



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

“ETIOLOGÍA DEL SECAMIENTO DEL CÉSPED DEL CAMPO DE GOLF EN LA
HACIENDA LA PURÍSIMA EN IXTLAHUACA ESTADO DE MÉXICO”

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO EN FLORICULTURA

PRESENTA

ARISBETH GUADALUPE NIETO GONZÁLEZ

MODALIDAD: TESIS

ASESORES: DR. EN C. JESUS RICARDO SANCHEZ PALE
DR. ALVARO CASTAÑEDA VILDOZOLA

JULIO 2026

CAMPUS UNIVERSITARIO “EL CERRILLO”, EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS
MUNICIPIO DE TOLUCA, MEXICO.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE DE CUADRO	III
INDICE DE FIGURAS	IV
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. HIPÓTESIS.....	5
V. REVISIÓN DE LITERATURA	5
5.1 Campos de golf.....	6
5.2 Enfermedades del césped	7
5.2.1 Dólar al contado	8
Agente causal: <i>Clariireedia</i> spp.	8
5.2.2 Tizón (Muerte súbita).....	11
Agente causal: <i>Pythium</i> spp.	11
5.2.3 Mancha de verano (<i>Magnaporthe poae</i>)	14
Agente causal: <i>Magnaporthe poae</i>	14
5.2.4 Mancha de Malvavisco (Mancha total) (<i>Gaeumannomyces graminis</i> var)	17
Agente causal: <i>Gaeumannomyces graminis</i> var. Ascomicete del orden Diaporthales.	17
5.2.5 Parche largo o parche grande.....	19
Agente causal: (<i>Rhizoctonia</i> spp.).....	19
5.2.6 Mancha Anular Necrótica (<i>Ophiosphaerella korrae</i>)	23
Agente causal (<i>Ophiosphaerella korrae</i>).....	23
5.2.7 Mancha negra (<i>Alternaria</i> spp)	25
Agente causal: <i>Alternaria</i> spp. Hongo filamentoso saprofita.	25
5.2.8 <i>Fusarium</i> spp.	29
5.2.9 <i>Cladosporium</i> spp.	32

5.2.10 <i>Penicillium</i> spp.....	35
5.3 Secamiento del césped	38
5.4 Insectos plaga en césped de campos de Golf.....	40
5.5 Malezas invasoras en césped de campos de golf y su relación con enfermedades fúngicas.....	44
5.6 Campos de golf en México.....	46
5.7 Postulados de Robert Koch	48
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
6.1 Área de estudio.....	50
Ubicación	50
6.2 Colecta de muestras	55
6.3 Método de aislamiento.....	57
.....	59
6.4 Identificación morfológica de los aislamientos de hongos fitopatógenos.....	59
6.5 Pruebas de patogenicidad	60
Preparación del sustrato:	62
6.6 Diseño experimental y protocolo de inoculación	65
6.7 Variables evaluadas.....	66
6.8 Realización de postulados de Koch	68
Postulado 1: Presencia del microorganismo en individuos enfermos.	68
Postulado 2: Aislamiento y cultivo puro del microorganismo.....	69
Postulado 3: Inoculación y reproducción de la enfermedad.	69
Postulado 4: Reaislamiento e identificación del microorganismo.	70
6.9 Expresión de patogenicidad.....	71
6.10. Análisis de datos	72
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
7.1. Aislamiento	73
7.2. Expresión (%) de hongos en las muestras obtenidas.	78
7.3. Análisis microscópico y cuantificación de esporas.	80
7.4. Análisis estadístico del efecto de los aislamientos	85
VIII. DISCUSIÓN.....	95
IX. CONCLUSIONES	98
X. LITERATURA CONSULTADA.....	99

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		PAGINA
1	Resultados de análisis de varianza para la variable diámetro de césped con secamiento en las diferentes fechas evaluadas.	85
2	Separación de medias de diámetro de secamiento expresado por los diferentes aislamientos.	86
3	Resultados de análisis de varianza para la variable de crecimiento de césped inoculado con los diferentes tipos de aislamientos y testigo en las diferentes fechas evaluadas.	87
4	Separación de medias de altura y crecimiento de secamiento expresado por los diferentes aislamientos.	88

INDICE DE FIGURAS

Núm.		Pág.
Figura 1.	Ubicación de La Hacienda La Purísima en el Estado de México donde se realizó el estudio.	51
Figura 2.	Extracción de muestras con método de muestreo al azar para llevar a laboratorio, green número cuatro.	56
Figura 3.	Se seleccionaron los greens más afectados y en donde sus pérdidas de césped eran mayores.	57
Figura 4.	Las muestras que se obtuvieron fueron de medio kilo cada una y compuestas por cuatro puntos de obtención con método al azar.	57
Figura 5.	Desinfección y lavado de raíces.	58
Figura 6.	Se segmentaron las raíces para ser colocadas en medio de cultivo (PDA).	58
Figura 7.	Segmentos de raíces de césped colocados en medio de PDA	59
Figura 8.	Se colocaron 8 segmentos de raíz de green por cada caja Petri	59
Figura 9.	Medios de (PDA) con crecimientos Fúngicos	60
Figura 10.	Crecimiento de hifas para ser observadas bajo microscopio	60
Figura 11.	Previamente se desinfecto el sustrato que se utilizó para llenar las macetas de cada tratamiento	63
Figura 12.	Se seleccionó la semilla de <i>Agrostis canina</i> x Dominan X-treme por ser para climas calurosos y fríos	63
Figura 13.	Se realizaron pruebas de germinación previamente para comprobar su viabilidad y el vigor de la semilla, así como su fisiología germinativa, sobre todo si el lote era de buena calidad con el porcentaje de germinación que venía en el empaque.	63
Figura 14.	En cada maceta de 4 pulgadas se colocaron 2gr de semillas de <i>Agrostis canina</i> x Dominan X-treme	64
Figura 15.	Una semana después de la germinación.	64

Figura 16.	Césped de <i>Agrostis canina</i> x Dominan X-treme después de 15 días de ser sembrado.	64
Figura 17.	Macetas de cuatro pulgadas inoculadas con su respectiva enfermedad para este paso ya las macetas se encontraban en charolas donde se colocó el agua para el riego por medio de absorción, para evitar daños directos al césped.	65
Figura 18.	Se tomaron 3cm de altura del césped como base del experimento	66
Figura 19.	Uno de los parámetros para evaluar el crecimiento del césped fue su altura y perímetro afectado durante el proceso	66
Figura 20.	Síntomas de cada enfermedad posteriormente inoculada en el césped.	67
Figura 21.	Síntomas de la enfermedad y signos.	67
Figura 22.	Muestras de los hongos fitopatógenos dentro de los portaobjetos para la descripción de las enfermedades bajo microscopio.	73
Figura 23	Micelio y conidios de <i>Alternaria</i> spp.	74
Figura 24	Aspecto de crecimiento color gris oscuro en caja Petri de <i>Alternaria</i> spp.	74
Figura 25	Conidios y micelio bajo microscopio	75
Figura 26	Colonias de conidios de color blanco en la orilla y verde olivo a negro en el centro.	75
Figura 27	Microscópicamente presenta hifas finas, septadas y ramificadas, de color hialino a marrón. Estas sostienen cadenas ramificadas de conidios unicelulares, elipsoides o cilíndricos, algunos con forma de escudo debido a las cicatrices de unión. Su formación es por gemación sucesiva, ubicándose el conidio más joven al final de la cadena	75
Figura 28	<i>Penicillium</i> spp. conidióforos	76
Figura 29	Colonias de conidios de color verde oliva.	76
Figura 30	<i>Fusarium</i> spp. bajo microscopio con conidios en forma de canoa.	77
Figura 31	Colonia de conidios <i>Fusarium</i> spp. cepa-M-8-B color amarillo	77
Figura 32	Colonia de conidios <i>Fusarium</i> spp. cepa-R-G-17 color violeta a rojo.	77

Figura 33	Porcentaje de aparición de hongos. El 100% corresponde al total de 27 muestras analizadas. Los porcentajes se calcularon con regla de tres simple	78
Figura 34	Cajas Petri con segmentos de raíz de césped.	79
Figura 35	Cajas con crecimiento de hongos fitopatógenos.	79
Figura 36	Materiales para disolución y cámara Neubauer.	81
Figura 37	Medios de cultivo ya purificados para posteriormente ser usados en la cámara Neubauer.	82
Figura 38	Conteo de conidios en cámara de Neubauer bajo microscopio	82
Figura 39	Cajas Petri con medio de cultivo y disoluciones para el conteo de cámara Neubauer.	82
Figura 40	<i>Alternaria</i> spp. vista desde microscopio en cámara de Neubauer	82
Figura 41	Incidencia de césped muerto con la presencia de los diferentes patógenos estudiados.	84
Figura 42	Altura de césped variedad <i>Agrostis canina</i> x Dominan X-treme desarrollado ante la presencia de los diferentes hongos aislados de la podredumbre del césped del green.	89
Figura 43	Perdida de césped y signos de los hongos fitopatógenos.	90
Figura 44	Grafica del crecimiento diametral de la variedad de <i>Agrostis canina</i> x Dominan X-treme, desarrollo del secamiento del césped del green por causa de los hongos inoculados	91
Figura 45	Evolución progresiva de la enfermedad en el césped, desde tejido afectado hasta necrosis total.	92
Figura 46	Césped del green con manchas por daño de enfermedades fúngicas	93
Figura 47	Daños severos encontrados en los greens	95

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar al agente causal del secamiento del césped en los greens del campo de golf “La hacienda La Purísima” en Ixtlahuaca, Estado de México. La calidad y manejo del césped es fundamental para el rendimiento deportivo, la estética y los ingresos del establecimiento, por lo que la correcta identificación de patógenos es vital para evitar tratamientos erróneos y obtener mejores resultados en el mantenimiento y manejo de un campo de golf.

Para ello, se realizó muestreo de tejido sintomáticos, aislamiento en medio de cultivo y caracterización morfológica de los hongos presentes, lo que permitió identificar los géneros *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. (con dos cepas diferentes, M-8-B y R-G-17). Sin embargo, mediante pruebas de patogenicidad y los postulados de Koch, se determinó que los principales agentes causales del daño y secamiento observado fueron *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. cepa M-8-B. En conjunto se utilizó un diseño experimental completamente al azar, los resultados obtenidos de cada variable altura de crecimiento de césped y diámetro, utilizando el programa SAS versión 9.0. En el caso de que una variable indicó la existencia de diferencia significativa, se procedió a realizar la separación de medias con la prueba de LSD y Tukey α 0.05%. Los resultados obtenidos permitirán implementar un manejo fitosanitario adecuado, optimizando recursos y garantizando la salud y calidad del césped para obtener resultados óptimos para su uso deportivo.

Palabras clave: *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., Marchitez del césped., etiología.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify the causative agent of turf desiccation on the greens of the “La Hacienda La Purísima” golf course in Ixtlahuaca, Estado of Mexico. The quality and management of the turf are essential for the course’s performance, aesthetics, and revenue; therefore, the correct identification of pathogens is vital to avoid incorrect treatments and achieve better results in the maintenance and management of a golf course.

To this end, samples were taken from symptomatic tissue, isolated in culture medium, and the fungi present were morphologically characterized, which allowed for the identification of the genera *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp., and *Fusarium* spp. (with two different strains, M-8-B and R-G-17). However, through pathogenicity tests and application of Koch’s postulates, it was determined that the primary causative agents of the observed damage and drying were *Penicillium* spp. and *Fusarium* spp. strain M-8-B. A completely randomized experimental design was used, and the results obtained for each variable grass height and density were analyzed using SAS version 9.0. In cases where a variable indicated the existence of a significant difference, the means were compared using the LSD and Tukey tests at $\alpha = 0.05\%$. The results obtained will enable the implementation of appropriate plant health management, optimizing resources and ensuring the health and quality of the turf to achieve optimal results for its use in sports.

Keyword: *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., turfgrass wilt, aetiology.

I. INTRODUCCIÓN

Para un golfista profesional la importancia de un césped saludable es fundamental, ya que de esto depende de la calidad de la experiencia en un campo de golf. El mantenimiento del césped determina la velocidad con la que corre la pelota durante su trayectoria hacia el banderín de cada Green donde se encuentra el hoyo, y el objetivo principal del juego (Stanley, 2010).

La calidad de los Greenes residen en el mantenimiento y manejo fitosanitario (contra plagas y enfermedades), aunque se ve influenciado por factores como la zona geográfica, topografía, tipo de suelo, disponibilidad de recursos hídricos, impacto y sostenibilidad ambiental, sin dejar de lado el clima de la región tal como lo mencionan (Montserrat, 2008) y (DTE Golf, 2026).

Los campos de golf se componen de 18 o 9 hoyos, los cuales incluyen tees, green, ante green, collarín, calles o fairways, obstáculos, rough y ante rough, en cada zona se encuentran diferentes tipos de céspedes escogidos por sus características morfológicas y fisiológicas según el clima local, lo que define el atractivo visual y el paisajismo del lugar (Madrid, 2022).

La gran variedad de céspedes van desde los adaptados a climas templados hasta los de climas cálidos, con características que soportan temperaturas variables (Naturales, 2005).

En México no existe una base exacta de la superficie usada para campos de golf pero fuentes como la Federación Mexicana de Golf (FMG) tiene aproximadamente

110 clubes aunque sus datos no son concisos, ya que los programas de destino en México calculan unos 200 campos (GOLF, 2025).

Si consideramos que cada campo de golf tiene de 9 a 18 hoyos, ocupa aproximadamente 50 hectáreas, estaríamos hablando hipotéticamente de unos 10,000 hectáreas usadas para el golf en México (Golf, 2025).

En cada campo de golf el manejo fitosanitario es clave fundamental para la calidad del césped y el rendimiento del campo. Algunas de las enfermedades que se encuentran podemos confundirlas con ciertos tipos de hongos o insectos plaga, ya sean benéficos o no, como el caso de hongos saprofitos que se alimentan de la materia orgánica muerta para mantener sanos los céspedes, al igual aquellos que se presentan como incidencias encontradas en áreas, greens o números de golf dependiendo la severidad con la que se encuentren los céspedes.

Es fundamental identificar cada uno de los síntomas y observar sus signos, para poder delimitar con qué problema estamos tratando, ya sea mediante análisis de suelo o la extracción de partes afectadas de la planta. Algunas de las enfermedades que más amenazan a los campos de golf y que son las más pronunciadas en la bibliografía consultada son las siguientes: Mancha dólar (*Sclerotinia homoeocarpa*), tizón por pythium, (*Pythium*), Mancha de verano (*Magnaporthe poae*), hongos ectotrofos, Mancha de malvavisco (*Gaeumannomyces graminis var. Avenae*), Parche largo (*Rhizoctonia cereales*). Mancha anular necrótica (*Ophiospharella korrae*) y Mancha negra (*Alternaria* spp.) Si bien existen muchas más enfermedades que pueden afectar al césped, estas son las más destacadas en los artículos revisados. La calidad del césped es determinante para el correcto

funcionamiento de cualquier campo, y en particular los campos de golf dependen directamente de él para su operación (Stackhouse, 2020). Por ello, la prevención y el monitoreo de estas y otras enfermedades deben ser prioridad (DTE, 2022). En fechas recientes, el campo de golf de La Hacienda la Purísima en Ixtlahuaca, Estado de México, se han observado síntomas de secamiento de los greens, sin embargo, aún no se conoce el agente causal. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación son:

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el agente causal del secamiento del césped de “La Hacienda la Purísima” en los greens del campo de golf.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Muestreo de césped enfermo en el campo de golf
- 2) Aislamiento de los organismos asociados a las muestras del secamiento del césped
- 3) Identificar morfológicamente los organismos
- 4) Realizar los postulados de Koch

III. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo pretende determinar el agente causal del secamiento del césped específicamente en los greens, dado la relevancia del funcionamiento del césped en el campo de golf de La Hacienda la Purísima, ubicado en Ixtlahuaca Estado de México a una altitud de 2,576 metros sobre el nivel del mar, esta área se caracteriza por tener una temperatura máxima anual promedio de 22.3°C y una temperatura mínima anual promedio de 6.1°C. El campo cuenta con variedades de césped Kikuyu Grass y Pennncross Grass, por esta razón el manejo fitosanitario es fundamental para su funcionamiento. En observaciones realizadas se detectaron áreas con síntomas de secamiento, un problema que afecta directamente la velocidad de la pelota, la experiencia del juego, la imagen del establecimiento y, consecuentemente, sus ingresos económicos. Generalmente, ante la aparición de daños, al no realizarse un análisis detallado, los síntomas se confunden con otras alteraciones, lo que deriva en tratamientos ineficaces, gastos innecesarios y posibles afectaciones al medio ambiente. Por ello, esta investigación es necesaria para identificar con precisión el microorganismo responsable, aplicando los postulados de Koch para garantizar su validez científica.

Desde el punto de vista científico, este trabajo cubre un vacío de información relevante: existen muy pocos estudios y reportes sobre enfermedades fúngicas que afecten a estas variedades de césped bajo condiciones de altitud y clima templado o frío como las de la región de México. La mayoría de los estudios y reportes sobre enfermedades fúngicas en césped disponibles en la bibliografía provienen de zonas con condiciones ambientales diferentes: menor altitud, rangos de temperatura más

cálidos y mayor humedad relativa. Por esta razón sus resultados no pueden aplicarse en el contexto local, ya que el desarrollo y comportamiento de los hongos dependen directamente de las condiciones climáticas del sitio.

Además, el estudio permitirá observar el comportamiento de los hongos encontrados bajo condiciones controladas para aportar nuevos datos sobre su papel patogénico en estas condiciones particulares.

IV. HIPÓTESIS

Al menos uno de los microorganismos aislados de la planta reproducirá la sintomatología en los postulados de Koch en el césped *Agrostis Canina* X Dominan X-treme bajo condiciones controladas.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Campos de golf

Según la USGA, nos dice lo siguiente sobre los campos de golf, “los golfistas y los gerentes de césped han reconocido durante mucho tiempo el vínculo entre la firmeza, el buen golf y la gestión sostenible del césped” Además de tener greens firmes, poner enfoques verdes también debe ser firme, especialmente en situaciones en las que el diseño del Green permite, si no exige, un tiro de lanzamiento y carrera para que la pelota rebote y corra hacia una ubicación de hoyo delantero. Agronómicamente, la firmeza es una parte integral tanto del buen golf como de la buena gestión del césped. Ambos pueden y deben coexistir (Stanley, 2010). Sin embargo no debemos olvidar que para que un campo de golf se construya con todas las características que se requieren, Pedro Monserrat nos habla de cómo ha evolucionado el uso de los céspedes y dice lo siguiente “En pocos años se ha generalizado los céspedes deportivos en campos de futbol, de golf, etc., pero ¿alguien ha pensado que el origen del césped está en comunidad vegetal antiquísima?

Los seres vivos progresaron siempre asociados y cada elemento contribuyo a la vitalidad global. Los hombres de ciudad destacamos al individuo y olvidamos esa dimensión propia de los conjuntos naturales que nos rodean por todos los lados: son conjuntos que han creado y aún mantienen esos céspedes tan bellos en el paisaje (Monserrat, 2008). Para la DTE GOLF (Dow To Earth Golf) el papel de la salud del suelo es importante (La base de un campo de golf saludable reside en la composición del suelo y la interacción entre las partículas minerales, materia orgánica, el agua, el aire y los organismos vivos. Esto determina las propiedades

físicas, químicas y biológicas del suelo. Esto, en última instancia, influye en el crecimiento y la salud del césped, además de influir en su desarrollo (DTE Golf, 2026).

5.2 Enfermedades del césped

Por otra parte, Stackhouse (2020) señala que “Muchas de las enfermedades del césped presentan signos y síntomas similares, lo que dificulta el diagnóstico del patógeno específico que causa el problema. Un diagnóstico incorrecto provoca un retraso en el tratamiento y un uso excesivo de productos químicos. Para controlar estas enfermedades, es importante disponer de sistemas de detección rápidos y precisos en las primeras etapas de la infección, cuando las poblaciones de patógeno son relativamente bajas. La primer parte, y posiblemente la más importante, de la identificación de un patógeno es determinar los signos del patógeno y los síntomas de la enfermedad. Sin embargo si uno basá únicamente en los síntomas de la enfermedad o determina si la afección está causada por un agente abiótico o biótico puede resultar complicado, debido a la similitud de los síntomas. Existen muchos factores de estrés abióticos que pueden parecer similares a los síntomas de una enfermedad, para ello se requiere una gran experiencia, que implica formación y años de práctica, para perfeccionar y evitar diagnósticos incorrectos (Stackhouse, 2020). Dada esta complejidad, es fundamental conocer en profundidad las principales enfermedades fúngicas que afectan el césped de campos de golf, ya que representa una de las causas más frecuentes de deterioro de su calidad. Entre ellas, se destacan como unas de las más prevalentes y estudiadas a nivel mundial,

por lo que se analizara a continuación. Mancha dólar (*Clarireedia* spp.; antes: *Sclerotinia homeeocarpa*), Tizón por *Pythium* spp. (Muerte súbita), Mancha de verano (*Magnaporthe poae*), Mancha total (*Gaeumannomyces graminis* var. *Graminis*; Sinónimo de *Ophiobolus graminis*, *Ophiochaeta graminis*), Parche largo (*Rhizoctonia* spp.), Mancha anular necrótica (*Ophiosphaerella korrae*, antes conocida como *Leptosphaeria korrae*).

5.2.1 Dólar al contado

Agente causal: *Clarireedia* spp.

Dominio: Eucariota

Reino: Fungí

Filo: Ascomycota

Sub filo: Pezizomicotina

Clase: Leotiomycetes

Orden: Helotiales

Familia: Rutstroemiaceae (NCBI, 2026).

(Anteriormente clasificados como *Sclerotinia homoecarpa*)

Descripción y distribución: Enfermedad descrita por primera vez por (Bennet, 1937).

En Gran Bretaña, con distribución mundial. Afecta tanto céspedes de estación fría (*Agrostis stolonifera*) y calida como (*Paspalum vaginatum*) en campos de golf (Salgado *et al.*, 2018).

Síntomas: Manchas circulares hundidas de tamaño de moneda (en césped cortado fino) que coalescen; micelio aéreo de color canela visible en mañanas húmedas; estructuras escleróticas negras en suelo o en tejido vegetal (Shehbaz, 2025).

Aspectos de patogenicidad y manejo:

- Patogenicidad: *S. homeocarpa* produce ácido oxálico, un metabolito tóxico que degrada paredes celulares (Daowen, 2024).

- Manejo: Ha desarrollado resistencia a fungicidas como tiofano-metilo y propiconazol, por lo que se recomienda manejo integrado (Youn, 2008). Se ha reportado que numerosas especies de hongos, bacterias, insectos y otros organismos parasitan o interfieren con el crecimiento de *Sclerotinia* spp. Se han obtenido resultados alentadores con el control biológico de las enfermedades causadas por *Sclerotinia* en algunos cultivos mediante la incorporación de los hongos micoparásitos *Coniothyrium minitans*, *Gliocladium roseum*, *Gliocladium virens*, *Sporidesmium sclerotivorum* y *Trichoderma viridae* en suelos infestados con *Sclerotinia*. Hasta la fecha, algunos agricultores utilizan algunos de estos biocontroladores en sus cultivos, pero no se han desarrollado recomendaciones prácticas de control biológico ampliamente aceptadas (Oliver, 2024).

Podar los árboles para limitar la sombra y mejorar la circulación del aire, regar con moderación y desplazar el rocío, la condensación puede limitar la duración de la humedad foliar y reducir la gravedad de las enfermedades (Oliver, 2024).

Importancia económica y ecológica:

- Económica: En parcelas no tratadas, la mancha del dólar puede alcanzar una severidad de enfermedad del 90%. El control de enfermedades foliares en campos de golf tiene un costo promedio de \$15,000.00 dólares por campo de golf al año (equivalente a 10 tratamientos con fungicidas al año). Los estudios han demostrado que se gasta más dinero en fungicidas cada año para controlar la mancha del dólar que cualquier otra enfermedad del césped, y más del 70% de los fungicidas aplicados en campos de golf se destinan al control de tres enfermedades principales del césped: la mancha dólar, la mancha marrón y la antracnosis (Suraj, 2022).

Es un problema común en frutas y hortalizas como pimientos, cucurbitáceas y judías verdes, tanto en el campo como durante el almacenamiento (Oliver, 2024).

-Ecológica:

Los sistemas de césped son sistemas de césped vivo que se encuentran en el césped doméstico, campos deportivos, campos de golf, parques, cementerios, bordes de carreteras, y muchos otros espacios. Los sistemas de césped proporcionan servicios eco sistémicos críticos, que son ambientales sociales (culturales) y económicos para los seres humanos a partir de sistemas de vegetación (Braun, 2024).

Las especies de césped se ven afectadas por solo un puñado de patógenos vegetales, pero, por mucho, la mancha dólar es la enfermedad más común y extendida de todos los pastos de estación cálida y de fría en todo el mundo (Sura, 2022)

5.2.2 Tizón (Muerte súbita)

Agente causal: *Pythium* spp.

Dominio: Eucariota

Filo: Oomycota

Clase: Peronosporomicetos

Orden: Pithiales

Familia: Pithiaceae (NCBI, 2026).

Género: *Pythium* spp. (Clasificado en Oomicetos, división Oomycota, no hongos verdaderos) (Oliver, 2024).

Descripción y distribución.

Descripción: El micelio da lugar a esporangios, que germinan directamente mediante la producción de uno o varios tubos germinativos o mediante la producción de una hifa corta en cuyo extremo se forma un esporangio secundario con forma de globo llamado vesícula, en la vesícula se producen 100 o más zoosporas, que al ser liberadas, pululan durante unos minutos, se redondean para formar un quiste y luego germinan mediante la producción de un tubo germinativo.

El tubo germinativo suele penetrar el tejido del huésped e iniciar una nueva infección, pero a veces produce otra vesícula en la que se forma varias zoosporas secundarias, y esto puede repetirse. El micelio también da lugar a oogonios esféricos y anteridios en forma de maza. El anteridio produce un tubo de fecundación, que penetra en el oogonio; los núcleos del anteridio se desplazan a través del tubo hacia los núcleos del oogonio, se unen a ellos y forman el cigoto. El

tipo de germinación tanto de los esporangios como de las oósporas está determinado principalmente por la temperatura; temperaturas superiores a 18°C favorece la germinación directa, mientras que las temperaturas entre 10° C y 18° C inducen la formación de una vesícula llena de zoosporas que, al liberarse, se enquistan y germinan (Oliver, 2024).

Viven en materiales vegetales y animales muertos como saprobios o como parásitos de las raíces fibrosas de las plantas. El patógeno necesita agua libre para que sus zoosporas nadan e infecten (Oliver, 2024).

Síntomas: Cuando las semillas de plantas susceptibles se plantan en suelos infestados y son atacadas por patógenos del marchitamiento fúngico, no germinan, se vuelven blandas y pastosas, y luego se tornan marrones, se arrugan y finalmente se desintegran. Las plántulas jóvenes pueden ser atacadas antes de la emergencia en cualquier punto de la planta, desde donde la infección se propaga rápidamente. Las células invadidas colapsan y la plántula es invadida por el patógeno y muere (Marchitamiento fúngico pre emergente) (Oliver, 2024). Como resultado las semillas y plántulas infectadas mueren y se convierten en una masa podrida compuesta principalmente de micelio y sustancias como la suberina y la lignina, que este patógeno se limita a la corteza del tallo subterráneo de la plántula, esta puede continuar viviendo y creciendo por un corto tiempo hasta que la lesión se extiende por encima del nivel del suelo. Entonces, los tejidos invadidos y colapsados no pueden sostener la plántula, que cae y muere (Oliver, 2024)

Aspectos de patogenicidad y manejo:

-Patogenicidad:

El género *Pythium* spp. comprende más de 250 especies descritas en 11 clados. Varias especies son patógenos vegetales facultativos que causan marchitamiento pre y pos emergente. El patógeno continúa invadiendo la plántula caída, que se marchita y muere rápidamente (podredumbre fúngica post emergente). En cereales y céspedes, la patógena causa la “mancha fúngica de *Pythium* spp.”, es decir, invade y mata las raíces, plántulas enteras e incluso plantas vacías en el césped o campo (Oliver, 2024). Cuando un suelo húmedo está muy infestado de *Pythium* spp., cualquier semilla o plántula joven en dicho suelo puede ser atacado por el patógeno (Oliver, 2024).

Manejo: La disponibilidad de nutrientes puede asegurar un mayor vigor de las plántulas, permitiéndoles escapar rápidamente de la superficie del suelo incluso en presencia de altas densidades de patógenos. Para el control químico, dos compuestos que atacan a los oomicetos, el metalaxil y el etridiazol, son los más utilizados. Además, existe un creciente interés en los agentes de biocontrol como sustitutos de los productos químicos, y numerosos estudios han demostrado su eficacia en el manejo de la marchitez causada por *Pythium* spp. (Hongos antagonistas como las especies *Trichoderma* y *Gliocladium*, y bacterias benéficas que inducen la defensa del huésped) o biopesticidas con sustancias naturales como ingrediente activo (Oliver, 2024).

Importancia económica y ecológica:

-Económica: *Pythium* spp. Se encuentra entre las causas más comunes e importantes de pudrición de semillas, marchitamiento fúngico de plántulas y pudrición radicular de todo tipo de plantas, así como de pudriciones blandas de frutos carnosos en contacto con el suelo (Oliver, 2024).

-Importancia ecológica: La podredumbre de raíces afecta a todo cultivo (decenas de miles de plantas, en muchos casos) Sin embargo, los daños ocasionados por *Pythium* spp. se limitan a un área de los cultivos. Esta enfermedad es muy común en el campo y los invernaderos, donde el organismo mata a las plantas en los semilleros recién plantados. Esto se debe a la poca movilidad de las zoosporas, que necesitan una superficie de agua para trasladarse y a la capilaridad de las partículas del suelo, que tienden actuar como un filtro del suelo.

Sin embargo, no todas las especies de este género son dañinas. Varias especies de *Pythium* spp., incluyendo *P. oligandrum*, *P. num*, *P. Periplocum* y *P. acanthicum* son mico parásitos de hongos y oomycetes parásitos, por lo que han recibido gran atención como agentes de control biológico (Quimica, 2026).

5.2.3 Mancha de verano (*Magnaporthe poae*)

Agente causal: *Magnaporthe poae*

Dominio: Eucariota

Reino: Fungí

Filo: Ascomycota

Sub filo: Pezizomicotina

Clase: Sordariomycetes

Sub clase: Sordariomycetidae

Orden: Magnaporthales

Familia: *Magnaporthaceae* (NCBI, 2026).

Descripción y distribución: Existen alrededor de 200 especies descritas *Magnaporthales poae*, la mayoría de las cuales están asociadas con gramíneas e infectan las raíces. Por ejemplo, *Magnaporthe poae*. es un patógeno de especies de césped y causa la enfermedad llamada mancha de verano (Oliver, 2024).

Síntomas: Los síntomas consisten en pequeñas áreas del césped con un crecimiento deficiente y hojas marchitas. A medida que avanza la enfermedad se harán visibles manchas marrones de césped que pueden variar en tamaño de 1 a 3 pies de diámetro. Se vuelve más activa en los meses de (junio- julio) después de que las temperaturas han incrementado. Los síntomas de mancha surgen durante clima cálido y húmedo (días lluviosos o tormentas fuertes) en el verano. Los síntomas para ambas enfermedades, aún pueden ser visibles en el otoño e incluso en la primavera siguiente. El calor y la sequía exacerban los síntomas, haciéndolos más notorios. Con frecuencia, algunas plantas de césped sobreviven y recolonizaran algunas de las áreas infectadas, creando un patrón en forma de anillo (Nischwitz, 2025).

Aspectos de patogenicidad y manejo:

-Patogenicidad: Los patógenos de la mancha de verano sobreviven a las duras condiciones en los restos vegetales y se cree que colonizan las plantas vecinas al crecer en la superficie de las raíces y los rizomas. Las hifas colonizan inicialmente la superficie de las raíces y eventualmente invaden los tejidos de la raíz y el rizoma. La infección de las raíces conduce a una disminución en la absorción de agua y nutrientes, exponiendo a las plantas a otros estreses ambientales o matándolas (Nischwitz, 2025).

- Manejo: El aumento de la altura de corte de 2.5 a 3 pulgadas promueve un enraizamiento más profundo del césped, lo que mejora la tolerancia al estrés. No se recomienda en suelos compactos y aquellos que presentan una capa más gruesa de material muerto pueden requerir un corte vertical del césped o un rastrillado, riegos frecuentes disminuirán la temperatura y permitirán que las plantas infectadas sobrevivan a las altas temperaturas de la tarde. Evite la fertilización excesiva con nitrógeno, particularmente en la primavera, Las enmiendas de urea recubierta de azufre y las de azufre elemental pueden ayudar a contener las enfermedades.

Importancia económica y ecológica

-Importancia económica: Esta enfermedad, llamada añublo, causa pérdidas sustanciales, a menudo epidémicas, en la mayoría de las regiones productoras (Oliver, 2024).

-Importancia ecológica: La resiembra con variedades resistentes también puede ser menos costosa, a largo plazo, que las aplicaciones regulares de fungicidas aplicadas año tras año (Nischwitz, 2025).

5.2.4 Mancha de Malvavisco (Mancha total) (*Gaeumannomyces graminis* var)

Agente causal: *Gaeumannomyces graminis* var. Ascomicete del orden Diaporthales.

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Sub filo: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Sub clase: Sordariomycetidae

Orden: Magnaporthales

Familia: Magnaporthaceae

Género: *Gaeumannomyces* (NCBI, 2026)

Descripción y distribución:

El mal del pie es una enfermedad generalizada y destructiva del trigo y otros cereales y gramíneas en climas templados de todo el mundo.

Síntomas: Afecta principalmente a la raíz y al tallo basal. A principios de la temporada, el mal del pie se presenta como manchas de plántulas amarillentas poco desarrolladas o plántulas atrofiadas y poco vigorosas que producen pocos macollos (Oliver, 2024).

Aspectos de patogenicidad y manejo:

-Patogenicidad: El mal del pie es más severo en suelos infértiles, compactados, alcalinos y mal drenados. Su capacidad aumenta durante varias temporadas (3 a 6 años) en campos cultivados continuamente. Según Cook (2003) el ciclo de la enfermedad tiene dos fases distintivas, una saprofita y otra parasítica. En su fase saprofita, el hongo permanece como micelio en los residuos del cultivo o en otras gramíneas (malezas), usando este sustrato como fuente de alimentación para atacar al próximo cultivo. La fase parasítica toma lugar cuando las raíces de una nueva planta entran en contacto con el micelio del hongo, el cual coloniza la zona radical y penetra los tejidos (Macnish, 1994). El hongo coloniza el sistema radicular y la base del tallo de la planta y produce dos tipos de hifas conocidas como de crecimiento e infecciosas (Rivas, 2021).

-Manejo: El mal del pie se controla mediante el uso de cultivares resistentes a la enfermedad, aunque solo ofrece una protección parcial. Un nuevo fungicida, el siltiofam, se utiliza como tratamientos de semillas para controlar la enfermedad. El siltiofam inhibe el transporte de ATP en el trigo (Oliver, 2024).

El triciclazol inhibe la 1, 3, 6,8 tetrahidroxinaftaleno reductasa, una enzima clave en la biosíntesis de una forma de melanina fúngica. Una vez formado el apresorio, los

triglicéridos y el glucógeno se descomponen para formar solutos osmóticamente activos como el glicerol (Oliver, 2024).

Dentro de los géneros bacterianos hay uno en especial que ha logrado destacar que *Bacillus subtilis* cepa YB- 57 logra inhibir hasta en 60.9% el crecimiento del micelio y a su vez disminuir 56.5% la incidencia del patógeno, con una efectividad similar a la del fungicida sintético silthiofam (Rivas, 2021).

Importancia económica y ecológica.

-Económica: Las pérdidas pueden variar desde insignificantes hasta el 50% (Oliver, 2024). El hongo *Gaeumannomyces* spp causante de la enfermedad conocida como “mal de pie” es el patógeno radicular más importante de cereales y pastos en el mundo. En Nicaragua se reporta como plaga oficial en el 2010, vinculados a pérdidas de hasta el 20% de rendimientos en campos de arroz (Rivas, 2021).

-Importancia ecológica: Los suelos supresores son aquellos entornos en los que las plantas sufren comparativamente menos enfermedades patógenas transmitidas por el suelo de lo esperado, debido a las actividades de microorganismos de suelos nativos. Suelos como los andisoles y los ultisoles, eran supresores, ya que redujeron la enfermedad, y estos pueden ser utilizados como fuentes de microorganismos para el control de todas las enfermedades siendo estos una clave de desarrollo de aplicaciones biotecnológicas eficientes y respetuosas con el medio ambiente para el control de enfermedades transmitidas por el suelo (Duran, 2017).

5.2.5 Parche largo o parche grande

Agente causal: (*Rhizoctonia* spp.)

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungí

Filo: Basidiomycota

Sub filo: Agaricomycotina

Clase: Agaricomycetos

Orden: Cantharellales

Family: Ceratobasidiaceae (NCBI, 2026).

Descripción y distribución: El agrario agrícola más importante es *Rhizoctonia* spp. un patógeno transmitido por el suelo con una amplia gama de hospedadores. En algunos huéspedes, el hongo puede incluso estar presente en las semillas. El hongo está presente en la mayoría de los suelos y, una vez establecido en un campo, permanece allí indefinidamente (Oliver, 2024).

Cuando *Rhizoctonia* spp. infecta una planta, necesita obtener de ella una sustancia necesaria para la formación de un cojín hifa desde el cual el hongo envía sus hifas de penetración (Oliver, 2024).

Síntomas: Los síntomas más comunes son el marchitamiento fúngico de las plántulas y la pudrición del tallo en plantas en crecimiento y adultas. Sin embargo, en algunos hospedantes, *Rhizoctonia* spp. también causa tizones o manchas en el follaje, especialmente en el follaje cercano al suelo. El patógeno suele invernar en forma de micelio o esclerocios en suelo y plantas perennes infectadas o material propagativo, como tubérculos de patata (Oliver, 2024).

Las hojas de las plantas que han sido infectadas recientemente y que se pueden observar en la periferia de la mancha, tienen una apariencia amarillenta o anaranjada. Las áreas afectadas pueden ser perennes, apareciendo en la misma área y expandiéndose en diámetro año tras año. La infección ocurre en vainas y lígulas del césped (Espinoza, 2022).

Aspectos de patogenicidad y manejo:

-Patogenicidad

Los factores que promueven la enfermedad son niveles altos de humedad en el suelo y exceso de materia orgánica. Otros factores que incrementan la severidad de la enfermedad son drenajes pobres en el suelo, poco movimiento del viento e irrigación excesiva (Martínez, 2022). La infección por *Rhizoctonia* spp. comienza por envolturas en las hojas inferiores de la planta, esto ocurre cuando la temperatura de la capa de materia orgánica se encuentra entre 50 y 70 grados Fahrenheit (10 C- 21C), sobre todo cuando existe una humedad continua por 48 horas (Martínez *et al.*, 2022).

-Manejo:

Control genético: El establecimiento de especies de céspedes que estén mejor adaptadas al área geográfica o localidad es la manera más efectiva de controlar la mancha larga.

Control cultural: La regulación de los niveles de humedad en el suelo y en la capa orgánica son esenciales para el control de la mancha larga. Modificar los patrones

de tráfico para prevenir una compactación del suelo extrema y airear con pinchos huecos para mejorar el drenaje del suelo e incrementar la aireación cerca de las raíces y los tallos, donde el movimiento del viento y la luz son pobres, es necesario el podar o cortar árboles o arbustos que estén en los alrededores y que estorban el paso del viento.

Control químico:

Existen una variedad de fungicidas disponibles para el control de la mancha larga para profesionales con licencia comercial: carboxamidas, benzimidazoles, carbamatos, dicarbamatos, e inhibidores de la enzima Qol y de control biológico.

En áreas con una historia de epidemias de la mancha larga, el uso de fungicidas en forma preventiva provee un control excelente cuando se aplican al tiempo apropiado. La primera aplicación se debe realizar en el otoño cuando las condiciones para el crecimiento de la mancha larga son apropiadas, especialmente cuando las temperaturas están por debajo de 69 grados Fahrenheit (20°C) o por varios días consecutivos (Martinez *et al.*, 2022). La adición de silicio a suelo o a la solución nutritiva suministrada a las plantas de invernadero reduce la gravedad de las enfermedades (Oliver, 2024).

Importancia económica y ecológica.

-Importancia económica:

Rhizoctonia solani es un patógeno con un gran importancia económica debido a que tiene la habilidad de permanecer de forma saprofita en el suelo o en forma de esclerocios, además de tener un rango de huéspedes casi limitado.

Las pérdidas de rendimiento en los cultivos afectados por *Rhizoctonia solani* son muy variables, además del cultivo al que afecte dependen de la fecha de infección, del momento de desarrollo del cultivo y del tamaño de la superficie infectada (Maldonado, 2018)

Además, es capaz de infectar un gran número de especies distintas de plantas, muchas de ellas malas hierbas asociadas a determinados cultivos, las cuales sirven de reservorio para el hongo.

La mancha larga producida por el hongo *Rhizoctonia* es una de las enfermedades más comunes y severas en los céspedes de clima cálido (Bernuda, Ciempiés, Paspalum, San Agustín y Zoisia) a lo largo del estado de Georgia la mancha larga puede aparecer en céspedes de clima cálido en todas las áreas incluyendo jardines particulares, paisajes comerciales, campos deportivos, campos de golf y producción comercial (Martínez *et al.*, 2022).

-Importancia ecológica: Es capaz de infectar un gran número de especies distintas de plantas, muchas de ellas malas hierbas asociadas a determinados cultivos, las cuales sirven de reservorio para el hongo (Maldonado, 2018).

Los hongos macromicetos comestibles son una fuente de compuestos antifúngicos para controlar enfermedades en cultivos agrícolas (Narvaez *et al.*, 2023).

5.2.6 Mancha Anular Necrótica (*Ophiosphaerella korrae*)

Agente causal (*Ophiosphaerella korrae*)

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Sub filo: Pezizomicotina

Clase: Dothideomycetes

Sub clase: Pleosporomycetidae

Orden: Pleosporales

Sub orden: Pleosporineae

Familia: Phaeosphaeriaceae

Género: *Ophiospharella* (NCBI, 2026).

Descripción y distribución: La mancha anular necrótica afecta sistema radicular y estolones del Kentucky bluegrass anual y festuca, infectan y matan las coronas, lo que retarda su recuperación.

Síntomas: Las áreas circulares de pasto bermuda, entre 15 y varios metros de diámetro permanecen inactivas mientras el césped reverdece en primavera. Estas áreas finalmente mueren y se desploman sobre la superficie del suelo. Las áreas muertas primaverales reaparecen en el mismo lugar anualmente y aumentan de tamaño hasta varios centímetros cada temporada.

Aspectos de patogenicidad y manejo:

-Patogenicidad: El hongo de la mancha anular necrótica ataca las raíces, los rizomas y los estolones de la bermuda durante el otoño y el invierno. La mancha muerta es más grave cuando el pH del suelo es de 6,5 o superior. Se ha demostrado

que el exceso de nitrógeno, las deficiencias de potasio, el drenaje deficiente del suelo, el riego excesivo, la acumulación excesiva de paja y la compactación del suelo favorecen el desarrollo de la enfermedad.

-Manejo: mantenga el pH del suelo entre 5.5 y 6.0 para minimizar la aparición de puntos muertos en primavera. Es mejor reducir el pH del suelo gradualmente mediante el uso de una fuente de nitrógeno acidificante, como sulfato de amonio o urea recubierta de azufre. La aireación frecuente es especialmente importante en zonas de mucho tráfico. Los greens de golf también deben recibir abono superficial junto con la aireación para controlar la acumulación de paja. El fenarimol ha sido el fungicida más eficaz y consistente para control de la mancha anular necrótica. Las aplicaciones son más efectivas cuando la temperatura del suelo es de 15 y 27 °C.

Importancia económica y ecológica. -Importancia económica: Las zonas afectadas deben mapearse en primavera para su tratamiento en otoño, ya que el tratamiento con fungicidas es más costoso (Erickson, 1914).

-Importancia ecológica: La siembra de mezclas de dos o más especies de césped y dos o más cultivares resistentes a enfermedades reducirá la susceptibilidad de un césped a la mancha anular necrótica. La resiembra de áreas infectadas con cultivares resistentes también pueden reducir la incidencia de las enfermedades (Nischwitz *et al.*, 2021).

5.2.7 Mancha negra (*Alternaria* spp)

Agente causal: *Alternaria* spp. Hongo filamentoso saprofito.
Dominio Eucariota

Reino: Fungí

Phylum: Ascomycota

Subfilo: Pezizomycotina

Clase: Dothideomycetes.

Subclase: Pleosporomycetidae

Orden: Pleosporales

Familia: Pleosporaceae (NCBI, 2026).

Descripción y distribución:

Especie fitopatógena del género *Alternaria* spp. revisten importancia a nivel económica, ambiental, agronómica y fitopatológica en el mundo; son causantes de pérdidas económicas ya que causan enfermedades denominadas manchas y tizón foliar en alrededor de 4000 especies de plantas de cualquier edad (Mares *et al.*, 2026)

Síntomas:

El síntoma principal es una mancha de color oscuro con anillos concéntricos en las hojas de distintos hospedantes como hortalizas, frutales, cereales, crucíferas y plantas ornamentales.

Por otra parte, algunas especies de *Alternaria* spp. producen metabolitos secundarios como fitotoxinas asociadas a la patogenicidad y producen micotoxinas, como el ácido tenuazonico (TeA), alternariol (ALT), patulina y alternariol monometil éter (AME), que puede afectar el 50% de los productos agrícolas y comprometen la seguridad alimentaria (Mares *et al.*, 2026)

-Patogenicidad: El hongo se desarrolla a una amplia gama de temperaturas, incluso en el refrigerador, aunque a un ritmo más lento. Puede propagarse y pudrir los tejidos internamente, con poco o ningún micelio en la superficie. Sin embargo, por lo general, la capa micelial, en la superficie del tejido podrido se vuelve gris, olivácea, marrón o negra.

Las toxinas de *Alternaria* spp. Son micotoxinas producidas por especies de hongos *Alternaria* spp. Que producen enfermedades en muchas plantas pequeñas de las cuales se han caracterizado químicamente y reportado como micotoxinas para humanos y animales. La temperatura de crecimiento óptimo para este género es de entre 22°C y 30°C aunque también puede producir micotoxinas a 0°C y 65°C en regiones más frías y con poca agua (Alimentaria, 2022).

-Manejo: Prevención cultural, rotación de cultivos, densidad de plantación donde una separación de cultivos reduce la humedad y mejora la circulación del aire.

Eliminación de residuos vegetales dañados para evitar que permanezcan en los suelos.

Control físico: Ventilación bajo invernadero y a campo abierto es importante para evitar la propagación de alternaría.

Riego por goteo, es importante para evitar que las hojas se mojen y propagar la enfermedad.

Tipos de fungicidas, fungicidas de contacto y sistémicos.

Prevención de alternaría con BWO (Bio World Organic) agricultura biológica e innovadora diseñada para prevenir enfermedades fúngicas, compitiendo contra

alternaría, refuerzan el sistema inmunológico de las plantas por medio de microorganismos benéficos, crean un entorno desfavorable para patógenos que ayuda a la microbiota en la superficie de las plantas que limita el desarrollo de los hongos patógenos.

El protocolo para aplicarlo es la frecuencia con el que se aplica, la metodología y las condiciones óptimas que se buscan para maximizar los resultados.

Este método busca sostenibilidad, seguridad para el cultivo y para el consumidor y mayor rentabilidad (Organic, 2024).

Importancia económica y ecológica.

-Importancia económica: Hongo con más de 250 especies y económicamente importante en cultivos importantes como pastos, trigo, tabaco, maíz, sorgo, cebada, cacahuates entre otros e incluso en productos en refrigeración o deshidratados como albaricoque, cítricos u hortalizas etc, además de causar micotoxinas que producen efectos adversos en la salud humana (Pérez *et al.*, 2021).

-Importancia ecológica: Estudios demuestran que *Alternaria* spp. al ser un saprofito es importante en la descomposición de la materia orgánica y en un estudio realizado por Valeria Ester Arancibia Cortes se estudió la degradación de los siguientes materiales como polietilentereftalato de etileno (PET), policloruro de vinilo (PVC), poliuretano (PU), polipropileno (PP), polietileno de alta densidad (HDPE) y poliestireno. En condiciones de aerobiosis tiene un mayor potencial de degradación (Cortes, 2014).

5.2.8 *Fusarium* spp.

Organismo celular

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Sub filo: Pezizomicotina

Clase: Sordariomycetes

Sub clase: Hypocreomycetidae.

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriaceae (Ncbi, 2026)

Fusarium solani (FSSC)

Las células conidiogenas son monofialides, largas, septadas (1-2 septos) donde se originan conidios en cabezas húmedas. Presenta clamidiosporas mayormente pares. Las macroconidias tienen de 3 a 5 septos y presentan una zona dorsal curvada y otra ventral más recta.

Fusarium fujikuro, (*F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. nygamai*)

Las colonias son de crecimiento rápido, el micelio aéreo va del color blanco a violeta oscuro o púrpura. Si presenta esporodoquios, la colonia presenta color tostado a naranja.

Presentan conidios principalmente en cadenas originados desde monofialides (*F. verticillioides*) o monofialides y polifialides (*F. proliferatum*) (Brett, 2019)

Descripción y distribución.

El género *Fusarium* presenta una distribución cosmopolita y es endémico de zonas maiceras de todo el mundo.

Aparece ocasionalmente desde principios hasta finales de la primavera. En los greens y tees, los síntomas incluyen manchas rosadas o rojas de hojas marchitas, dispuestas en círculos o aproximadamente circulares, a menudo con algo de césped de aspecto sano en el centro, con unos diámetros de 2.5cm y 20 cm (SADER, 2020)

Síntomas y signos:

Las plantas infectadas pueden estar atrofiadas y/o cloróticas y ocurrir al azar o pueden verse en parches irregulares en el campo.

Pudrición de la raíz por *Fusarium*, puede ocurrir en amplia gama de condiciones del suelo, pero generalmente causa pudrición de la raíz en plántulas y plantas jóvenes en condiciones frescas (14°C). Los síntomas generalmente se limitan a las raíces y el tallo inferior e incluyen un sistema de raíces más pequeño con menos raíces secundarias. El síntoma más común de la pudrición de la raíz por *Fusarium* es una lesión de color marrón alrededor del nodo de plantas maduras, lo que resulta en la pérdida de la masa, un rendimiento reducido y una menor calidad del grano (SADER, 2020)

-Patogenicidad:

Ciclo de enfermedad

El micelio y los conidios se propagan de planta en planta durante condiciones húmedas, frías y nubladas, causando infecciones que dan lugar a parches de hojas, tallos y coronas afectadas.

Desarrollo de la enfermedad.

La mancha de *Microdochium* spp. suele aparecer a principios o mediados de la primavera, durante periodos prolongados de frio y lluvias que generan humedad en la superficie de las hojas.

El pasto azul anual es el huésped más común de M. nivale y puede sufrir daños graves si las condiciones son ideales para el desarrollo de la enfermedad.

-Manejo:

Control cultural

Uso de cantidades moderadas de fertilizantes nitrogenado en primavera, la eliminación de la humedad de la superficie de las hojas y evitar cubrir los greens de golf con lonas durante periodos prolongados en primavera.

Control químico

Se puede utilizar fungicidas para controlar la mancha de *Microdochium* spp. en los greens y tees de los campos de golf (Pensilvania, 2024)

Importancia económica y ecológica.

Importancia económica:

Estos hongos y las especies pueden ser perjudiciales para el desarrollo vegetal, causan la pérdida de rendimiento de los productos agrícolas y por lo tanto, se producen pérdidas económicas.

Entre los hongos, *Fusarium* spp. especie, que son más de 100 agentes causantes de enfermedades en la agricultura los productos, se encuentran entre los diez principales patógenos.

Fusarium spp. es uno de los más importantes de las especies de hongos patógenos del planeta y tiene más de 1000 especies que causan enfermedades en la agricultura económicamente importantes (Ilgin *et al.*, 2017).

Importancia ecológica:

La real Sociedad de Horticultura subraya la importancia de una mínima intervención química, centrándose en cambio en prácticas de cultivo adecuadas. Por lo tanto, antes de considerar opciones químicas, es recomendable invertir en mejoras culturales, como la mejora del suelo y la aireación regular, para desarrollar una resistencia natural en el césped (Seed, 2024)

5.2.9 *Cladosporium* spp.

Super Reino: Eukaryota

Reino: Fungí.

Subreino: Dikarya.

Phylum: Ascomycota

Subdivisión: Pezizomycotina

Clase: Dothideomycetidae.

Subclase: Dothideomycetidae

Orden: Cladosporiales

Familia: *Cladosporiaceae* (NCBI, 2026)

Descripción y distribución.

Los microorganismos responsables de esta enfermedad son parásitos facultativos y polífagos, que pueden afectar solos o combinados. Se desarrollan sobre tejidos vivos o muertos y no necesitan heridas en el hospedero para invadirlo, aunque la presencia de estas facilita la infección. Sobrevive el invierno en la planta como micelio. También como esclerocio en el suelo, huéspedes alternativos y residuos vegetales.

Suele desarrollar colonias oscuras, verde oliva a negras, cubiertas de conidios sobre los tejidos infectados. Los conidióforos son rectos agrupados o simples, diversamente ramificados cerca del ápice, son oscuros uní bicelulares, varían en su forma y miden de 4-7x10-15 micrómetros.

Síntomas

Cuando se dan las condiciones predisponentes, los síntomas de la enfermedad comienzan a manifestarse en las flores, hojas y raquis. Las fluctuaciones aparecen de distintas tonalidades, grisáceas, azuladas o verdes.

Los daños se evidencian con la disminución del peso en la cosecha y alteraciones en las características organolépticas.

Por otra parte, también producen micotoxinas cancerígenas.

-Patogenicidad:

Son necesarias condiciones climatológicas de temperatura y humedad elevadas, con presencia de lluvias. Así mismo, las heridas en el follaje actúan como puerta de entrada para la infección. Estas lesiones pueden tener origen biótico o abiótico (Senasa, 2026).

Manejo:

Control biológico: Uso de antagonistas: Investigaciones han demostrado que algunos agentes biológicos, como *thricoderma* o *Bacillus* spp. Pueden actuar como antagonistas de *Cladosporium* spp. ayudando a reducir la incidencia.

Control químico

Fungicidas preventivos: Aplicar fungicidas protectantes a base de cobre o azoxystrobin, fenhexamid, cyprodinil en las etapas críticas, como la floración y la formación inicial de los frutos, para reducir la infestación (Doctoragro, 2024)

Importancia económica y ecológica.

Importancia económica:

Algunas especies son patógenas para diversos cultivos, pueden causar enfermedades vegetales de importancia económica y otras tienen únicamente importancia endémica. Los hongos suelen ser saprofitos en restos vegetales.

Estos hongos pueden causar enfermedades en las plantas, a menudo con nombre diferentes, según las plantas infectadas y el tipo de síntomas. En los cereales, pueden causar la mancha negra; en las cucurbitáceas, la sarna; y en el tomate, manchas marrones en las hojas (Ogorek *et al.*, 2012)

Importancia ecológica:

Es un hongo saprofita, normalmente se encuentra colonizando las plantas o en el suelo (INSST, 2022)

5.2.10 *Penicillium* spp.

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Subfilo: Pezizomycotina.

Clase: Eurotiomycetes

Subclase: Eurotiomycetidae

Orden: Eurotiales

Familia: Aspergillaceae (NCBI, 2026)

Tizón de hoja de *Penicillium* causado por *P. oxalicum* en el crecimiento de Bentgrass en Carolina del Norte. K. J. Jones

Descripción y distribución.

En el estado de Carolina del Norte, durante la primavera y el otoño de 1990 y 1991, se observaron síntomas en *Agrostis palustris* Hudson (césped bentgrass de arrastre), tanto en condiciones controladas como en campos de golf comerciales y áreas verdes públicas. Los síntomas iniciales aparecieron como pequeñas manchas color amarillo pálido, distribuido aleatoriamente sobre lámina foliar.

Mediante el experimento se utilizaron macetas de *Agrostis palustris* de 4 semanas de edad, controladas, Se preparó una suspensión de conidios ajustada a 1×10^6 esporas por mililitro, los cuales posteriormente se cubrieron con bolsas de polietileno transparente durante 48 horas con una humedad relativa a 90%, y se mantuvieron en cámaras de crecimiento a temperatura de 22°C y fotoperiodos de 12 horas.

Con el cumplimiento de estos cuatro criterios se confirmó que *Penicillium oxalicum* fue el causante de la enfermedad en *Agrostis palustris*. (Jones, 1992).

Primer informe de *Penicillium oxalicum* que causa la plaga de la hoja en el maíz en China.

Descripción y distribución

En agosto de 2022, las plantas de maíz de 2 meses de edad (*Zea mays* Ziher; “maíz purpura chino”) en el sureste de Jiangsu (Municipio de Nantong China; 31,58°N, 120,54° E) exhibieron lesiones marrones, y síntomas de tizón de hoja avanzado. La enfermedad resultó en una pérdida de rendimiento de aproximadamente el 9% en comparación con años anteriores en los que no se observaron síntomas. La enfermedad se expresó después de 5 días en cámara de crecimiento con una

humedad relativa del 25% a 70% siendo esta una de las principales causas de la enfermedad.

China es uno de los mayores productores de maíz, cosechando más de 171 millones de toneladas métricas en 2021 (Han, 2023).

Primer informe de *Penicillium oxalicum* que causa el tizón de la hoja en kiwi ‘Hongyang’ en China.

En septiembre de 2022, se detectaron síntomas de tizón de la hoja en árboles de kiwi de 6 años de edad (*Actinidina chinensis* cv. Hongyang) en el municipio de Xuzhou (34.23° N, 117. 29° E), provincia de Jiangsu. Los síntomas de la enfermedad en etapa temprana incluyeron lesiones necróticas de forma irregular, de 0,2 a 2,4 cm de largo, de color marrón claro, que se convirtieron en luz de hoja después de 2 semanas. Aproximadamente el 20% de las hojas de 300 árboles examinados en un huerto de kiwi de 3.000m² mostraron síntomas de la enfermedad (Han *et al.*, 2024)

Las prácticas tradicionales ampliamente utilizadas para el manejo de *Penicillium* spp. depende en gran medida de fungicidas químicos como pirimetanil, imazalil, tiabendazol, procloraz o diferentes formulaciones mixtas de estos compuestos (Plantix, 2026); (SINAVIMO, 2026).

Control biológico:

Bacillus spp. potencialmente podría controlar el moho verde causado por *Penicillium digitatum* y *Pseudomonas*, *Paenibacillus* y *Aureobasidium*.

Importancia económica y ecológica.

Es un invasor oportunista, un hongo de rápido crecimiento, un fuerte productor de esporas, una fuente de varias enzimas y un hongo de importancia económica en la industria alimentaria, farmacéutica y actualmente deportiva. (Yongmei *et al.*, 2022)

Importancia ecológica: Ciertas cepas de *Penicillium* spp. también se utilizan como un potencial agente de biocontrol en el manejo de enfermedades de las plantas (Mahantesh *et al.*, 2018).

5.3 Secamiento del césped

El secamiento del césped es un problema frecuente que afecta tanto la apariencia visual como la salud de las áreas verdes, pudiendo llevar a la pérdida total de grandes extensiones si no se aborda a tiempo. Una de las causas más relevantes son los hongos patógenos, que además de provocar sequedad, pueden generar daños estructurales profundos hasta en las raíces.

Los hongos más impactantes que generan secamiento son:

Muerte del verano (*Magnaporthe poae*): Produce secamiento rápido y muerte de grandes áreas, afectando incluso las raíces y dificultando la recuperación.

Anillos de hadas (*Marasmius oreades*): Forma círculos bien definidos, con notable secamiento y muerte del césped en el centro o borde de los mismos.

Mancha dólar (*Sclerotinia homeocarpa*): Genera pequeñas canchas redondas donde el césped se seca y muere completamente, pudiendo unirse para cubrir amplias superficies.

Manchas marrones (*Rizoctonia solani*): Provocan decoloración inicial que progresa a secamiento progresivo de zonas infectadas.

Hilo rojo (*Laetisaria fuciformis*): Se reconoce por filamentos rojizos; en etapas avanzadas causa secamiento y muerte de las hojas.

Los factores que favorecen el secamiento son los siguientes.

Crecimiento excesivamente denso del césped o uso intensivo continuo.

Alta humedad, encharcamientos o riego excesivo.

Capa de mantillo muy gruesa.

Ph del suelo incorrecto.

Siembra por empalme inadecuados o cortes demasiado bajos.

Ubicación en zonas con sombra prolongada.

Acumulación de restos vegetales o abono en cantidades mayores a las necesarias.

Cabe destacar que aunque los hongos no se pueden eliminar por completo, la detección temprana ayuda a minimizar el daño por secamiento (Stihl, 2024)

Asimismo, una gestión ineficiente del agua puede llevar al secamiento del césped, afectando su salud y apariencia (Ramirez, 2024).

La DTE (Down To Eart Golf) recomienda que la altura de los cortes inadecuados demasiado bajos o altos pueda afectar negativamente la salud y la capacidad del juego del putting green. Esto genera que el césped se estrese y sea más susceptible a enfermedades, llevándolo al secamiento al igual el crecimiento desigual que conlleva una disminución en la calidad general.

Por esta razón los horarios de riego son parte fundamental puesto que de ellos dependen la salud del campo sin dejar a un lado los aparatos y la tecnología para

superar estos desafíos. Una de las causas importantes de igual forma es la invasión de plagas y enfermedades que son otro factor importante para la salud del césped y por eso el monitoreo y estrategias de control diario son fundamentales para mantener un césped sano.

Como tal las condiciones climáticas extremas actualmente afectan la salud del césped en los campos de golf no permitiéndoles la recuperación rápida por las altas temperaturas por estrés y deshidratación a diferencia de las bajas temperaturas que provocan latencia dando como resultado secamientos de césped. Otra de las causas de secamiento del césped es cuando al momento de elegir el césped no es el adecuado de acuerdo a la zona geográfica y las condiciones climáticas del lugar, llevando a pérdidas económicas que conllevan a mantenimientos inadecuados para esos tipos de céspedes colocados (DTE, 2024).

5.4 Insectos plaga en césped de campos de Golf

Es importante destacar que no todas las plagas de insectos son iguales, ya que su presencia está condicionada por la ubicación geográfica. Además, algunas especies han sido introducidas a través de diferentes vías de transporte, lo que puede generar impactos significativos. Estas plagas no solo pueden causar graves daños al césped en particular, sino que en muchos casos han afectado también otros cultivos, representando un desafío importante para la gestión agrícola y del paisajismo. Por mencionar algunas de ellas, se pueden citar ejemplos como los ácaros, los afidios verdes, los gusanos cortadores negros o las hormigas bravas importadas. A

continuación, se presentan los insectos y organismos plaga que pueden afectar a los céspedes de los campos de golf.

Acaro Banks de las Gramíneas “Banks grass mite” (Acaro de césped o Araña roja de los pastos).

Descripción: Con ocho patas, no antenas, ni alas, miden aproximadamente 1 /32” (0.8mm) y su cuerpo es ovalado, de color verde pálido hasta marrón.

Forman una telaraña fina por debajo de las hojas, los adultos se encuentran en la superficie y principalmente en la base del césped. Son más activos en épocas secas y calientes ya que las altas temperaturas favorecen su alimentación y reproducción.

Daño: Extrae sabia de las hojas, tallos tiernos, causan manchas amarillo a marrón, la severidad en el césped está asociada a el estrés por sequía.

Manejo integrado: El manejo es difícil de controlar en temporadas de sequía pero riegos oportunos evitan que se reproduzcan con mayor facilidad.

Afido verde “Greenbug”

Descripción: Cuerpo blando y cuerpo en forma de pera, antenas oscuras e inclinadas hacia atrás, con dos estructuras tubulares en la parte posterior de su cuerpo, afidio verde adulto mide 2 mm y 3 mm de longitud.

Desarrollan alas para migrar a otros lados y su color es amarillo pálido a verde, la presencia de estos insectos se observa a través de partículas blancas en las hojas del césped, que son un indicio de infestación.

Daño: Debilitan el césped al chupar la savia, de las hojas e inyectan toxinas que matan el tejido alrededor de la herida formando manchas amarillas o naranjas hasta secar el césped.

Manejo integrado: Usar control químico si el daño es severo y si no en solo áreas afectadas, se recomienda control biológico usando a sus depredadores.

Queresa perlada del suelo “Ground Pearl scale”

Descripción: Diminuto y subterráneo, etapa ninfa, se cubren con una cubierta globular color crema aperlada, la hembra adulta mide 2mm de longitud, carece de alas, color rosado y patas delanteras desarrolladas, se encuentran en las raíces del césped hasta 12 cm de profundidad.

Daño: Chupador de savia, disminuye los nutrientes del césped hasta secarlo, son de épocas calurosas, para un daño significativo se requieren grandes poblaciones de estos insectos, daños en césped como bermuda, grama, zoisa, bahía y ciempiés.

Manejo integrado: Se encuentra en el margen de césped vivo y muerto entre los 12cm bajo el césped, preferentemente evitar el uso de insecticidas, solo se recomienda buena nutrición y mantenimiento del césped.

Picudo de césped “Huntis billbug”

Descripción: Adultos miden 18 mm de longitud, color marrón a negro, con protuberancia en la cabeza en forma de pico.

Larvas de color blanco a crema, no tienen patas, miden entre 9mm a 16mm de longitud, el adulto emerge de la pupa de 3 a 7 días.

Daño: Adulto como larva dañan el césped y hacen huecos en los tallos, los daños causan quemaduras por exceso de fertilizantes o por las sequias. Se observa más en pastos deficientes, céspedes afectados como zoisia y bermuda, aunque puede atacar otros céspedes.

Manejo integrado: Se recomienda insecticidas sistémicos y control biológico con nematodos steinernema y heterorhabditis, para un control a largo plazo se considera remplazar los céspedes por otros más resistentes a estas plagas (Nieves, 2007).

Los insectos que actúan como plagas en el césped no solo causan daños directos al alimentarse de los tejidos vegetales o debilitar las plantas, sino que también pueden cumplir el papel de vectores de agentes patógenos. Esto significa que tienen la capacidad de transportar y transmitir hongos, bacterias, virus u otros microorganismos causantes de enfermedades de una planta o zona enferma a otra sana (Kentucky, 2005)

Su función como vector se presenta de dos formas principales por un lado, al desplazarse por zonas infectadas, los agentes patógenos se adhieren a su cuerpo, patas o aparato bucal, y al trasladarse a zonas sanas los depositan, provocando nuevas infecciones. Por otro lado, las heridas que producen al alimentarse de las plantas funcionan como puertas de entrada ideales para que los microorganismos patógenos penetren en los tejidos vegetales y se desarrollen, facilitando así la aparición y propagación de enfermedades (Ncsu, 2015)

En definitiva, los insectos plaga representan un desafío clave para el mantenimiento de los céspedes en campos de golf, afectando tanto su salud como su funcionalidad

dado que son clave importante para el estudio de enfermedades en céspedes (Ncsu, 2015). Además de estos organismos, las malezas invasoras constituyen otro factor determinante en la salud del pasto, y lo hacen no solo por la competencia que ejercen por el agua, la luz, los nutrientes y el espacio, sino también por su capacidad de actuar como huéspedes alternos, favorecer el desarrollo o albergar en sus tejidos a los agentes causantes de enfermedades fúngicas que posteriormente afectan al césped (Minnesota, s.f).

5.5 Malezas invasoras en césped de campos de golf y su relación con enfermedades fúngicas.

Entre las especies de malezas presentes en estos espacios, destacan el Arrocillo (*Echinochloa colona*), Coquí (*Cyperus rotundus*), Estrellita (*Rhynchospora nervosa*), Horquetilla (*Paspalum conjugatum*), Killinga Verde (*Killinga brevifolia*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Pendejuelo (*Digitaria sanguinalis*), Pequeque (*Desmodium tortuosum*), Urochloa (*Urochloa distachya*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Hierva Bermuda (*Cynodon dactylon*), Hierva de Pato (*Lemna* spp.).

Algunas de estas plantas no solo alteran la apariencia del campo, sino que también crean condiciones propicias para el desarrollo de hongos patógenos, o actúan como huéspedes alternos para estos microorganismos (Farrill & Nieves, 2007).

Hierva Bermuda (*Cynodon dactylon*)

Como huésped alternativo/reservorio: Es susceptible a enfermedades fúngicas que también atacan otros céspedes, como: Parche marrón (*Rizoctonia solani*). El hongo puede infectar y dispersarse al césped circundante. Mancha dólar (*Clarireedia* spp):

Puede infectarla y servir de reservorio para el hongo, que afecta bentgrass o bluegrass. Anillos de hadas (Varios hongos): La hierba Bermuda es susceptible y puede mantener los patógenos en el suelo o en sus tejidos. Parche de primavera (*Ophiosphaerella* spp): Ataca raíces, rizomas y estolones, persistiendo en la hierba Bermuda y propagándose a otros céspedes. Los patógenos pueden persistir en sus tejidos o en el suelo alrededor, como el bentgrass o el bluegrass.

Condiciones propicias: Su crecimiento denso puede reducir la circulación de aire y retener humedad, favoreciendo el desarrollo de hongos (Purnell, 2023).

Verdolaga (*Portulaca oleracea*).

Como huésped alterno: Puede ser infectada por hongos como *Phythium* spp. (Causante del mildium del césped o pudrición de raíces) y fusarium o moho de nieve). Aunque no es un reservorio principal, estos patógenos pueden pasar de la verdolaga al césped en condiciones favorables (Rivera, 2017).

Condiciones propicias: Al crecer del césped, aumenta la humedad ambiental y reduce el flujo de aire, creando un microclima ideal para el desarrollo de hongos.

En relación con las restantes malezas del listado no existe evidencia científica publicada que vincule de manera directa su rol como hospedantes alternos de enfermedades fúngicas específicas del césped de golf. No obstante, su establecimiento y crecimiento denso puede crear condiciones microclimáticas del hábitat (por ejemplo reduciendo la circulación de aire, incrementando la humedad superficial del suelo y del follaje, así como modificando el régimen de luz y la

competencia por recursos), lo que puede favorecer el desarrollo y la dispersión de hongos patógenos que afectan al césped adyacente.

La gestión de estas malezas y las enfermedades asociadas es un componente clave asociadas en el mantenimiento de los campos de golf, ya que su presencia puede comprometer tanto la calidad del césped como la percepción del recurso por parte de jugadores y visitantes. Esta relevancia se hace aún más evidente al considerar que México cuenta con un importante patrimonio de campos de golf que posicionan al país como destino turístico para esta disciplina.

5.6 Campos de golf en México

De acuerdo con algunas empresas de viaje de turismo como We golf, The Visionary afirman que existen 200 campos de golf aproximadamente destacando a 10 de los mejores campos de golf en el 2023 en México.

Quivira, diseñado por Jack Nicklaus en los Cabos.

Dunes Course at Diamante, diseñado por Davis Love III dentro de los rankings como uno de los mejores 100 campos del mundo, ubicado en Diamante Cabo San Lucas México.

El camaleón – Mayakoba, diseñado por Greg Norman siendo sede de PGA TOUR y ubicado en la Riviera Maya.

Pacífico y Bahía, diseñados por Jack Nicklaus con una isla natural sobre el mar como un par tres ubicado en Punta Mita Nayarit.

Palmilla Golf Club, diseñado por Jack Nicklaus ubicado en Los Cabos con vistas hacia el Mar de Cortes como uno de los más bonitos.

Vidanta Vallarta, diseñado por Greg Norman ubicado en Puerto Vallarta.

Club de golf Chapultepec, diseñado por Willie Smith, sede del abierto Mexicano de Golf ubicado en la ciudad de México.

El Jaguar – Yucatán Country Club, diseñado por Jack Nicklaus siendo este campo uno de los primeros torneos de la PGA TOUR en Latinoamérica ubicado en Yucatán.

El Cardonal at Diamante, diseñado por Tiger Woods en Cabo San Lucas.

Club de golf México diseñado por Larry M. Hughes siendo este uno de los más exclusivos de México y ubicado en la ciudad de México (We, 2023); (Quien, 2023).

El club de golf La Purísima abierto en 1996 y diseñado por Sr. Marcelino Moreno, está ubicado en lo que fuera la hacienda personal de Mario Moreno “Cantinflas”, combinando historia, naturaleza y una atmosfera de tranquilidad inigualable. El campo de golf tiene 18 hoyos (par 55) rodeados de paisajes naturales y vistas panorámicas. Ideal para quienes buscan jugar, relajarse y conectar con la esencia histórica del lugar (1golf, 2026); (Gogolf, 2026).

La reputación de estos campos se basa en múltiples factores, entre los que se destaca el cuidado y mantenimiento impecable de sus céspedes. Un pasto sano, libre de malezas invasoras y enfermedades fúngicas, no solo garantiza un juego

óptimo sino que también preserva la estética y el valor patrimonial de cada diseño. Por tal motivo, es fundamental entender las principales amenazas que pueden afectar la integridad del césped, entre las que se encuentran el fenómeno del secamiento, tema que se abordara en el siguiente apartado.

5.7 Postulados de Robert Koch

Base para la identificación certera de causas patógenas del secamiento del césped. Antes de implementar cualquier medida correctiva, es fundamental diferenciar si el secamiento del césped, se debe a un agente patógeno o a factores no patógenos (como estrés hídrico, compactación del suelo o deficiencias nutricionales). Para ello, se apoyan los principios establecidos por Robert Koch, que permite confirmar de manera científica la relación causal entre un microorganismo y la enfermedad.

En 1884 Robert Koch y Friedrich Löffler desarrollaron los postulados de Koch, establecieron 4 criterios diseñados para establecer una relación causal entre microbio y enfermedad. Los postulados se desarrollaron en el siglo XIX como directrices generales para identificar patógenos que pudieran aislarse con esta técnica.

Los postulados de Koch son los siguientes:

1. “El microorganismo debe encontrarse en abundancia en todos los organismos que padecen la enfermedad, pero no debe encontrarse en los organismos sanos”.
2. “El microorganismo debe poder ser extraído y aislado de un organismo enfermo y cultivarse en un cultivo puro”.
3. El microorganismo que se ha cultivado en un cultivo debería poder causar la enfermedad una vez introducido en un organismo sano”
4. El mismo patógeno debería poder ser re-aislado de individuos a quienes se les inoculo experimentalmente, y ser idéntico al patógeno extraído del primer individuo enfermo al que se le extrajo” (Rubio, 2025).

Estos postulados garantizan que las estrategias de manejo se dirijan a la causa real del problema, evitando tratamientos innecesarios o incorrectos que podrían agravar el secamiento del césped o afectar la salud del campo de golf.

Figura 1. Ubicación de La Hacienda La Purísima en el Estado de México donde se realizó el estudio. **Fuente:** Google Maps (2026).

Características del sitio

Con la finalidad de conocer las características fisiográficas del área en donde se expresa la enfermedad, su temperatura máxima anual promedio es de 22.3°C y una temperatura mínima anual promedio de 6.1°C, lo que resulta en una temperatura media anual de 14.2°C. La precipitación total anual es de 675.7mm, distribuidos en un promedio de 84.8 días con lluvias al año. La evaporación anual es de 1265.8mm. Estos datos provienen de la estación meteorológica con clave 150264, ubicada en Jiquipilco, Buenos aires, México, operada por la Comisión Nacional del Agua, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, Base de datos climatológicos nacional con una ubicación de acuerdo al mapa de la **(Figura 1)**, estos datos son fundamentales para conocer más a fondo el lugar estudiado y conocer la relación, planta, suelo y enfermedad.

Tipo de césped: De acuerdo a los responsables del campo de golf el césped utilizado en el campo de golf es Kikuyu Grass y Penncross Grass en el año de 1959 (Mundo, 2026).

Kikuyu Grass

Poaceae= Gramineae.

Pennisetum clandestinum Hochst. Ex Chiov.

Sinónimos: *Pennisetum longistylum* (Hochst).

Área de origen. Nativa del este de África.

Estatus migratoria en México.

Exótica

Hábitat

Común en potreros, orillas de caminos y los alrededores de poblaciones. Es prácticamente la única especie en muchas regiones. No soporta la sombra.

Propagación, dispersión y germinación.

Se propaga vegetativamente. Las partes del tallo pueden sobrevivir de una temporada a otra. Las semillas pueden pasar el tracto digestivo de animales intactos.

Fenología: La planta solo florece si es pastoreado o cortado, considerado maleza (Pichardo, 2009)

Agrostis stolonifera pennncross

Nombre común en USA Creping bentgrass.

Variedad: Pennncross.

Uso recomendado: Pennncross ha sido diseñado para utilizarse ampliamente en greens y tees como césped que requiere cortes muy bajos.

Características: Crecimiento agresivo, vigoroso y tolerante al tránsito hace a Pennncross una variedad óptima para utilizar en greens, tees y farways.

Mantenimiento: Pencross tiene un mejor desempeño en suelos con pH entre 5.5 y 8.0 tiene requerimientos de nitrógeno moderado.

La altura optima de corte para Pencross es de 5mm a 8mm pero puede ser ajustado a más bajo (Guasch, 2026).

El estudio se enfocó en los greens del campo, donde el césped no presenta características típicas como (porte bajo, crecimiento denso, hojas finas). En este clima templado del Estado de México, las especies más comunes para greens incluyen *Poa pratensis* (césped azul o kentucky bluegrass), *Agrostis stolonifera* (bentgrass o andalucia) y *Festuca rubra* (festuca rojo o red festuca).

Caracterización del suelo

La caracterización del suelo se basó en un análisis físico- químico realizado en el laboratorio Agrumlab. El suelo del área de estudio se clasifico como Franco-Arcilloso, con las siguientes proporciones de partículas:

Arcilla: 31.8%

Limo: 26.0%

Arena: 42.2%

Además, se determinaron las siguientes propiedades físicas de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000:

Materia orgánica 1.0 %

Densidad aparente: 1.07 ton/m³

Capacidad de campo (PCC):23.1%

Punto de marchitez permanente (PMP) 12.9%

Conductividad hidráulica (CH) 2.4

Conductividad eléctrica Extracto saturado (ds/m) 0.26

Análisis de fertilidad, acidez y salinidad

Acidez: pH 6.8 Neutro

Salinidad: 129(ppm)

Nitrógeno total (N): 0.1%

Macro elementos

Fosforo (P): P- Bray 120.0 ppm

Potasio (K): 323.9 ppm

Calcio (C): 1323.7 ppm

Magnesio (Mg): 405.7 ppm

Azufre (S): 5.0 ppm

Micro elementos

Hierro (Fe): 33.4 ppm

Zinc (Zn): 0.7 ppm

Manganeso (Mn): 13.8 ppm

Cobre (Cu): 1.6 ppm

Boro (B): 0.4 ppm

Al finalizar los estudios de laboratorio el mismo sugirió lo siguiente:

Recomendaciones

Se sugiere aplicar enmiendas orgánicas y correcciones de bases intercambiables para equilibrar el suelo.

6.2 Colecta de muestras

Se seleccionaron los greens 4, 6, 15, 17, al presentar los mayores niveles de afectación por enfermedades en el césped como se observa en la (**Figura 2**). En cada uno de estos greens, se realizó un muestreo mediante perfilaje, utilizando un sacabocados estéril a una profundidad de 30 cm. Donde se extrajo medio kilo de muestra compuesta de suelo y tejido vegetal del césped por Green, donde cada muestra integro 4 sub-muestras tomadas en puntos seleccionados al azar, distribuidas estratégicamente para representar la variabilidad de las áreas con síntoma de acuerdo a la (**Figura 3**).



Figura 2-Extracción de muestras con método de muestreo al azar para llevar a laboratorio, green número cuatro. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

Manejo y transporte.

Las muestras se empaquetaron en bolsas oscuras con el fin de evitar alteraciones por luz, calor, contaminación y cambios en condiciones ambientales durante el traslado al laboratorio correspondiente como se muestra en la (**Figura 4**). Las muestras de suelo se destinaron a confirmar los datos del análisis, mientras que las de tejido vegetal se usaron para la identificación de enfermedades.

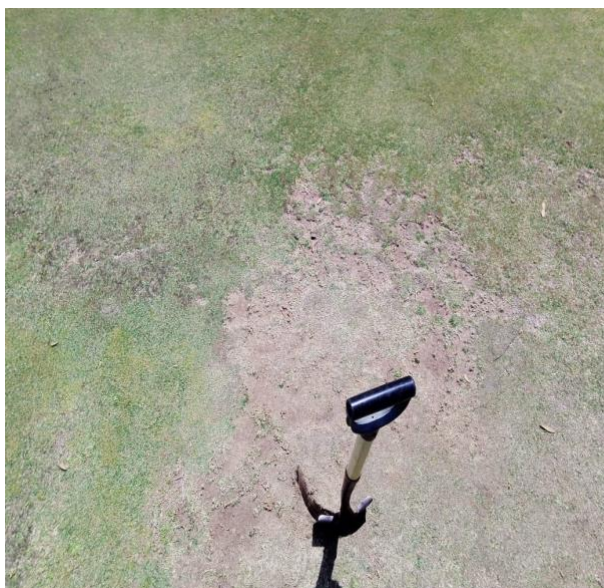


Figura 3. Se seleccionaron las muestras que se
más afectados y enobtuvieron fueron de medio kilo cada
de césped eran mauna y compuestas por cuatro puntos de
Elaboración propia, (obtención con método al azar. **Fuente:**
Elaboración propia, (2026).

6.3 Método de aislamiento

Se extrajeron las raíces dañadas de cada muestras vegetal provenientes de los greens 4, 6, 15 y 17. Para cada green, se procedió al aislamiento de la siguiente manera como se muestra en la (**Figura 5**). Se cortaron las raíces en segmentos o trozos de aproximadamente 5 mm como se indica en la **Figura 6**.

Desinfección: Sumersión en hipoclorito de sodio al 2% (a partir de la solución comercial de hipoclorito de sodio al 6% de la marca Cloralex ®) durante 1 minuto, seguido de 3 enjuagues con agua destilada estéril.

Se retiró el exceso de humedad con papel secante estéril.

Y sembraron 8 segmentos de raíz de 5 mm por cada caja Petri con medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) dentro de la campana de flujo laminar. Por cada green

se realizaron 4 siembras en caja Petri, totalizando 16 cajas como las que se muestran en la **Figura 7**.

Las cajas se colocaron dentro de una incubadora (Termo Scientific HERATHERM IGS 100) a 25 °C, y se revisaron cada 24 horas. Las cajas se introdujeron en bolsas de polietileno actuando como cámaras de humedad cerrada con una humedad relativa interna suficiente para el desarrollo de colonias fúngicas (Barnett,& Hunter, 1998). Una vez que aparecieron las colonias, se realizaron transferencias tomando fragmentos del medio de cultivo con crecimiento de puntas de hifas. Se llevaron a cabo múltiples sub cultivos sucesivos hasta obtener aislamientos puros de los patógenos que se encontraron en las muestras como se observa en la **Figura 8**.



Figura 5. Desinfección de raíces. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



Figura 6. Se segmentaron las raíces para ser colocadas en medio de cultivo (PDA). **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

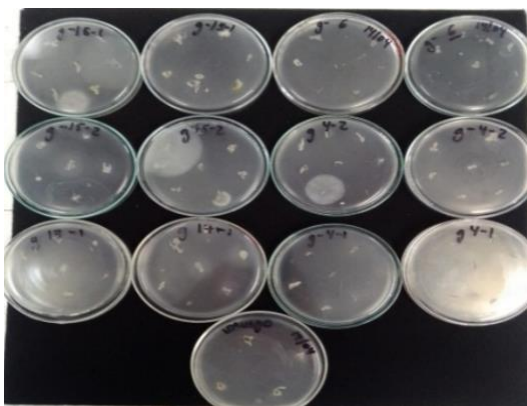


Figura 7. Segmentos de raíces de césped colocados en medio de PDA.

Fuente: Elaboración propia, (2026).

Figura 8. Se colocaron 8 segmentos de raíz de green por cada caja Petri. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

6.4 Identificación morfológica de los aislamientos de hongos fitopatógenos.

Con una aza bacteriológica estéril, se raspó el micelio con medio de cultivo de PDA donde se observaron los crecimientos fúngicos, tomando pequeñas muestras de las colonias (incluyendo fragmentos del medio con hifas y estructuras reproductivas) como se muestra en la **Figura 9**. Posteriormente, en un portaobjetos se colocó la muestra del hongo con una gota de azul de lactofenol, se cubrió con una laminilla y se observaron bajo microscopio óptico con aumentos de 4x, 10x, 40x y 100x (con aceite de inmersión) como se muestra en la **Figura 10**.

El proceso de identificación se basó en la observación de características morfológicas de conidio y conidióforos, con apoyo de las claves de Hunter y Barnett (1998), complementada con fuentes científicas y asesoramiento de los asesores.

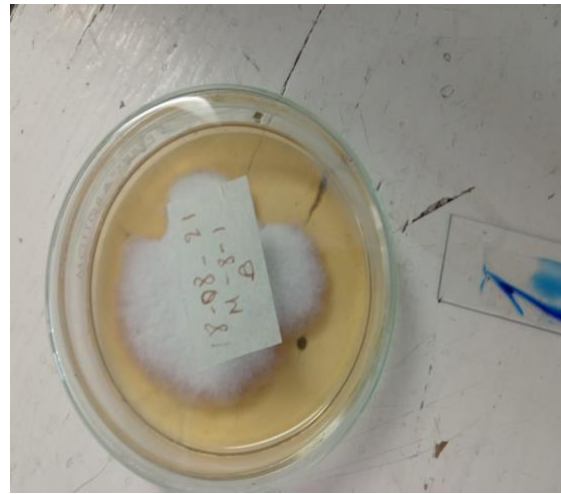


Figura 10. Crecimiento de hifas para ser observadas bajo microscopio.

Fuente: Elaboración propia, (2026).



Figura 9. Medios de (PDA) con crecimientos. **Fuente:** Elaboración propia, (2026)



6.5 Pruebas de patogenicidad

Las pruebas de patogenicidad desarrolladas en este apartado responden directamente al objetivo general del trabajo: determinar el agente causal del

secamiento del césped en los greens del campo de golf de la Hacienda La Purísima. El propósito concreto de esta etapa fue confirmar cuál de los hongos aislados era el agente causal del daño, evaluar la respuesta del césped *Agrostis canina* x Dominan X-treme en términos de crecimiento y desarrollo de síntomas, así como validar la asociación causal mediante el cumplimiento estricto de los postulados de Robert Koch.

El material seleccionado correspondió a las siguientes características fenológicas y morfológicas de la variedad que se encontraba en el green del campo de golf.

Material vegetal utilizado: Se compró semilla certificada de *Agrostis canina* x Dominan X- treme con las siguientes características.

Nombre científico o latino: *Agrostis canina* x

Nombre común o vulgar: *Agrostis canina*, *Agrostide* de perro, *Agrostide* perruna.

Variedad: Domina X- treme Bent grass.

Variedad muy fina, estolonifera y formadora híbrido, mezcla de 5 especies sintéticamente clonadas. Excelente para áreas de calor intenso por los veranos con frío intenso en los inviernos.

Color verde oscuro intenso.

Crece de forma lenta.

Recomendable para greens de campo de golf de calidad. También utilizable en calles y tees.

Ideal para climas templados y suelos de pH ácido.

Es el *Agrostis canina* x Dominan X- treme el más tolerante a la sombra aunque prefiere el sol.

Ideal para suelos de baja fertilidad.

Bajas necesidades en abonados y tratamientos comparados con otros *Agrostis*. Con abonados acidificantes muy ligeros se evita la invasión de *Poa annua*.

Buena resistencia a *Rizoctonia* spp, Dollar spot y Copper spot. (Huertas, 2026)

Autorización y espacio experimental: Se obtuvo la autorización correspondiente del investigador responsable para el uso de un módulo de bancales dentro del invernadero experimental del establecimiento, con control de temperatura (22-28°C) y humedad relativa (60-70%).

Preparación del sustrato: Se empleó un sustrato arenoso, similar al utilizado en los greenes del campo. El sustrato fue sometido a tratamiento con GRUINDAG® 31 donde posteriormente se dejó cubierto con un plástico blanco opaco y al aire libre a solarización por 48 horas con el fin de eliminar microorganismos fúngicos y bacterias no nativas como se muestra en la **(Figura11)** (International, 2011). Posteriormente, se colocaron porciones homogenizadas de 67.58 g de sustrato en macetas de 4 pulgadas (10.16 cm).

Siembra: Se sembraron 2g de semillas de césped en cada maceta, posteriormente se aplicó riego hasta llevar el sustrato a capacidad de campo en condiciones de invernadero aplicando riego cada tercer día. Las macetas se distribuyeron dejando una separación de 15 cm entre cada unidad experimental.



Figura 11. Previamente se desinfecto el sustrato que se utilizó para llenar las macetas de cada tratamiento. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

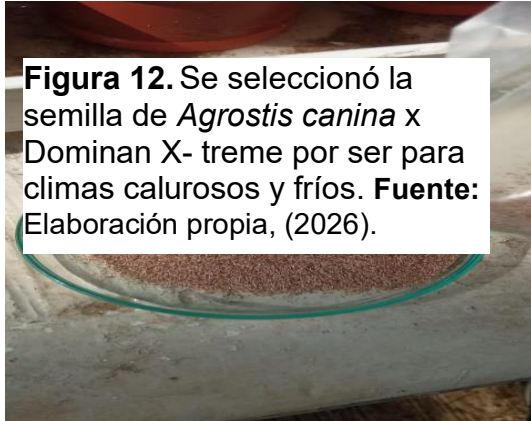


Figura 12. Se seleccionó la semilla de *Agrostis canina* x Dominan X- treme por ser para climas calurosos y fríos. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

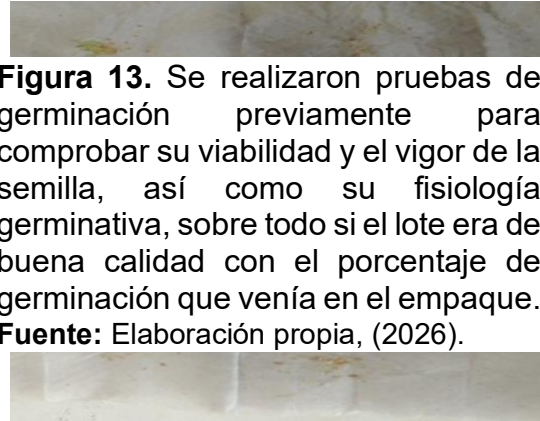


Figura 13. Se realizaron pruebas de germinación previamente para comprobar su viabilidad y el vigor de la semilla, así como su fisiología germinativa, sobre todo si el lote era de buena calidad con el porcentaje de germinación que venía en el empaque. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



Figura 14. En cada maceta de 4 pulgadas se colocaron 2gr de semillas de *Agrostis canina* x Dominan X- treme. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



Figura 15. Una semana después de la germinación. **Fuente:** Elaboración propia,



(2026).

Figura 16. Césped de *Agrostis canina* x Dominan X-treme después de 15 días de ser sembrado. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

6.6 Diseño experimental y protocolo de inoculación

El diseño experimental consistió en 6 tratamientos: cinco correspondientes a cada uno de los hongos evaluados y un tratamiento testigo sin inoculación. Cada tratamiento conto con 6 repeticiones (macetas), lo que dio un total de 36 unidades experimentales. Los hongos evaluados fueron los previamente aislados, *Fusarium* spp. cepa M-8-B, *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. cepa R-G-17, *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp. (**Figura 17**).



Figura 17 -Macetas de cuatro pulgadas inoculadas con su respectiva enfermedad para este paso ya las macetas se encontraban en charolas donde se colocó el agua para el riego por medio de absorción, para evitar daños directos al césped. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

La inoculación se realizó en dos etapas:

- 1- Primera inoculación: A los 15 días después de la germinación, cuando el césped alcanza una altura de 3 cm, se aplicaron suspensiones conidiales, ajustadas a 100,000 conidios por mililitro para cada patógeno, depositándose

5mL de suspensión por maceta mediante una micropipeta esterilizada sobre el follaje y la rizosfera. La concentración final fue de 500,000 mil conidias por maceta (Dardis, 2000).

- 2- Segunda inoculación: A los (7 días pues de la primera inoculación) se repitió la aplicación de conidios del correspondiente patógeno, con el fin de maximizar la presión inocular y facilitar la expresión de síntomas similares a los observados en el campo.

6.7 Variables evaluadas

Se realizó un monitoreo semanal de desarrollo del césped tomando la altura a partir de 3 cm como base para observar el crecimiento vertical (cm) y el crecimiento horizontal (desarrollo del diámetro del césped) expresado en cm, para cada unidad experimental (**Figura 18**). Los muestreos se realizaron dos veces por mes durante el desarrollo del experimento. (**Figura 18 y 19**).

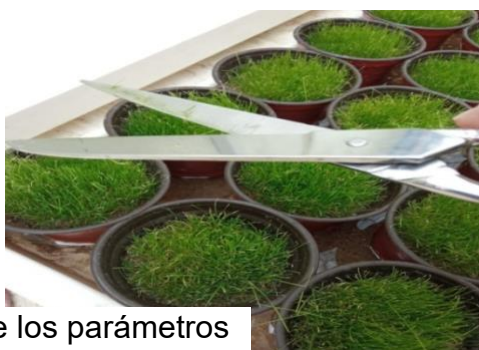


Figura 19. Uno de los parámetros para evaluar el crecimiento del césped fue su altura y diámetro afectado durante el proceso.

Fuente: Elaboración propia, (2026).

Incidencia del secamiento en cada tratamiento: Se consideró las características de los síntomas de secamiento para registrar el daño que pudiera ocasionar cada aislamiento en el césped (**Figura 20**), como parte del cumplimiento de los postulados de Koch, relativo a que el patógeno debe causar la misma expresión de los síntomas en el hospedante.



Figura 20. Sintomas de cada enfermedad posteriormente a la inoculación del césped. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



Figura 21. Síntomas de la enfermedad y signos que muestran en cada una de las macetas de los tratamientos ya inoculados con las enfermedades claramente visibles y marcadas con círculos rojos. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

6.8 Realización de postulados de Koch

Los postulados de Robert Koch son el método estándar para demostrar la relación causal entre un microorganismo y una enfermedad. Con el fin de identificar el agente causante de la desecación y zonas necróticas observadas en el césped, se aplicaron estos principios. Este apartado se describe como cada una de las etapas experimentales (6.2, 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6) corresponden al cumplimiento de los cuatro postulados.

Postulado 1: Presencia del microorganismo en individuos enfermos.

El primer postulado establece que el microorganismo patógeno debe encontrarse de manera consistente en todos los ejemplares afectados por la enfermedad, mientras que no debe detectarse en individuos sanos. Tal como se documenta en el apartado 6.2, se seleccionaron los greenes 4, 6, 15 y 17 del campo de golf, los cuales presentaron la mayoría de síntomas e incidencia de afectación entre los 18 unidades evaluadas, manifestando síntomas y signos caracterizados por desecación del follaje y presencia de espacios vacíos correspondientes a zonas

necróticas. La selección de estos sitios se fundamentó en el requisito del postulado de concentrar el posible agente causal en los tejidos de los organismos enfermos.

Postulado 2: Aislamiento y cultivo puro del microorganismo.

El segundo postulado indica que el microorganismo debe poder aislarse de los tejidos del organismo enfermo y crecer en condiciones de cultivo puro en medios artificiales. De acuerdo con el apartado 6.3 se procedió a la extracción de sistemas radiculares de los céspedes afectados, los cuales fueron seccionados en segmentos de 5mm de longitud y sometidos a un protocolo de desinfección superficial para eliminar contaminantes extrínsecos. Posteriormente, los tejidos fueron inoculados en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) en cajas Petri, con un diseño experimental que incluyó cuatro repeticiones por muestra, totalizando 16 unidades de cultivo. Como se detalla en el apartado 6.4, se llevaron a cabo múltiples ciclos de purificación para obtener colonias homogéneas; adicionalmente, se realizó la caracterización morfológica de los microorganismos mediante observación microscópica óptica y se determinaron sus concentraciones poblacionales utilizando una cámara de recuento Neubauer, con el fin de evaluar su potencial patogénico.

Postulado 3: Inoculación y reproducción de la enfermedad.

El tercer postulado establece que el microorganismo cultivado en forma pura debe provocar la misma enfermedad cuando se inocula en un huésped sano susceptible. Conforme al apartado 6.5 se estableció un ensayo de inoculación utilizando semillas de césped *Agrostis canina* x Dominan X- treme, especie usada en greens de campo

de golf. El diseño experimental incluyó 5 tratamientos correspondientes a cada uno de los microorganismos aislados, más un tratamiento testigo sin inoculación. Cada tratamiento constó de 6 macetas, lo que totalizó 36 unidades experimentales. La inoculación se realizó mediante la aplicación de suspensiones conidiales en volúmenes controlados, utilizando micro pipetas para garantizar la reproducibilidad del proceso, con el propósito de inducir la expresión de los síntomas observados en condiciones de campo.

Postulado 4: Reaislamiento e identificación del microorganismo.

El cuarto postulado señala que el microorganismo debe poder reaislarse del huésped experimental infectado y demostrar ser idéntico al agente causal original. Tal como se describe en el apartado 6.6, el ensayo incluyó cinco enfermedades y un testigo y cada uno con seis macetas por tratamiento, cada una de las macetas medía 4 pulgadas de diámetro, además del tratamiento testigo sin inoculación. La primera inoculación se realizó a los 15 días posteriores a la germinación, cuando el material vegetal alcanzó una altura promedio de 3 cm; una segunda aplicación se llevó a cabo siete días después con el fin de maximizar la expresión de síntomas. Posteriormente, se implementó un régimen de poda manteniendo a 3 cm de altura para evaluar el efecto de la infección sobre el crecimiento del césped, y se midió el diámetro de las áreas necróticas para determinar la dinámica de propagación de la enfermedad. Finalmente, se procedió al reaislamiento del microorganismo a partir de los tejidos afectados del huésped experimental, confirmándose su identidad morfológica y poblacional con respecto al agente inicialmente aislado de los greens del campo de golf.

La aplicación sistemática de los cuatro postulados de Robert Koch permitió establecer de manera rigurosa la relación etológica entre el microorganismo identificado y la enfermedad del césped objeto de estudio. Cada etapa experimental se alinea con los criterios metodológicos establecidos en los postulados, lo que garantiza la validez y proporciona una base sólida para la caracterización del agente causal, así como para el desarrollo posterior de estrategias de manejo integrado y control de la afectación en el campo de golf estudiado.

6.9 Expresión de patogenicidad

Con los postulados de Robert Koch se evaluaron los síntomas y la incidencia que se presentaron en los diferentes tratamientos o aislados de los agentes aislados y/o asociados. La incidencia se evaluó como el cociente de dividir el número de macetas muerta entre el total de las mismas, multiplicado por 100% (formula = (Numero de macetas con síntomas / Número total de macetas)x 100.

De igual forma, se evaluó el crecimiento diametral del crecimiento del césped así como la altura de planta, ambas expresadas en cm.

Altura de crecimiento del césped en cm: Se estableció una medida estándar de 3 cm como punto de referencia inicial. A partir de este umbral, se registró el largo del pasto en cada fecha de evaluación para determinar su crecimiento por cada aislamiento inoculado.

Expresión de síntomas de la enfermedad: El monitoreo permitió observar la presencia de síntomas en las macetas, aislar agentes patogénicos y verificar su asociación con la afectación, con el objetivo de identificar cuál de las enfermedades previamente detectadas en el campo de golf eran la causante de la muerte del

césped. A partir del césped con síntomas, se tomaron muestras para re aislar el hongo inoculado y proceder a su identificación morfológica de las estructuras que desarrollo.

6.10. Análisis de datos

Los resultados obtenidos de cada variable se analizaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza con el programa SAS versión 9.0. En el caso de que una variable indicó la existencia de diferencia significativa, se procedió a realizar la separación de medias con la prueba de LSD y Tukey α 0.05%.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Aislamiento

A partir de los segmentos de raíz enferma del césped *Agrostis canina* x Dominan Xtreme se logró aislar a dos cepas de *Fusarium* spp. Identificados por su color de micelio y marcados de la siguiente manera como, *Fusarium* spp. cepa-M-8-B, *Fusarium* spp. cepa-R-G-17, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp. y *Cladosporium* spp, (Figura 22). que de acuerdo a sus características morfológicas de conidios y conidióforos, se logró su descripción con las claves de Barnett y Hunter (1998).

Los hongos presentan las siguientes características:



Figura 22. Muestras de los hongos fitopatógenos dentro de los portaobjetos para la descripción de las enfermedades bajo microscopio. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

***Alternaria* spp.**

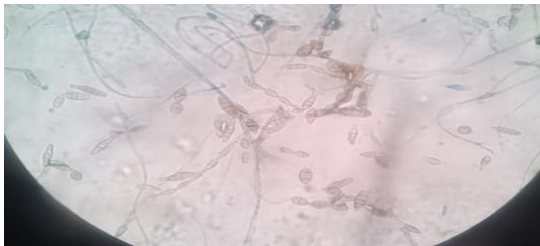


Figura 23. Micelio y conidios de *Alternaria* spp. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



Figura 24. Aspecto de crecimiento color gris oscuro en caja Petri de *Alternaria* spp. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

Microscópicamente

Presenta micelio de pigmentación oscura como se observa en la **(Figura 24)**. Los conidióforos son polimórficos, de crecimiento apical y simpodial (apariencia geniculada), generalmente simples o con pocas ramas laterales. La producción de conidios es enteroblastica a través de poros (poroconidios), formándose en cadenas de manera individual.

Los conidos son dictioconidios y faeoconidios (oscuros), de forma variable: fusiformes, ovoides o elipsoides. La célula apical (pico) puede estar ausente, ser roma, estrecha o filamentosa (Perez et al, 2021) claramente se observa en la **(Figura 23)**.

***Cladosporium* spp.**

Se observó crecimiento moderado de hifas, pigmentación verde oscura a grisáceo y textura aterciopelada, se encontraron conidióforos ramificados y conidios dispuestos en cadenas, característicos del género.

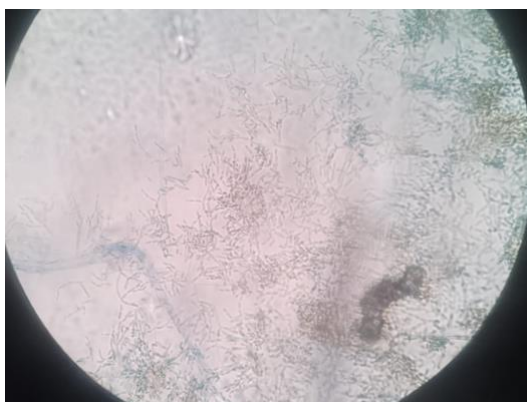
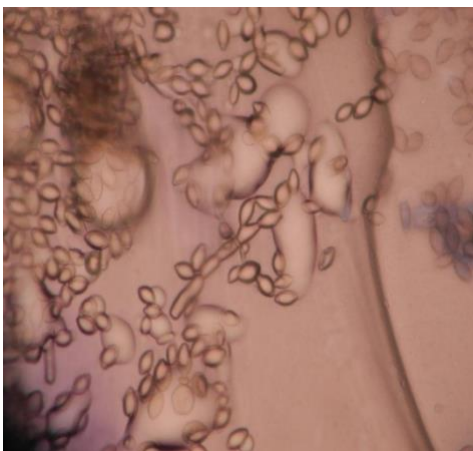


Figura 25. Conidios y micelio bajo microscopio. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



Figura 26. Colonias de conidios de color blanco en la orilla y verde olivo a negro en el centro. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

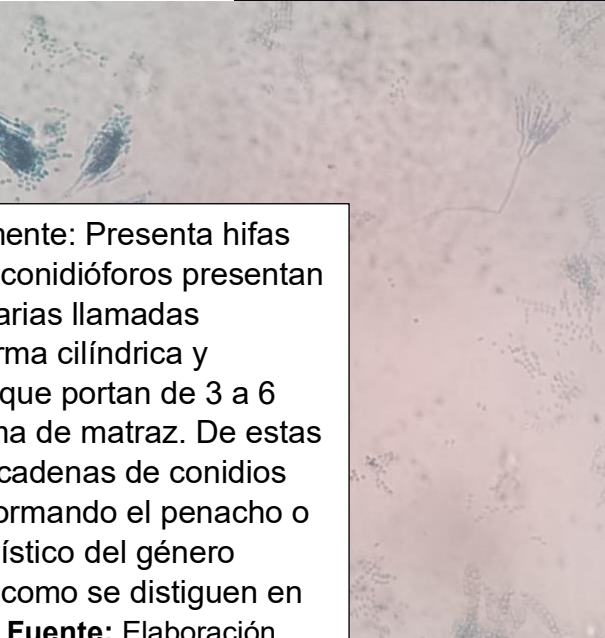
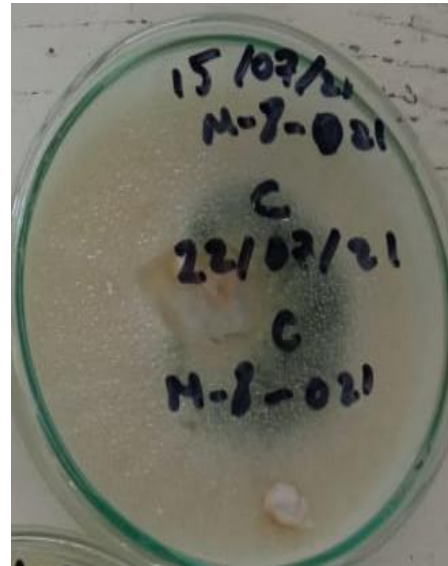
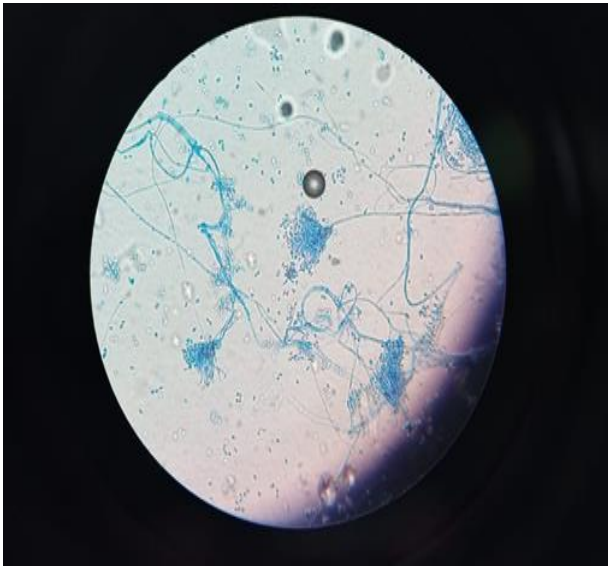
Se caracterizó morfológicamente como colonias de crecimiento moderado con pigmentación verde oscuro a grisáceo y textura aterciopelada. Microscópicamente presentando conidióforos ramificados y conidios en cadenas, con características típicas del género.



***Penicillium* spp.**

Figura 27. Microscópicamente presenta hifas finas, septadas y ramificadas, de color hialino a marrón. Estas sostienen cadenas ramificadas de conidios unicelulares, elipsoides o cilíndricos, algunos con forma de escudo debido a las cicatrices de unión. Su formación es por gemación sucesiva, ubicándose el conidio más joven al final de la cadena (Cinsst, 2022). **Fuente:** Tomada por la autora (2026).

Se caracterizó morfológicamente por colonias de color verde azulado a grisáceo, con bordes blancos y de textura velveteada.



ente: Presenta hifas
conidióforos presentan
arias llamadas
rma cilíndrica y
que portan de 3 a 6
na de matraz. De estas
cadenas de conidios
ormando el penacho o
ístico del género
como se distiguen en
Fuente: Elaboración

a 28. *Penicillium* spp. conidióforos.
e: Elaboración propia, (2026).

***Fusarium* spp.**

Presenta dos tipos de conidios: macro conidios y micro conidios, formados a partir de fialides simples o ramificadas (monofialides o polifialides).

Macroconidios: Son largos, curvados y septados (forma de media luna o canoa), hialinos como se observan en la **(Figura 30)**. La célula apical es alargada y la basal tiene forma de pie. Se agrupan en esporodocios, asemejando racimos.

Microconidios: Pequeños, generalmente unicelulares, de formas variables: ovaladas, globosas, elipsoides, piriformes o fusiformes (Perez et al, 2021).

Fuente: Elaboración propia, (2026).



7.2.

Figura 32. Colonia de conidios *Fusarium* cepa-R-G-17 color violeta a rojo. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

Expresión (%) de hongos en las muestras obtenidas.

Una vez realizada la descripción de estructuras fúngicas observadas, se registró la frecuencia de crecimientos de los hongos respecto a la raíz del césped en medio PDA indicó que los hongos con mayor frecuencia de

crecimiento fue *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp cepa R-G-17 (**Figura 33**).

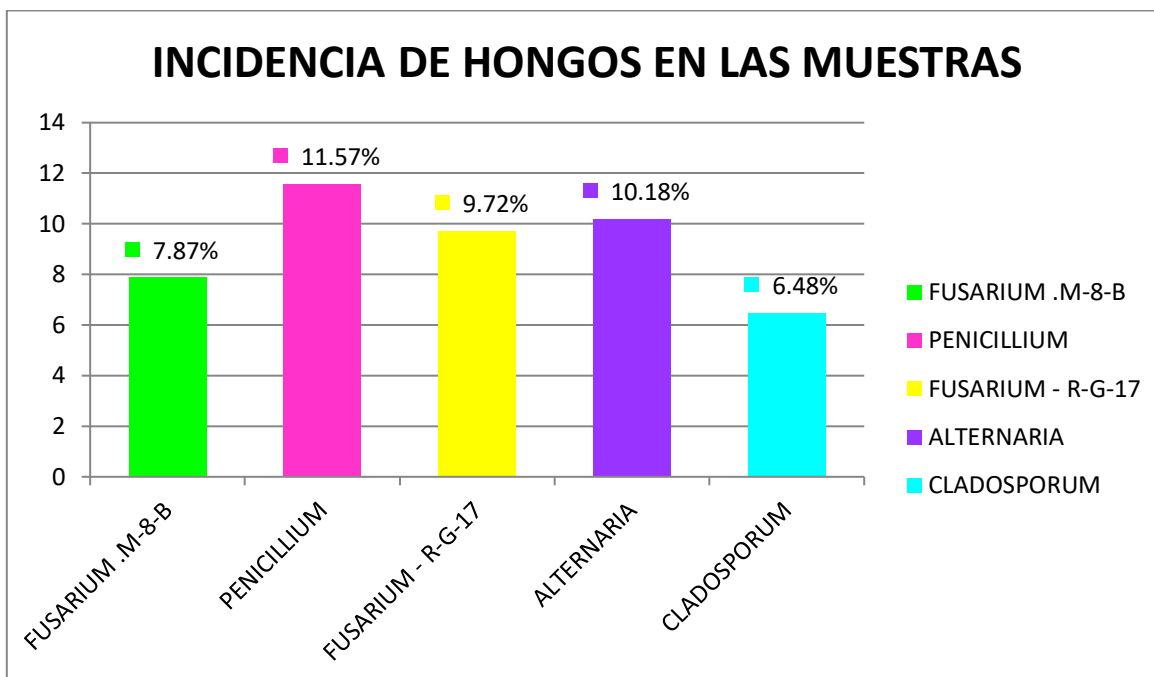


Figura 33. Porcentaje de aparición de hongos. El 100% corresponde al total de 27 muestras analizadas. Los porcentajes se calcularon con regla de tres simple.

Fuente: Elaboración propia, (2026).

En la figura 34 y 35 se observan los diferentes hongos obtenidos y la cantidad de los mismos en cada caja Petri, que sirvieron de base para obtener el porcentaje de cada hongo.

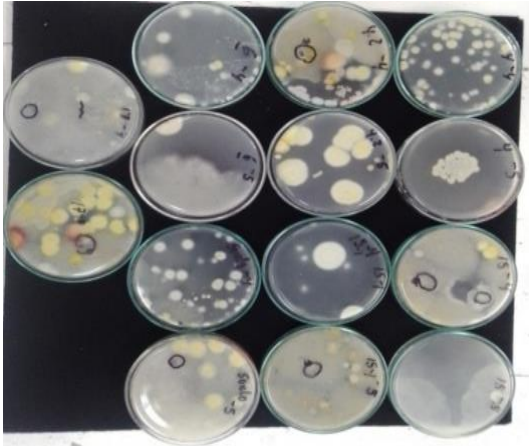


Figura 34. Cajas Petri con segmentos de raíz de césped
Fuente: Elaboración propia. (2026).

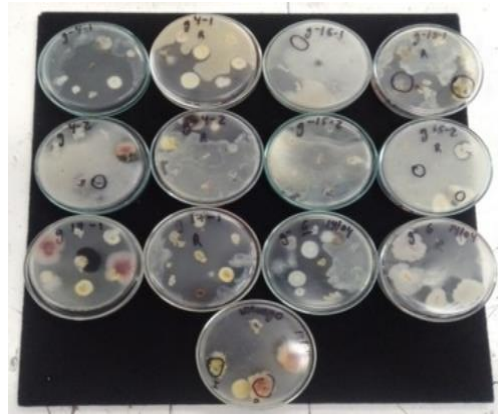


Figura 35. Cajas con crecimiento de hongos fitopatógenos
Fuente: Elaboración propia, (2026).

7.3. Análisis microscópico y cuantificación de esporas.

Para complementar los datos de porcentaje de aparición y realizar un estudio más detallado de la capacidad reproductiva de cada agente, se procedió a realizar la observación bajo microscopio y el conteo de estructuras mediante el uso de la cámara de Neubauer utilizando disoluciones de las muestras véase en la **(Figura 36)**. Los resultados obtenidos para cada género de describen a continuación.

-*Clodosporum* spp. Se observó bajo microscopio con crecimiento moderado, pigmentación verde oscura a grisáceo y textura aterciopelada.

Bajo el mismo microscopio se encontraron conidióforos ramificados y conidios dispuestos en cadenas, característicos del género.

La evaluación cuantitativa (conteo en cámara de Neubauer) de acuerdo a los parámetros establecidos para su resultado fue de 1.61 esporas por mL reflejando una producción de estructuras reproductivas menor en comparación con otros géneros, asociada a su tasa de desarrollo más lenta en el medio de cultivo.

Se caracterizó morfológicamente como colonias de crecimiento moderado con pigmentación verde oscuro a grisáceo y textura aterciopelada. Microscópicamente presentando conidióforos ramificados y conidios en cadenas, con características típicas del género.

-Fusarium spp. Cepa 1: Sus colonias de color rosáceo a violáceo, presentaron crecimientos lanosos, con micro conidios y macro conidios de características propias del género con resultado del conteo en cámara de Neubauer de 2.18 esporas por mL.

Cepa 2: Se distinguieron colonias de color crema a amarillenta, con mayor densidad de crecimiento. Sus estructuras reproductivas fueron más abundantes con resultado de conteo de la cámara de Neubauer de 4.90 esporas por mL. Haciendo la diferencia entre las dos cepas evidentemente fue la variabilidad en la capacidad de producción de inóculo dentro del PDA.

-Penicillium spp.

Se caracterizó morfológicamente por colonias de color verde azulado a grisáceo, con bordes blancos y de textura velveteada. Se identificaron sus típicos conidióforos en estructura de “pincel” y conidios en cadenas, con una producción intermedia de estructuras, coherente con su rápida diferenciación de aparatos reproductivos en PDA. Con resultado del cálculo de la cámara de Neubauer fue de 2.37 esporas por mL.

Alternaria spp.

Su caracterización morfológica se presentó con colonias de crecimiento rápido, pigmentación oscura y textura lanosa. Se distinguieron por sus conidios muciformes pigmentados, producidos en conidióforos simples o ligeramente ramificados, con una mayor producción de estructuras reproductivas mostradas en el medio de PDA y con el cálculo del conteo de la cámara de Neubauer de 7.86 esporas por mL.



Figura 36. Materiales para disolución y cámara Neubauer. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

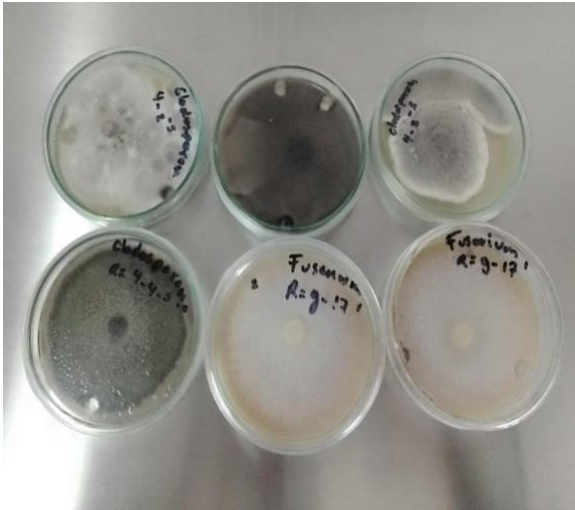


Figura 37. Medios de cultivo ya purificados para posteriormente ser usados en la cámara Neubauer. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

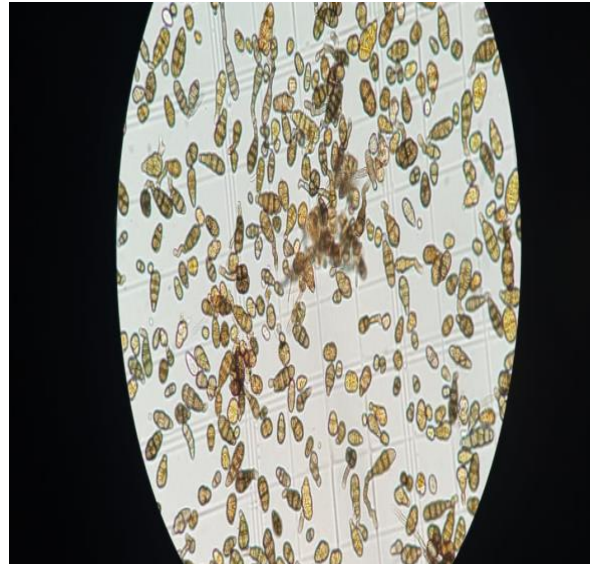


Figura 39. Cajas | **Figura 40.** *Alternaria* spp. vista desde cultivo y disoluciónmicroscopio en cámara de Neubauer. cámara Neubauer**Fuente:** Elaboración propia, (2026). propia, (2026).

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Koch indicaron que después de 25 meses de evaluación continua, el césped variedad *Agrostis canina* x Dominan X- treme manifestó sintomatología caracterizada por secamiento y pérdida de población en la densidad del césped. Esto se presentó al ser inoculado con *Fusarium* spp. cepa M-8-B, *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. cepa R-G-17, *Alternaria* spp. y *Cladosporium* spp., a diferencia del tratamiento testigo que mantuvo un crecimiento normal y saludable.

La presencia de estos agentes en el tejido se confirmó mediante su aislamiento y reconocimiento morfológico. Sin embargo, al analizar la incidencia y severidad del daño, se observaron diferencias determinantes:

Fusarium spp. cepa M- 8-B y *Penicillium* spp. Alcanzaron una incidencia del 100%. En estos tratamientos, el daño fue tan severo que provoco la muerte completa de las muestras, observándose un secado total y la desaparición del tejido verde, lo cual confirma su alta capacidad patogénica y agresividad.

Fusarium spp. cepa R- g- 17, *Alternaria* spp. y *Cladosporium* spp. Aunque presentaron cierta incidencia y cierta sintomatología, no causaron la muerte del pasto. Las plantas mantuvieron tejido verde y lograron sobrevivir, demostrando una menor capacidad infectiva y destructiva en comparación con los agentes anteriores como se muestran los resultados en la gráfica (**Figura 41**).

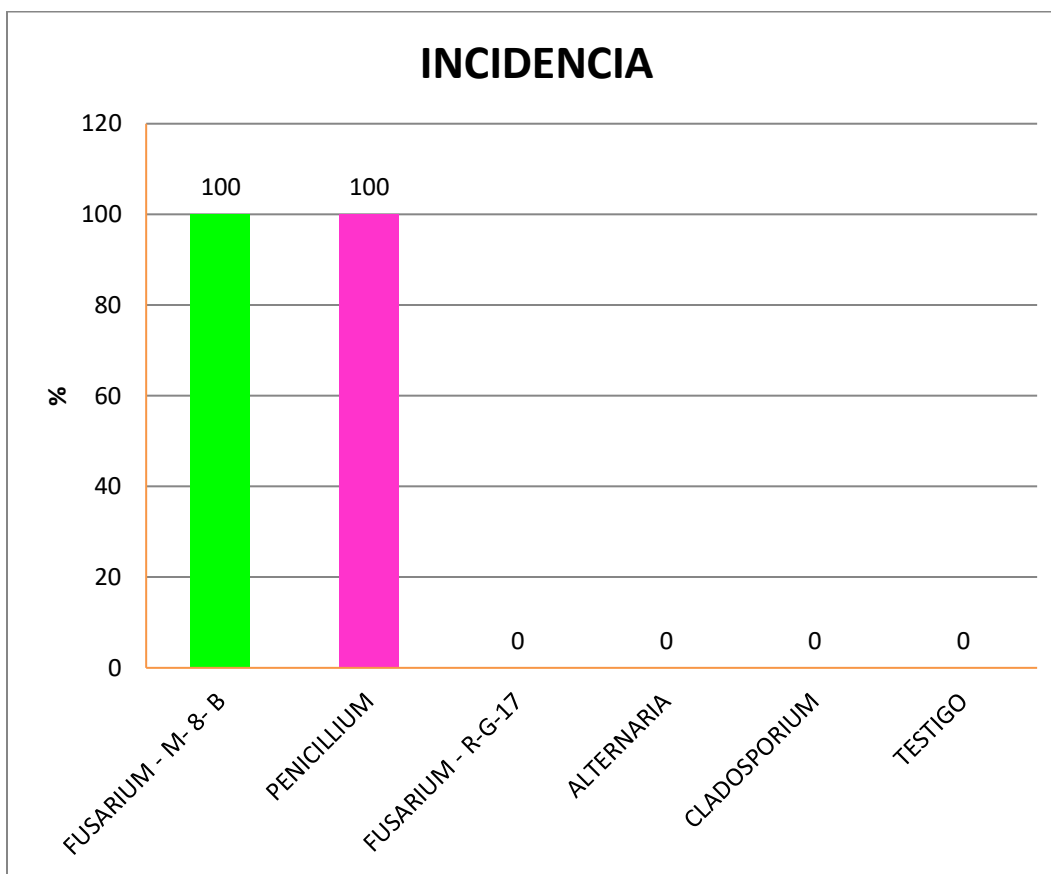


Figura 41. Grafica de Incidencia de césped muerto con la presencia de los diferentes patógenos estudiados. **Fuente:** Creada por la autora con base a los datos obtenidos (2026).

7.4. Análisis estadístico del efecto de los aislamientos

El análisis de varianza para la variable diámetro de césped sano o sin síntomas visibles, ante la presencia de los aislamientos de hongos inoculados y asociados al secamiento, indicó que a los 118, 174, 207 y 749 días se presentó diferencia significativa entre los aislamientos evaluados (Cuadro 1), por lo que se procedió a realizar la separación de medias. Por otro lado a los 100 y 128 días no se presentó

diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados (Cuadro 1) indicativo de ausencia de una expresión temprana de síntomas en el césped.

Cuadro 1. Resultados de análisis de varianza para la variable diámetro de césped con secamiento en las diferentes fechas evaluadas.

FV	Días después de la inoculación (DDI)					
	100	118	128	174	207	749
MODELO	4.25 ^{n.s}	12.09 ^{**}	3.24 ^{n.s}	3.68*	4.09 *	157.03 ^{**}
TRATAMIENTO	4.25	12.09	3.24	3.68	4.09	157.03
ERROR	23.49	9.18	13.19	6.34	7.51	6.90
TOTAL	27.75	21.27	16.44	10.02	11.61	163.93
MEDIA	2.22	2.60	2.53	4.75	4.12	2.95
C.V	39.72	23.25	26.12	9.66	12.13	16.25

^{n.s} : no significativo; * =Significativo al nivel $\alpha= 0.05$; **=Altamente significativo. FV= fuente de variación; C.V.=Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

La prueba de separación de medias, se evidenció que en las diferentes fechas evaluadas fue consistente que los tratamientos T1 F-M-8-B y T2 P indujeron un menor diámetro de césped sano, es decir expresaron una reducción en el diámetro medio del césped sano con respecto al testigo, que siempre expreso los valores medios con mayor diámetro de césped sano (Cuadro 2). Se observó que conforme avanzó el ensayo fue continua la reducción de césped sano a través del tiempo en los tratamientos donde se inoculo *Fusarium* cepa M-8-B y *Penicillium* spp.

Cuadro 2. Separación de medias de diámetro de secamiento expresado por los diferentes aislamientos.

Tratamiento	Días después de la Inoculación (DDI)					
	100	118	128	174	207	749
T4- <i>Alternaria</i> spp.	2.78 a	2.98 a	2.75 ab	4.95 ab	4.31 a	4.39 a
T6-Testigo	2.60 a	3.26 a	2.51 ab	5.08 a	4.56 a	4.63 a
T5- <i>Cladosporium</i> spp.	2.18 a	3.06 a	2.71 ab	5.10 a	4.27 a	4.33 a
T3- <i>Fusarium</i> spp.-R-G-17	1.93 a	2.23 b	2.91 a	4.71 abc	4.25 ab	4.33 a
T1- <i>Fusarium</i> spp.-M-8-B	1.93a	1.66 b	2.31 ab	4.25 c	3.66 b	0.0 b
T2- <i>Penicillium</i> spp.	1.93 a	1.56 b	2.01 b	4.45 bc	3.67 b	0.0 b

Valores acompañados con la misma letra indican igualdad estadística entre tratamientos.

Los resultados de análisis de varianza de altura de césped indicó la existencia de diferencia significativa entre los diferentes hongos asociados al secamiento del césped (Cuadro 3), por lo que se procedió a realizar la separación de medias.

Cuadro 3. Resultados de análisis de varianza para la variable de crecimiento de césped inoculado con los diferentes tipos de aislamientos y testigo en las diferentes fechas evaluadas.

FV	Días después de la Inoculación (DDI)					
	100	118	174	188	207	749
MODELO	8.71 **	7.76 *	3.68 *	3.11 *	3.11 *	218.93 **
TRATAMIENTO	8.71	7.76	3.68	3.11	3.11	218.93
ERROR	5.99	8.78	6.34	5.00	5.00	3.82
TOTAL	14.70	16.55	10.02	8.11	8.11	222.76
MEDIA	3.06	3.55	4.75	4.94	4.94	3.48
C.V	14.58	15.24	9.66	8.25	8.25	10.25

* =Significativo al nivel $\alpha = 0.05$; **=Altamente significativo. FV= fuente de variación; C.V.=Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

La prueba de separación de medias para la variable de altura de planta en las diferentes fechas evaluadas indicó un resultado constante y consistente en el que los aislamientos T1- F-M-8 (*Fusarium* spp. cepa M-8-B) y T2-P (*Penicillium* spp.) indujeron la menor altura de césped., mientras que en el testigo siempre se expresó la mayor altura (Cuadro 4). Es decir, el aislamiento T1-F-M-8-B (*Fusarium* spp. cepa M-8-B) y T2-P (*Penicillium* spp.) muestran un efecto de reducir el tamaño del césped así como el diámetro de césped sano (Cuadro 2).

Cuadro 4. Separación de medias de altura y crecimiento de secamiento expresado por los diferentes aislamientos.

Tratamiento	Días después de la inoculación					
	100	118	174	188	207	749
T4- <i>Alternari</i> spp	3.88 a	3.95 ab	4.95 a b	5.18 a	5.18 a	5.30 a
T6-Testigo	3.13 b	3.85 ab	5.08 a	5.19 a	5.19 a	5.25 a
T5- <i>Cladosporium</i> spp.	2.18 c	4.15 a	1.10 a	5.28 a	5.28 a	5.37 a
T3- <i>Fusarium</i> spp. -R-G-17	3.05 b	3.40 bc	4.71 abc	4.88 ab	4.88 ab	4.97 a
T1- <i>Fusarium</i> spp.-M-8-B	3.06 b	2.96 c	5.25 c	4.50 b	4.50 b	0.0 b
T2- <i>Penicillium</i> spp.	3.06 b	2.98 c	4.45 bc	4.64 b	4.64 b	0.0 b

Valores acompañados con la misma letra indican igualdad estadística entre tratamientos.

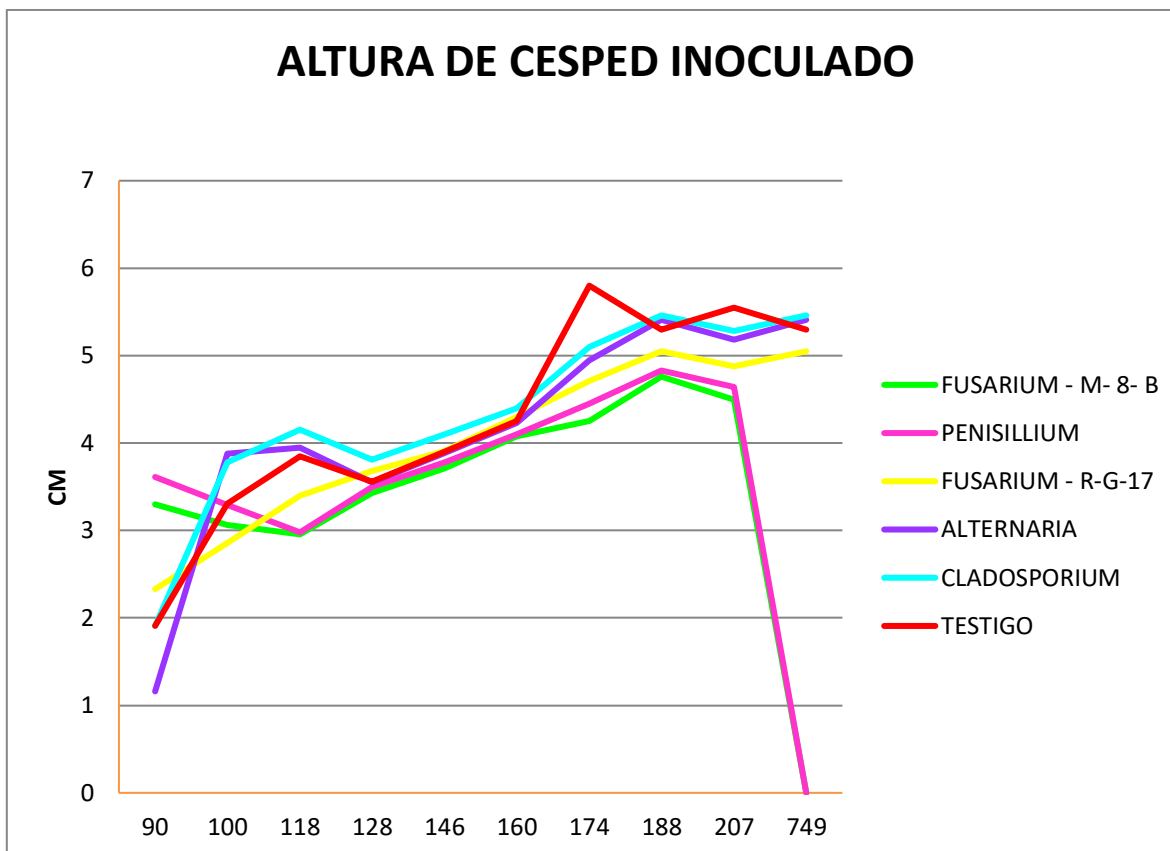


Figura 42. Altura de césped variedad *Agrostis canina* x Dominan X- treme, desarrollo del secamiento del césped causado por los hongos inoculados. **Fuente:** Creada por la autora con base a los datos obtenidos (2026).

La altura de planta se vio afectada a los 118 DDI con los aislados de *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. M-8-B, a diferencia del aislamientos de *Cladosporium* spp. Los restantes aislamientos y el testigo continuaron su crecimiento en altura de planta como se detalla en la (Figura 42).

De acuerdo a la gráfica podemos observar que los crecimiento del césped después de haber sido inoculado con las 5 enfermedades reaccionaron posteriormente en diferentes fechas del año ya que algunas de ellas con bajos crecimientos que no prosperaron en el mes de marzo de ese año dado a que se estimaron 4 ondas de calor con bajas temperaturas de -0°C , y altas temperaturas de 35° a 40° a

temperatura ambiente en ese mismo mes, aunque el experimento se realizó bajo invernadero no se descarta que influyan estas temperaturas.

El testigo se mantuvo con un buen crecimiento destacando en el mes de mayo a comparación de las otras enfermedades como *Fusarium* spp. R-G-17, *Alternaria* spp. y *Cladosporium* spp. que se mantuvieron aún con vida y con picos en la gráfica no tan prominentes que destaquen una gran diferencia a comparación de *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. cepa M-8-B que durante su crecimiento mostraron bajos perfiles de crecimiento y en el último mes de diciembre mostraron pérdida total como se observa en la **(Figura 43)**.



Figura 43. Perdida de césped y signos de los hogos fitopatógenos.

Fuente: Elaboración propia, (2026).

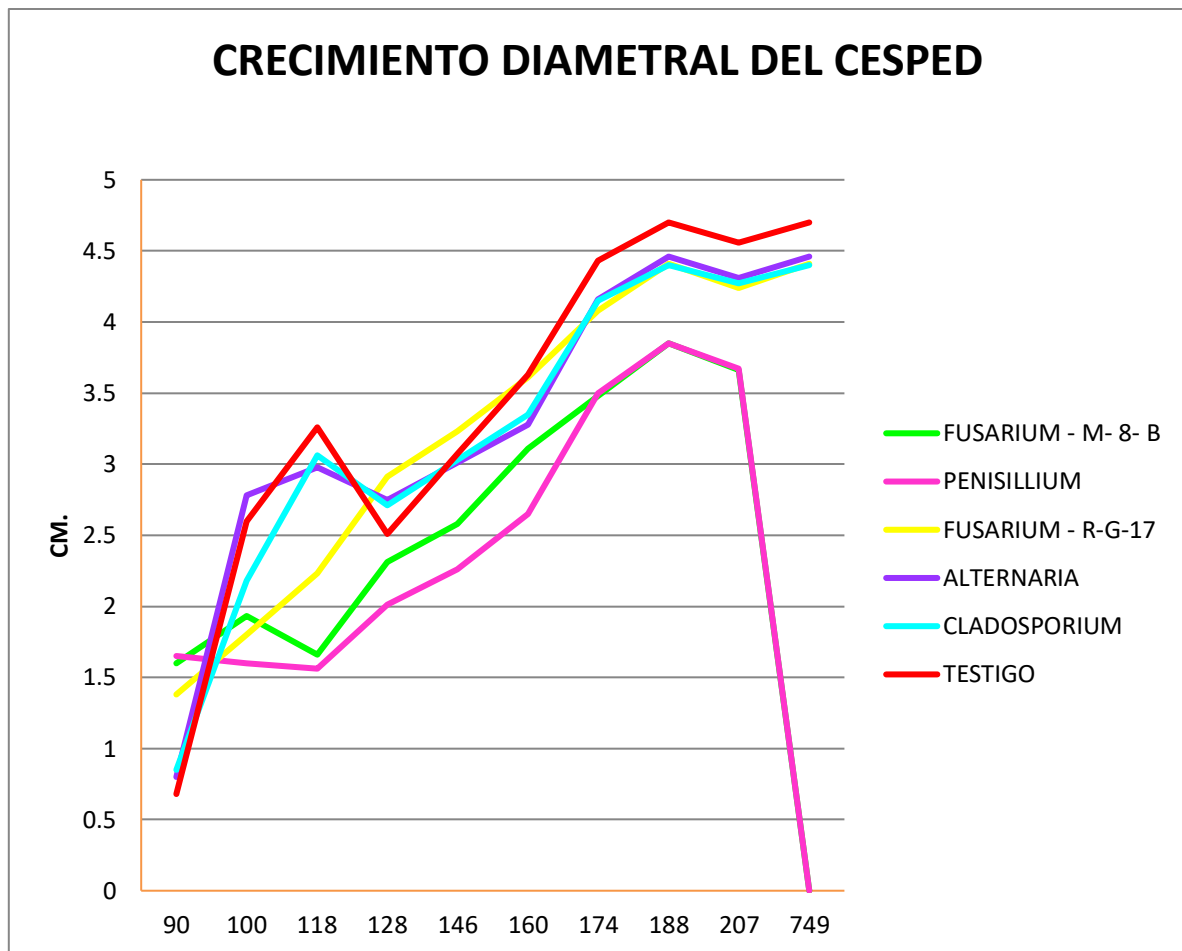


Figura 44. Grafica del crecimiento diametral de la variedad de *Agrostis canina* x Dominan X-treme, desarrollo del secamiento del césped del green por causa de los hongos inoculados. **Fuente:** Creada por la autora con base a los datos obtenidos (2026).

Los resultados después de 749 días indicaron que los tratamientos inoculados con *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp M-8-B causaron el cien por ciento de la muerte total de la densidad de población del césped inoculado véase en las **(Figuras 44)**.

De acuerdo a la figura número 3 en el crecimiento de la enfermedad diametral las observaciones de comportamiento en cada uno de los tratamientos mantuvieron crecimientos variables a partir de del mes de febrero hasta el mes de marzo en el caso de *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp y *Fusarium* spp. cepa R-G.17 a diferencia de *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. cepa –M-8-B se expresó la enfermedad al reducir el crecimiento diametral (densidad del césped) durante el mes de febrero y marzo que mantuvieron al huésped aún vivo o sin daño aparente a diferencia de las otras enfermedades que no tuvieron mayor impacto en el césped hasta el mes de mayo en los días 188 a los 207 días del mes de junio expresándose ligeramente a diferencia de *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. que le causaron la muerte a partir de esas fechas hasta el mes de diciembre que se tuvo pérdida total de la población al morir todo el césped como se presenta en la **(Figura 45)**. Tanto en *Penicillium* spp. como *Fusarium* spp. cepa M-8-B el césped no volvió a resurgir contrario a los otros aislamientos donde el césped permaneció vivo.



Figura 45. Evolución progresiva de la enfermedad en el césped, desde tejido afectado hasta necrosis total. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

Figura 46. Césped del green con síntomas visibles por daño de enfermedades fúngicas. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).



VIII. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos cumplen el objetivo de determinar el agente causal del secamiento del césped *Agrostis canina* x Dominan X- treme en el Campo de golf La Hacienda la Purísima. Al aplicar los postulados de Koch, se demostró que *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. (cepa M-8-B) son los hongos responsables de esta enfermedad.

Ambos patógenos causaron muerte del césped de forma individual. Sin embargo, se sugiere realizar nuevos ensayos para evaluar su efecto en conjunto, ya que podrían generar daños más rápidos o severos. En este estudio, la expresión de síntomas requirió 749 días (2,3 años). Este tiempo difiere de lo observado en campo, donde los encargados reportan que los daños aparecen a los 2 o 3 meses después de la siembra.

Una posible explicación es que durante el ensayo ocurrió un estrés por calor extremo, con temperaturas de 40°C, condición que no se presenta en campo de golf. Otros factores que pueden acelerar la aparición de síntomas en condiciones naturales son: lesiones por nematodos o insectos, mala calibración de maquinaria, calidad de agua, desequilibrios en el riego o nutrición, cortes muy bajos y acumulación de materia orgánica o falta de ella.

En lo que respecta a *Fusarium* spp. los resultados coinciden con lo reportado en México. García- Munguía et al (2017) identificaron a este hongo como causante de daños en céspedes de campos de golf del país. Al igual que en el trabajo de Jones (1992), estos autores usaron análisis morfológicos, moleculares y pruebas de patogenicidad, confirmando a *Fusarium oxysporum* como agente causal mediante los postulados de Koch (Ramos, 2015).

A nivel internacional Coch y Bedford (1966) lo describieron como causante de marchitamiento y muerte en céspedes. Posteriormente, (Sanders, 1976), Latin (s.f) y Bertrand (2011) señalaron que afecta principalmente especies como *Agrostis estolonífera* y *Poa annua* en climas fríos y húmedos.

En Europa, Bertrand y Charbonneau (1994) documentaron su alta incidencia durante el otoño e invierno en superficies deportivas.

Respecto a *Penicillium* spp. la bibliografía es más limitada. Solo se encontró un reporte de Jones (1992) quien demostró mediante los postulados de Koch que *Penicillium oxalicum* causa daño en *Agrostis palustris* en Carolina del Norte.

En esta investigación se confirma por primera vez que *Penicillium* spp. También puede actuar como patógeno en *Agrostis canina* x Dominant X- treme. Esto amplía el conocimiento sobre su capacidad infecciosa y constituye un nuevo reporte para esta variedad de césped en condiciones de altitud y clima templado- frío del centro de México(Bertrand, 2011); (Jones, 1992) véase en la **(Figura 47)** el daño causado por las enfermedades encontradas en el campo de golf La Hacienda la Purísima.



Las cepas
de

Figura 47. Daños severos encontrados en los greens. **Fuente:** Elaboración propia, (2026).

Alternaria spp., *Cladosporium* spp. y *Fusarium* spp. cepa R-G-17 no cumplieron con las diferentes etapas de postulados de Koch específicamente en expresión de síntomas y su reaislamiento. Indicativo que carecen de patogenicidad o capacidad

de infección al césped (*Agrostis canina* x Dominan X- treme) variedad, Bentgrass, estos resultados nos permiten descartar a las referidas cepas como las causantes del secamiento del césped en el campo de golf Hacienda la Purísima, ubicado en Ixtlahuaca Estado de México.

IX. CONCLUSIONES

El agente causal que reduce el vigor y población de césped variedad *Agrostis canina* x Dominan X-treme, fueron *Fusarium* spp. cepa M-8-B y *Penicilium* spp.

Los hongos asociados con los manchones de pérdida de población del césped *Agrostis canina* fueron *Cladosporium spp.* y *Alternaria spp.* sin causar la muerte de la planta.

Se confirma que *Penicillium spp.*, tradicionalmente clasificado como hongo saprofito y de pos cosecha, puede adquirir comportamiento fitopatógeno bajo condiciones ambientales favorables. Este hallazgo es relevante, ya que existen muy pocos reportes previos como el de Jones (1992) en Carolina del Norte y representa una observación importante para México; además en cultivos de maíz en China, lo que demuestra que puede afectar a gramíneas cuando las condiciones de cultivo o clima le son propicias.

Los resultados tiene una aplicación directa y valiosa para el manejo de campos de golf y áreas verdes, ya que amplía el criterio de diagnóstico, al demostrar que no solo los hongos reconocidos como patógenos como *Fusarium spp.* pueden causar daño, si no también géneros que habitualmente se consideran saprofitos e inofensivos, tal es el caso de *Penicillium spp.* pueden cambiar su comportamiento y ciclo de desarrollo volviéndose agresivos bajo condiciones específicas. Este hallazgo constituye una referencia fundamental para diseñar estrategias de manejo integrado, orientadas a reducir la aplicación de agroquímicos innecesarios y promover una visión más analítica, atenta y comprensiva del entorno biológico y ambiental en el cual se desarrolla y gestiona el césped.

X. LITERATURA CONSULTADA

- 1golf.eu. (2026). La Purísima Golf & Sporting Club. <https://www.1golf.eu/es/club/la-purisima-golf-sporting-club/>
- Bertrand, A., Castonguay, Y., Azaiez, A., Hsiang, T., Dionne, J., & Desjardins, Y. (2010). Respuestas inducidas por el frío en los genotipos anuales de bluegrass con resistencia diferencial al moho de nieve rosa (*Microdochium nivale*). *Plant Science*, 180(1), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.08.009>
- Elika, F. E. (2022). Seguridad Alimentaria. Fundación Elika.
- Barnett, H.L., & Hunter, B. B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi (4ª ed). American Phytopathological Society. ISBN 978-0-89054-192-0.
- Bennett, F. T. (1937). Dollar spot disease of turf and its causal organism, *Sclerotinia homoeocarpa* n.sp. *Annals of Applied Biology*, 24(2), 257–277. <https://archive.lib.msu.edu/tic/mitgc/article/198071.pdf>
- Braun, R. C., & Gaussoin, R. E. (2024). The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans: Thirty years later. *Crop Science*, 64(5), 2138–2152. <https://doi.org/10.1002/csc2.21383>
- Brett, J. B. (2019). Género Fusarium. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2022). *Cladosporium spp.* Gobierno de España. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/cladosporium-spp>
- Cortés, V. E. (2014). Caracterización de Alternaria alternata aislada de contenedores residuales urbanos y su potencial uso en la degradación de 6 polímeros de importancia ambiental [Tesis de licenciatura]. *Universidad Santo Tomás*.
- Han, JX., Zhang, S L., Shi, X C., Herrera, Balandrano, D D., Wang, S Y., Laborda, P. (2023). First Report of Penicillium oxalicum Causing Leaf Blight on Maize in China. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-22-2965-PDN>.
- Han, J X., Ding, B., Wang, Y M., Teng, Y T., Huang, D J., Yang, X C., Herrera, Balandrano D., & otros (2024). Primer informe de penicilliu oxalicum que causa la plaga de la hoja en el kiwi 'Hongyang en China'. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-23-1341-PDN>.
- Hu, D., & Hao, J. (2024). Targeting oxalic acid production in *Clarireedia jacksonii* for dollar spot disease control in amenity turfgrass. *Plant Disease*, 108(12), 3145–3152. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-24-0345-RE>
- Doctoragro. (2024). Cladosporium en palto. <https://doctoragro.pe/blog/cladosporium-en-palto/>
- DTE Golf. (2022). Desafíos comunes en el mantenimiento de las áreas de juego. <https://dte.golf/common-challenges-putting-green-maintenance/>
- DTE Golf. (2026). El papel de la salud del suelo en el cuidado del césped de campos de golf. https://dte-golf.translate.google/role-of-soil-health-in-golf-course-grass-care/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

- DTE Golf. (2024). Soluciones y gestión para campos de golf. <https://dte.golf>
- Durán, P. M. (2017). Detección y caracterización de suelos potencialmente supresivos contra *Gaeumannomyces graminis* bajo extenso cultivo de trigo por comunidades indígenas chilenas. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1542. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01542>
- Erickson, M. G. (1914). *Turfgrass Pest Management Manual: A Guide to Major Turfgrass Pests & Turfgrasses*. North Carolina State University.
- Espinoza, M. A. (2022). Enfermedades por *Rhizoctonia* en céspedes: El tiempo de actuar es ahora en la primavera y en el otoño. *Groundsman Sport* - Universidad de Georgia. <https://fieldreport.caes.uga.edu/publications/C1088-SP/identificacion-y-control-de-la-mancha-larga-de-cespedes-causada-por-rhizoctonia-en-georgia/>
- Farrill, H., & Nieves, P. (2007). Las plagas comunes del césped de los campos de golf de Puerto Rico [Tesis de licenciatura]. Universidad de Puerto Rico.
- García-Munguía, C.A., Acosta-Ramos, M., Vázquez-Martínez, O., Pérez-Zato, M., García-Munguía, A., García-Munguía, O., & García-Munguía, A. M. (2017). Diagnóstico morfológico, molecular y de patogenicidad en césped de México. *Revista internacional de botánica experimental*. <https://www.proquest.com/openview/bc00539f3cdf9781e2c916e32cbabc2c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=4585451>
- GoGolf. (2026). Club de Golf La Purísima. <https://gogolf.mx/fields/show/club-de-golf-la-purisima>
- Golf México. (2025). Instituciones y clubes afiliados. <https://novogreen.net/categoria-producto/variedades/>
- Guasch Semillas. (2026). *Agrostis stolonifera* Pennncross. <https://www.guasch.com>
- Semillas Las Huertas. (2026). Dominant Xtreme: *Agrostis canina*. <https://www.semillaslashuertas.com>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2022). *Penicillium* spp. Gobierno de España. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/penicillium-spp>
- Jones, J. K. (1992). *Penicillium* leaf blight caused by *P. oxalicum* on creeping bentgrass in North Carolina. *Plant Disease*, 76(3), 312–314. <https://doi.org/10.1094/PD-76-0312>
- Universidad de Kentucky. (2005). Guía de monitoreo de MIP para plagas comunes de cultivos de leguminosas. Extensión Cooperativa.
- Latin, R. (s.f.). *Turfgrass Disease Profiles: Pink Snow Mold and Microdochium Patch*. Purdue Extension - Universidad de Purdue. <https://archive.lib.msu.edu/tic/mitgc/article/198071.pdf>
- Llyin, S. S. (2017). The importance of *Fusarium* species in agricultural products and potential applications of bioactive agents. *Researches on Science and Art in 21st Century*, 2, 3094–3101.
- Madrid, C. (2022). Campo de golf: Diseño, tipos y características esenciales. Magic Golf. <https://magicgolf.es/campo-de-golf-diseno-tipos-y-caracteristicas-esenciales/>

- Mahantesh, K., Basavesha, K. N., & Savalgi, V. P. (2018). Impacto de los hongos solubilizadores de potasio como biopesticidas y su papel en la mejora de los cultivos. *Journal of Plant Nutrition*, 41(14), 1823–1830. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1452567>
- Maldonado, S. P. (2018a). Efecto in vitro de doce aceites esenciales sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* y *Sclerotinia sclerotiorum* y la germinación de esclerocios de *Sclerotinia* [Tesis de maestría]. Universidad de Almería.
- Maldonado, S. P. (2018b). Efecto in vitro de doce aceites esenciales sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* y *Sclerotinia sclerotiorum* y la germinación de esclerocios de *Sclerotinia*. Universidad de Almería, 117.
- Mares, N., Morales, J., Villa, E., Cárdenas, L., & Báez, I. (2026). Alternaria en México: Caracterización morfológica y molecular, enfermedades asociadas y estrategias de manejo. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 44(1), 45–62.
- Martínez, A., Little, E., Daly, T., & Vermeer, B. (2022). Identificación y control de la mancha larga de céspedes causada por *Rhizoctonia* en Georgia. Universidad de Georgia, Extensión Cooperativa. <https://fieldreport.caes.uga.edu/publications/C1088-SP/identificacion-y-control-de-la-mancha-larga-de-cespedes-causada-por-rhizoctonia-en-georgia/>
- Universidad de Minnesota. (s.f.). Malezas en céspedes y jardines. Extensión. <https://es.extension.umn.edu/encontrar-plantas/malas-hierbas-a>
- Montserrat, P. (2008). Los céspedes naturales y su importancia. En F. de la Fanega (Ed.), *Digital CSIC* (Vol. 5, pp. 12–25). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Playas México. (2026). Club de Golf La Purísima Golf & Sporting Club: Estado de México. <https://playas.com.mx/club-de-golf-la-purisima-golf-sporting-club-estado-de-mexico/>
- Narváez, M., María, M., Gabriela, S., José, A., Rosalba, A., & otros. (2023). Actividad inhibitoria de extractos alcohólicos de hongos comestibles contra *Rhizoctonia solani*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(3), 567–580.
- NovoGreen. (2005). Variedades de césped natural. <https://novogreen.net>
- Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI). (11 de mayo de 2026). Base de datos de hongos y patógenos. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Universidad Estatal de Carolina del Norte. (2015). Insectos, plagas y vectores de enfermedades en plantas. Extensión. <https://genent-cals-ncsu-edu.translate.goog/insect-pests/plant-pests/plant-disease-vectors/>
- Nischwitz, C., Kopp, K., Gunnell, J., Evans, K., Frank, E., & otros. (2021). Mancha anular necrotica y mancha de verano del césped. Universidad Estatal de Utah, Extensión Cooperativa.
- Ogorek, R., & Kuraś, M. (2012). Characteristics and taxonomy of *Cladosporium* fungi. *Mikologia Lekarska*, 19(2), 78–85.
- Oliver, R. P. (2024). *Agrios' Plant Pathology* (6.^a ed.). Elsevier.

- BioWorld Organic*. (2024). Alternaria en cultivos: Prevención y control efectivo. https://bioworldorganic.net/blogs/noticias/alternaria-en-cultivos-prevencion-y-control-efectivo?srsId=AfmBOopr8MDHZkc7g5EzwbQ_Or2GT79zY2sUoA2iHVA-IYUBvCRPvwPf
- Universidad Estatal de Pensilvania*. (2024). Enfermedades del césped: Mancha por Microdochium. Extensión. https://extension-psu-edu.translate.goog/turfgrass-diseases-microdochium-patch-causal-fungus-microdochium-nivale?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Pérez Reyes, M. C., Sánchez Hernández, G., Martínez Flores, R., Espinosa Rodríguez, J., & Garza Rivera, J. L. (2021a). *Alternaria*: mohos toxígenos en granos y alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/alternaria.html
- Pérez Reyes, M. C., Sánchez Hernández, G., Martínez Flores, R., Espinosa Rodríguez, J., & Garza Rivera, J. L. (2021b). *Fusarium*: productor de micotoxinas en cultivos. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/fusarium.html
- Pichardo, F. P. (2009). *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., pasto kikuyo. *Malezas de México*, 18, 45–52.
- Plantix. (2026). Podredumbre de la espiga por *Penicillium*. <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/100053/penicillium-ear-rot/>
- Hacienda La Purísima*. (2020). Información general y servicios. <https://haciendalapurisma.com>
- Purnell, J. (2023). 5 enfermedades comunes del pasto Bermuda. *Lawn Love*. <https://lawnlove-com.translate.goog/blog/common-bermudagrass-diseases/>
- Kohn, P. (2023). *Viajar para jugar golf: los 5 campos de golf espectaculares en México*. Revista Quien. <https://www.quien.com/mexbest/2023/03/31/mejores-campos-de-golf-en-mexico>
- Química.es. (2026). *Pythium*: características, ciclo y patogenicidad. <https://www.quimica.es/enciclopedia/Pythium.html>
- Ramírez H., A. A. (2024). El verdor de los campos de golf: prácticas monopólicas e inequitativas ante la crisis hídrica. *Este País*. <https://estepais.com/ambiente/verdor-campos-golf-practicas-monopolicas-inequitativas-crisis-hidrica/>
- Ramos, M. A. (2015). Diagnóstico morfológico, molecular y de patogenicidad de hongos de raíz y cuello en céspedes de México. *Acta Botánica Mexicana*, 112, 79–96.
- Rivas, I. R. (2021). Morfología, proceso infeccioso y sensibilidad a fungicidas de tres aislados de *Gaeumannomyces* spp. en Nicaragua [Tesis de maestría]. *Universidad Nacional Agraria*.
- Rivera, P. A. (2017). Verdolaga: identificación y manejo. *Prairie View A&M University*.
- Ross, C., Braun, R. C., & Gaussoin, R. E. (2024). The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans: Thirty years later. *Crop Science*, 64(5), 2138–2152. <https://doi.org/10.1002/csc2.21383>

- Rubio, M. N. (2025). Postulados de Koch: fundamentos de la patología vegetal. *Psicología y Mente*. <https://psicologiaymente.com/salud/postulados-de-koch>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2020). Fusarium spp.: Guía para su identificación y manejo. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium_spp__ma_z__2020.pdf
- Salgado-Salazar, C., Beirl, A., & Vandemark, G. J. (2018). Clarireedia: Un nuevo género fúngico que comprende cuatro especies patógenas responsables de la enfermedad de las manchas del dólar de césped. *Fungal Biology*, 122(8), 773–785. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.04.006>
- Sanders, P. L. (1976). Fusarium blight: A continuing puzzle. *Plant Disease Reporter*, 60(12), 999–1004.
- Seed, G. (2024). *Fusarium patch*: Causas, síntomas y opciones de tratamiento. <https://www.seedquest.com>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). (2026). *Cladosporium herbarum*. Gobierno de Argentina. <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/cladosporium-herbarum>
- Shehbaz, S. D., & McCall, D. S. (2025). Evaluate fungicide efficacy to control dollar spot when applied with various adjuvants on a creeping bentgrass golf tee, 2023. *Plant Health Progress*, 26(2), 435–441. <https://doi.org/10.1094/PHP-10-24-0123-RS>
- Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo (SINAVIMO). (2026). *Penicillium echinulatum*. Gobierno de Argentina. <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/penicillium-echinulatum>
- Stanley, J. Z. (2010). Comprensión y apreciación de la firmeza. United States Golf Association (USGA).
- Stihl, A. (2024). Cómo identificar y tratar las enfermedades del césped. *STIHL*. <https://www.stihl.com>
- Sura, S., & Suraj, K. (2022). Nuevos enfoques para un viejo problema: La mancha de dólar en el césped. *Plant Health Progress*. <https://doi.org/10.1094/PHP-06-21-0142-FI>
- Tamm, S., & Behrendt, U. (2020). Turfgrass disease diagnosis: Past, present, and future. *Plants*, 9(11), 1521. <https://doi.org/10.3390/plants9111521>
- We.golf. (2023). Top 10: Los mejores campos de golf en México. <https://we.golf/blog/top-10-los-mejores-campos-de-golf-en-mexico>
- Yongmei, L., Xia, M., He, P., Yang, Q., Wu, Y., & He, P. (2022). Desarrollo de estrategias de manejo de *Penicillium digitatum* en cítricos poscosecha con componentes metabólicos y colonización de *Bacillus subtilis* L1-21. Universidad Agrícola de Yunnan.
- Youn-Kyoo, J. (2008). Rapid development of fungicide resistance by *Sclerotinia homoeocarpa* on turfgrass. *Plant Health Progress*. <https://doi.org/10.1094/PHP-2008-1111-01-RS>

