

**Autor**: Alain Daniel Rodríguez Domínguez

**Tutores**: Lic. Alejandro Cespón

Orlando M. Saucedo

**Sistema para el pronóstico de la enfermedad fúngica mancha de asfalto (Phyllachora maydis) en el cultivo del maíz basado en observaciones climáticas.**

**Ciencia de la Computación**

**Departamento de Computación**

, Cuba, junio 2019

**Licenciatura en Ciencia de la Computación**

Autor: Roberto Carlos Vázquez Basulto

**BLOQUE PARA EL RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES FACIALES DE LOS ESTUDIANTES EN MOODLE**

, Cuba, junio 2019



**Author**: Alain Daniel Rodríguez Domínguez

**Tutor**: B. A. Alejandro Cespón

Orlando M. Saucedo

**Bachelor in Computer Science**

**Informatics Department**

**System for the forecasting of the tar spot fungal disease (Phyllachora maydis) in corn growing, based on weather observations.**

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-14190

2024.



Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ciencia de la Computación, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la autorización de la Universidad.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma del autor

Los abajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma del tutor Firma del tutor Firma del jefe del Dpto

# AGRADECIMIENTOS

# resumen

La Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas “Marta Abreu” requiere de un sistema que apoye la investigación de la incidencia de la enfermedad fúngica mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo del maíz (*Zea mays*) mediante el registro y análisis de observaciones meteorológicas y el pronóstico de la afectación basado en dichas mediciones. Para ello se propone e implementa una aplicación web construida con los *framewoks* Next.js (que se sustenta en React, una biblioteca de JavaScript) para el contenido y la funcionalidad, y Tailwind (basado en el lenguaje CSS) para la estilización en el *front-end*, y con Django y Django REST Framework (que usan el lenguaje de programación Python) en el *back-end*, así como un servidor PostgreSQL para la gestión de la base de datos. Se implementó además un sistema de credenciales para la autenticación de los usuarios autorizados a modificar la información manejada. La aplicación web resultante permite la introducción, recuperación y eliminación de datos sobre las observaciones, las estaciones meteorológicas y las unidades de cultivo del maíz. Posibilita la emisión automática de pronósticos de advertencia cuando el riesgo de aparición y desarrollo de la enfermedad en los sembrados monitoreados lo haga necesario.

**Palabras clave:** maíz, *Phyllachora maydis*, aplicación web, Django, Next.js

# abstract

The Faculty of Agropecuary Sciences of the Central University of Las Villas “Marta Abreu” needs a system to support the investigation of the incidence of the tar spot fungal disease (*Phyllachora maydis*) in the growing of corn (*Zea mays*) through the recording and analysis of weather observations and the forecasting of possible affectations on the basis of those records. To that effect, the author implements and proposes a web application built with the framewoks Next.js (which is built on the JavaScript library React) for content and functionality, and Tailwind (based on the CSS language) for styling in the front-end, and with Django and Django REST Framework (which use programming language Python) in the back-end. Furthermore, a PostgreSQL server was used for database management and a system of credentials was implemented for the authentication of the users that are allowed to make changes to the information in the system. The resulting web application makes it possible to input, retrieve and delete data corresponding to weather observations, meteorological stations and corn-growing units. It is able to issue warnings when the estimated risk of presence and development of the fungal disease in the investigated corn fields becomes high.

**Key words:** corn, *Phyllachora maydis*, web application, Django, Next.js

# contenidos

**Lista de figuras:**

**Lista de tablas:**

# introducción

El maíz (de nombre científico *Zea mays*) se destaca como un cultivo de interés para pequeños, medianos y grandes productores debido a su versatilidad y al aprovechamiento de su cosecha en diversos ámbitos, incluyendo su creciente uso como cobertura vegetal de suelo en países tropicales y subtropicales. Esta tendencia refleja la importancia que el maíz ha adquirido en la agricultura moderna, no solo como fuente de alimento, sino también como recurso para mejorar la salud del suelo y promover prácticas agrícolas sostenibles. Su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y su considerable papel en la seguridad alimentaria lo hacen un cultivo esencial en la producción agrícola a nivel mundial (Valdez Ocampo et al., 2024).

Estos hechos justifican el interés de los investigadores en la protección de la salud de los cultivos de maíz, pues esta planta no está exenta del peligro de amenazas en el ámbito fitosanitario. Las plagas tienen el potencial de disminuir sustancialmente el volumen y/o la calidad del maíz producido, así como la capacidad de la planta para realizar su función de cobertura vegetal; por tanto, los estudios dirigidos a entender mejor las enfermedades que afectan al maíz, para poder así combatirlas mejor, son una necesidad para la correcta explotación de estos cultivos. Entre las más importantes de ellas están el carbón común (*Ustilago maydis*) que afecta principalmente a la mazorca; el carbón de la espiga (*Sporisorium reilianum*), que afecta la espiga y la mazorca; la roya común (*Puccinia sorghi*) y el complejo mancha de asfalto (Díaz-Morales et al., 2018).

Esta última es provocada por el hongo ascomyceto *Phyllachora maydis*. La presencia de este reduce el rendimiento y en algunos casos puede llegar a causar la muerte de plantas de maíz. A nivel de América latina se han documentado pérdidas de rendimiento de hasta el 46%. La mancha de asfalto se caracteriza por la presencia de estromas negros en las hojas. Estas manchas son producto de los cuerpos fructíferos del hongo, un biótrofo obligado que comienza infectando la parte baja de la planta, aunque puede infectar vainas o mazorcas. Una vez establecido, se distribuye a través de la hoja provocando manchas que llegan a unirse, causando posteriormente necrosis, senescencia prematura y muerte (Vinces-Tachong et al., 2022).

La afectación de las plantas de maíz por la mancha de asfalto está muy relacionada con las condiciones climáticas en las que se encuentre. La velocidad del viento que dispersa las ascosporas, los valores entre los cuales varían la temperatura y la humedad relativa, etcétera, son factores que influyen en el riesgo de que la enfermedad incida en los cultivos, razón por la cual el registro diario de observaciones meteorológicas es una parte clave del estudio de la misma (European and Mediterranean Plant Protection Organization, n.d.).

*Phyllachora maydis* fue descrito inicialmente en 1904 en México e incide en diversos países de América Central y Suramérica. En 2015 fue registrado por primera vez en los Estados Unidos, en Illinois e Indiana, y después se propagó a otros estados (European and Mediterranean Plant Protection Organization, n.d.).

Esta enfermedad del maíz resulta de interés a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas “Marta Abreu”. Sin embargo, todo estudio moderno, en cualquier campo de investigación, debe auxiliarse de las tecnologías de la información recientes, y los estudios fitosanitarios del maíz no son una excepción, sino que ya existen precedentes para ello, como el trabajo de (Vinces-Tachong et al., 2022), que describe la implementación del procesamiento de imágenes para la evaluación de la presencia de la misma enfermedad que concierne a la presente investigación. El uso de soportes digitales aventaja notablemente a los métodos tradicionales de manejo de datos basados en papel manuscrito o impreso, ya que disminuye los riesgos de redundancia de la información, aumenta abrumadoramente la facilidad de copiado y modificación de la misma, reduce notablemente el volumen del material requerido para almacenarla, prescinde de los costos continuos de nuevas hojas y tinta y, además de todo lo anterior, contribuye al prestigio de la universidad como centro interesado por la modernidad tecnológica y la digitalización. Adicionalmente, la automatización del procesamiento de datos para realizar predicciones sobre la incidencia de la enfermedad ahorraría esfuerzo humano experto en el pronóstico de las afectaciones de la misma. Por otra parte, de estar asentado en la web (*online*), el sistema que dé respuesta a esta necesidad podrá eliminar las distancias entre los expertos, ya que sería accesible desde cualquier computadora o dispositivo móvil conectado a Internet, sin importar dónde se encuentre. Estas técnicas se perfilan en el panorama de la tecnología como un frente de innovación; el desarrollo de soluciones web avanza a un ritmo impresionante, impulsado por una alta demanda y sustentado por multitud de opciones y herramientas en constante evolución que compiten entre sí y se ofrecen como alternativas efectivas para el desarrollador y le permiten satisfacer cada vez mejor las necesidades de los usuarios finales (Kralina and Popova, 2024). Todo ello constituye la **justificación de la investigación** realizada por el autor.

De las consideraciones anteriores se deduce el siguiente **problema de investigación:** ¿Cómo desarrollar un sistema informático que auxilie a los investigadores asociados a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la mencionada Universidad en el manejo de datos relevantes para el estudio de la incidencia de la mancha de asfalto en los cultivos de maíz?

Para abordar de manera efectiva esta problemática se plantea tres **preguntas de investigación** esenciales:

1. ¿Qué requisitos debe cumplir el sistema a desarrollar?
2. ¿Cuáles son las mejores prácticas y tecnologías actuales para el desarrollo de sistemas informáticos basados en actividad en línea (aplicaciones web) para el manejo de datos?
3. ¿Cómo implementar una aplicación web que responda a las necesidades planteadas por el problema que motiva su realización?
4. ¿Cómo validar la propuesta técnica resultante?

Considerando el problema y las preguntas de investigación formuladas, se proponen los siguientes objetivos generales y específicos:

**Objetivo general:** desarrollar una aplicación web que permita a los investigadores asociados a la Facultad de Ciencias Agropecuarias el manejo de datos de observaciones relacionadas con la incidencia de la enfermedad fúngica mancha de asfalto en el cultivo de maíz en las unidades estudiadas, y emita pronósticos automáticos de riesgo de afectación por dicha enfermedad.

**Objetivos específicos:**

1. Analizar y determinar los requisitos que debe cumplir el sistema.
2. Asimilar prácticas y tecnologías actuales idóneas para el desarrollo de aplicaciones web de manejo de datos.
3. Implementar la aplicación web que cumpla con los requisitos determinados.
4. Realizar pruebas de software a la aplicación realizada.

**Estructura del trabajo:** el presente informe se organiza en una introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

En el capítulo 1 se aborda los conceptos fundamentales del negocio y los requisitos del sistema, así como las tecnologías relacionadas con el desarrollo de aplicaciones web modernas en el entorno de la solución del problema.

En el capítulo 2 se describe el análisis técnico y los elementos más relevantes de la implementación.

En el capítulo 3 se describen las técnicas de pruebas y las pruebas realizadas al software.

# capítulo 1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

## Conceptos y requisitos del negocio

## Conceptos y tecnologías para el desarrollo de la aplicación web

### Aplicación web

#### Ventajas sobre otras clases de sistema

#### Tipos de aplicaciones web

### Arquitectura cliente-servidor

#### Estructura y ventajas del modelo

#### API y API REST. Ventajas

### Conceptos de lenguaje de programación y *framework*

### Tecnologías del lado del cliente y desarrollo *front-end*

#### HTML, CSS y JavaScript

#### JSON

#### Next.js

#### Tailwind

### Tecnologías del lado del servidor y desarrollo *back-end*

#### Python

#### Django

#### Django REST

### Bases de datos

#### Sistema gestor de bases de datos

#### PostgreSQL

### Autenticación y autorización

#### NextAuth

#### Autenticación y autorización en Django REST

## Conclusiones parciales del capítulo

# capítulo 2. descripción de la propuesta técnica implementada.

# capítulo 3. validación y prueba de los resultados.

# conclusiones

# recomendaciones

# referencias bibliográficas