sede Caicedonia de la Universidad del Valle (Univalle) tienen como objetivo la creación de electrónica de código abierto que sea asequible para pequeños productores (Ingeniería Informa, 2022). Aunque no se explica claramente cuáles son los alcances de la tecnología desarrollada, la noticia publicada en el *Blog Ingeniería Informa*, menciona la compra de sensores de temperatura y el desarrollo de un software que económicamente está al alcance de los pequeños caficultores.

Los investigadores, Dr. Esteban Largo Ávila y Dr. Carlos Hernán Suárez Rodríguez, han tenido contribuciones conjuntas relacionadas como *Changes in fatty acids profile and sucrose concentration of coffee beans during drying process* (Largo-Ávila et al. (2019), pero ninguna otra relacionada con dispositivos electrónicos para medir la humedad del café en el proceso de secado solar y sus variables ambientales.

## **6. Análisis de tendencias**

Aunque el gremio caficultor, productores e investigadores, son conscientes de la necesidad de la medición continua de parámetros en el proceso de secado de café para determinar con precisión la humedad del grano y las correlaciones existentes con las variables ambientales, no se conoce un producto comercial que utilice tecnología IoT al alcance de los caficultores.

El desarrollo del Dr. Diego López Cardona no parece estar en una etapa comercial ya que no se encontró evidencia en línea relacionada con la venta, producción o comercialización del proyecto D.H.S. No hay evidencia del impacto de este dispositivo en la comunicad caficultora en las bases de datos de Cenicafé.

El método Gravimet (Oliveros, Peñuela, Jurado. 2009) ofrece una alternativa más económica y asequible para los pequeños caficultores. Sin embargo, en la actualidad sólo se consigue el “Kit Gravimet” como el ofrecido por empresas como “Todo para café” y “Fresh and sweet” que





proporcionan las herramientas para llevar a cabo el método Gravimet en forma manual como la báscula, canastillas y manuales de usuario como se evidencia en los siguientes enlaces:

- <https://www.freshandsweet.com/productos/innovakit-metodo-gravimet-secado-cafe/>
- <https://todoparacafe.com/shop/gravimet-para-secado-solar-del-cafe>

Es evidente la necesidad del desarrollo de una infraestructura IoT para determinar la humedad del grano de café en el proceso de secado solar, que sea asequible a los pequeños caficultores, oportuna en sus alerta y precisa en sus mediciones. Este es el objetivo del proyecto SGPS-12515.

## 7. Referencias

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.). (2004). *Cartilla 21. Beneficio del Café II: Secado del café pergamino*. Cenicafé. <https://goo.su/WF5p>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.). (2013). *Manual del cafetero colombiano* (5a ed.). Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0026>

Ingeniería Informa. (2022). Investigadores mejoran el perfil del café con sensores económicos para controlar el secado. Ingeniería Informa. <https://ingenieriainforma.blogspot.com/2022/08/investigadores-mejoran-el-perfil-del.html>

Esteban Largo-Ávila, Carlos Hernán Suarez-Rodríguez, Jorge Latorre Montero, Madison Strong, Osorio-Arias Juan, The influence of hot-air mechanical drying on the sensory quality of specialty Colombian coffee, *AIMS Agriculture and Food*, 10.3934/agrfood.2023042, 8, 3, (789-803), (2023).



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s.f.). Variación espacio temporal. IDEAM.

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variacion-espacio-temporal1#:~:text=De%20acuerdo%20con%20esta%20figura,1460%20kWh%2Fm2%20por>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (s.f.). Nuestros caficultores. Recuperado de <https://www.cafedecolombia.com/particulares/nuestros-caficultores/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.). (2023). *Informe del gerente 2023*. <https://federaciondefcafeteros.org/app/uploads/2023/11/IG-92-CNC-DIGITAL.pdf>.

López, C. (2015). Desarrollo de un dispositivo para determinar la humedad del café pergamino seco (DHS) en tiempo real. Universidad de Manizales con participación del parque tecnológico del SENA sede Manizales.

OLIVEROS T., C.E.; PEÑUELA M., A.E.; JURADO C., J.M. Controle la humedad del café en el secado solar utilizando el método Gravimet. Chinchiná: CENICAFÉ, 2009. 8p. (Avances Técnicos Cenicafé N° 387).