

INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL
CURSO 2024-25

**DOCTORADO EN
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



USO DE OZONO ACUOSO COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA LA DESINFECCIÓN DE SUELOS: EFICACIA CONTRA NEMATODOS Y MICROORGANISMOS PATÓGENOS

Autor : Marco Díaz Huenchuan

Directora o director (es): Dra. María Belén Almendro Candel

Co-director: Dr. David Blanco Fernández (UTEM).

Tutor o tutora: Manuel Miguel Jordán Vidal

Departamento/Centro/Instituto: Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile (UTEM).



INTRODUCCIÓN

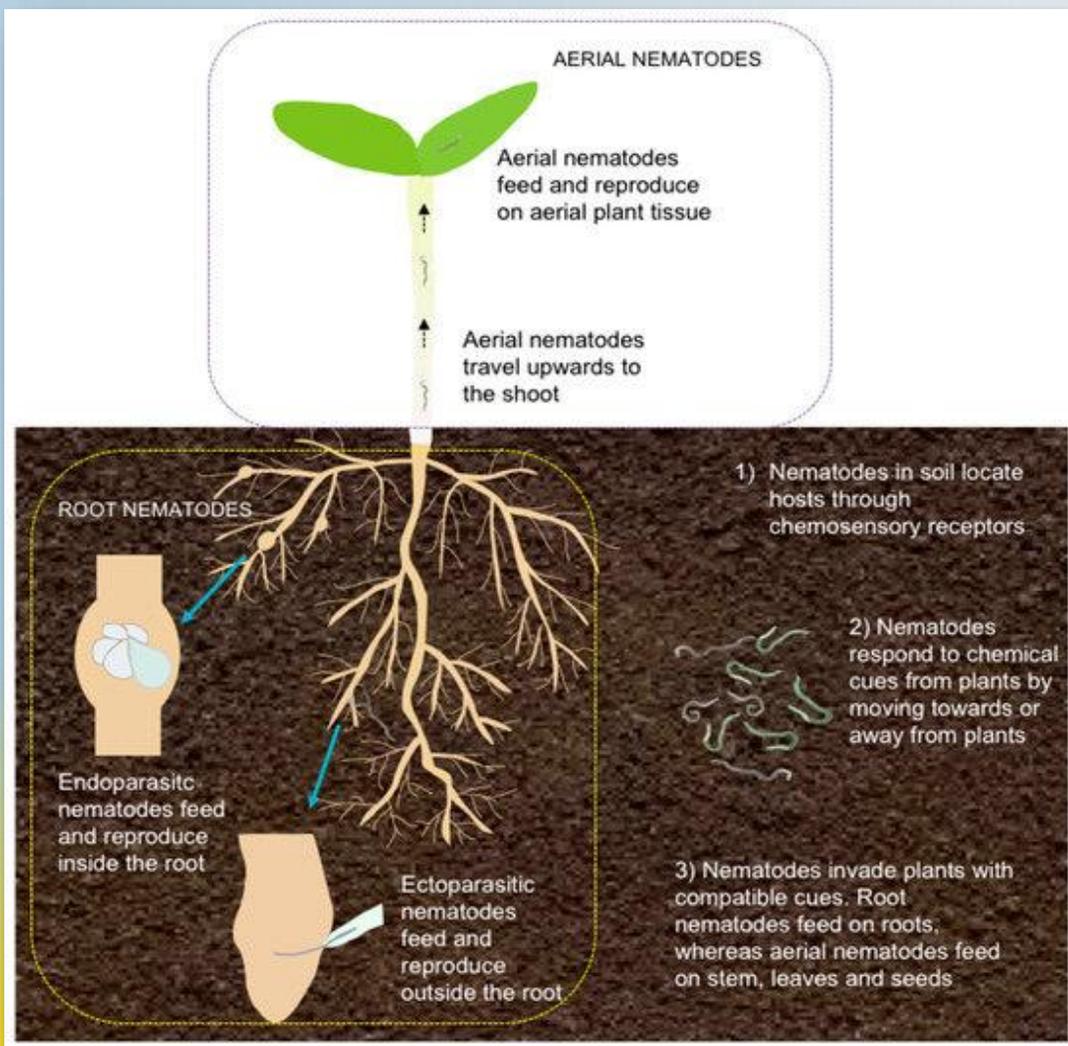
CONTEXTO

EL MANEJO FITOSANITARIO EN AGRICULTURA ENFRENTA ACTUALMENTE EL RETO DE REDUCIR EL USO DE PESTICIDAS SINTÉTICOS DEBIDO A SUS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA. EN ESTE CONTEXTO, EL OZONO HA EMERGIDO COMO UNA HERRAMIENTA EFICAZ Y AMBIENTALMENTE AMIGABLE.

SU APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA INCLUYE DESINFECCIÓN DE AGUAS DE RIEGO, CONSERVACIÓN DE FRUTOS, CONTROL DE HONGOS Y BACTERIAS, Y EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, SU USO EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS HA COBRADO RELEVANCIA.



INTRODUCCIÓN

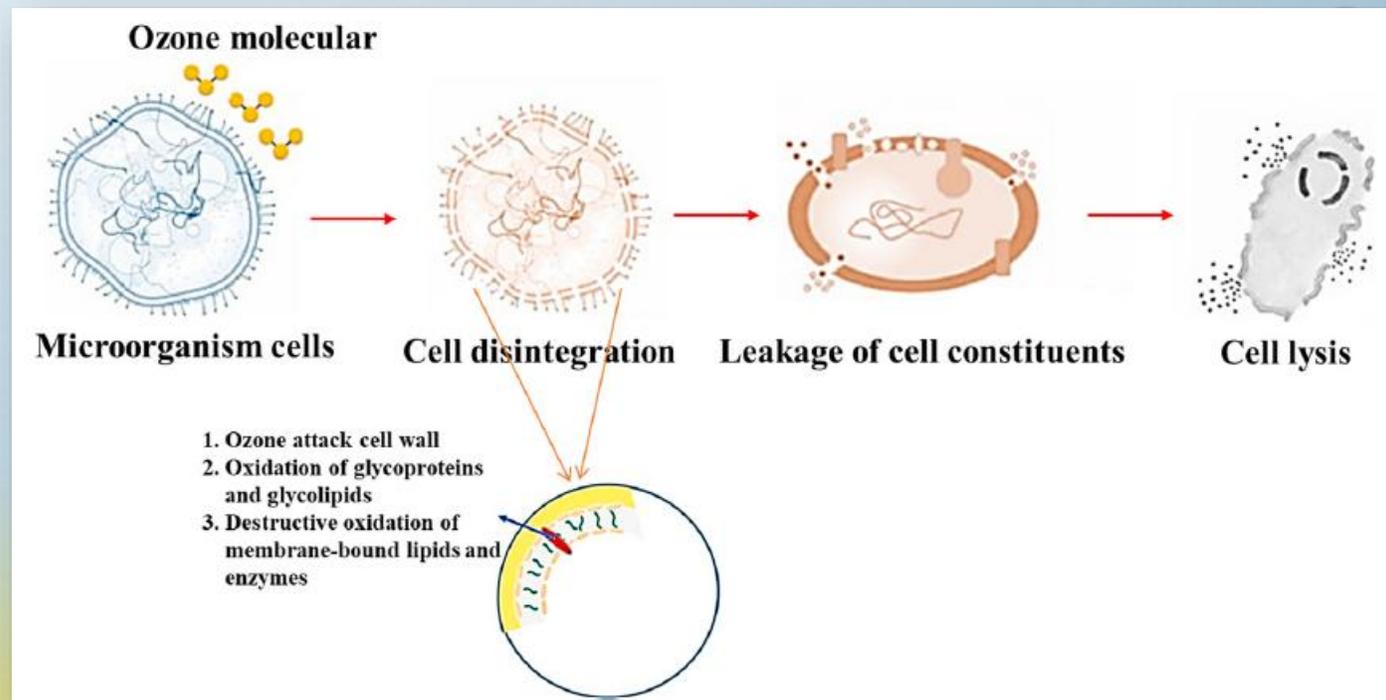


ESTUDIOS HAN MOSTRADO SU EFICACIA FRENTE A HONGOS DE RAÍZ Y NEMATODOS FITOPARÁSITOS, COMO *MELOIDOGYNE SPP.* (AGALLADOR) Y *PRATYLENCHUS SPP.* (LESIONADOR DE RAÍCES), CON RESULTADOS POSITIVOS TANTO EN CONDICIONES DE LABORATORIO COMO DE CAMPO.

LOS NEMATODOS AGALLADORES Y LOS NEMATODOS DEL QUISTE DEL GÉNERO *HETERODERA* Y *GLOBODERA* SE ENCUENTRAN ENTRE LOS 10 NEMATODOS VEGETALES MÁS DAÑINOS

INTRODUCCIÓN OZONO

EL OZONO EN SOLUCIÓN ACUOSA ES ALTAMENTE INESTABLE Y SE DESCOMPONE GENERANDO ESPECIES COMO O_2^- , $OH\cdot$ Y H_2O_2 , LAS CUALES ACTÚAN SOBRE LÍPIDOS, PROTEÍNAS Y ÁCIDOS NUCLEICOS DE LOS PATÓGENOS DEL SUELO, DESTRUYENDO SU ESTRUCTURA CELULAR Y FUNCIONAL. ESTE PROCESO PUEDE AFECTAR TANTO A NEMATODOS COMO A MICROORGANISMOS FÚNGICOS O BACTERIANOS SIN DEJAR RESIDUOS TÓXICOS.



INTRODUCCIÓN

IMPACTO AGRONÓMICO Y AMBIENTAL

LA SUSTITUCIÓN DE FUMIGANTES QUÍMICOS POR OZONO ACUOSO PRESENTA BENEFICIOS SIGNIFICATIVOS DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL Y PRODUCTIVO. DIVERSOS ESTUDIOS INDICAN QUE EL OZONO, AL NO DEJAR RESIDUOS, PERMITE SU APLICACIÓN EN CULTIVOS ORGÁNICOS Y EN PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES. POR OTRO LADO, EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES DE OZONO ADAPTADOS AL SISTEMA DE RIEGO PERMITEN UNA INTEGRACIÓN EFICIENTE EN LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE, REDUCIENDO COSTOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La acción nematicida del ozono ha sido documentada en múltiples estudios. Por ejemplo, aplicaciones de ozono acuoso a concentraciones de 1–4 mg/L han demostrado reducir significativamente poblaciones de *Meloidogyne incognita* en cultivos hortícolas, disminuyendo la formación de agallas en raíces y mejorando el vigor vegetal



INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL OZONO ACUOSO EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS.

OBTENER VALORES DE CONCENTRACIONES ÓPTIMAS, VOLÚMENES Y CAUDALES PARA DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESINFECCIÓN DE SUELOS Y DE RIEGO.

RECOPILAR INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO Y PARÁMETROS DE EFICIENCIA EN LA ELIMINACIÓN DE NEMATODOS.

MÉTODOS Y MATERIALES

PARA EL ESTUDIO, SE REVISÓ EXHAUSTIVAMENTE LA LITERATURA, INVESTIGACIONES, TESIS, REVISTAS Y LIBROS RELEVANTES SOBRE LA DESINFECCIÓN DE SUELO Y RIEGO CON OZONO ACUOSO EN CULTIVOS, ESTUDIANDO LA CAPACIDAD PARA DIFERENTES PRODUCCIONES Y EQUIPOS GENERADORES DE OZONO.

1

Paso 1.
Propiedades del ozono y método de inactivación de patógenos y contaminantes en el suelo

2

Paso 2.
Ozonización con generador de ozono y toma de lecturas de concentración para diferentes volúmenes.

3

Paso 3.
Concentraciones para reducción de patógenos y tiempos de contacto para diferentes contaminantes.

4

Paso 4.
Efectividad en la eliminación coliformes y contaminantes presentes en las aguas grises.

MÉTODOS Y MATERIALES



DISCUSIÓN

LOS FACTORES QUE AFECTAN A LA VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE OZONO AL LÍQUIDO, PERO, TRAS UN TIEMPO DETERMINADO Y MANTENIENDO EL LÍQUIDO CUBIERTO POR UNA CAPA DE GAS A CONCENTRACIÓN CONSTANTE, SE PUEDE CONSIDERAR ALCANZADO UN EQUILIBRIO EN EL QUE LA CANTIDAD DE OZONO DISUELTO ES IGUAL A LA CANTIDAD DE OZONO QUE SE DESPRENDE. DE ESTA FORMA, MEDIANTE UN BURBUJEADO CONSTANTE, PODRÍAMOS CONSIDERAR ALCANZADO EL EQUILIBRIO EN MENOS DE 30 MINUTOS.

SE REALIZARON DIFERENTES ARREGLOS Y COMBINACIONES DE EQUIPO, APLICACIONES O INYECCIONES DE OZONO, SISTEMAS BATCH, SEMI BATCH Y CONTINUOS.



DISCUSIÓN

MEZCLADORES ESTÁTICOS

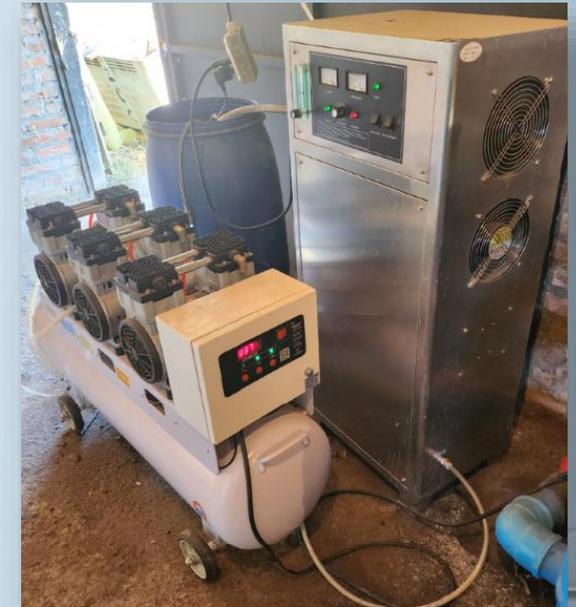


OZONATED WATER MACHINE

Product Model: YT-S-016-15A
Capacity: 15g/h
Voltage: 220V/60HZ
Rated Power: 1300W

ozone generator

Product Model: YT-016-40A
Capacity: 40g/h
Voltage: 220V/50HZ
Rated Power: 800W



INYECCIÓN CON VENTURI



GENERADORES DE 3, 6 (PARALELO), 15, 40 Y 50 G/HR, DONDE SE PUEDE APRECIAR QUE A MAYOR GENERACIÓN, MENOR POTENCIA DE LOS EQUIPOS. SIENDO ESTE ULTIMO CON COMPRESOR DE AIRE.

ozone generator

Product Model: YT-017-50A
Capacity: 50g/h
Voltage: 220V/50HZ
Rated Power: 550W

RESULTADOS ESPERADOS

PARA VERIFICAR LAS CONCENTRACIONES SE UTILIZARON DIFERENTES EQUIPOS ORP, LOS RESULTADOS MEDIDOS CON ESTOS INSTRUMENTOS Y COMPARADOS. POR OTRO LADO, SE ENVIARÁN A ANÁLISIS LAS MUESTRAS DE SUELOS Y ASÍ TENER EVIDENCIA DE LA REDUCCIÓN O ELIMINACIÓN DE NEMATODOS.

RESULTADOS ESPERADOS:

- DETERMINACIÓN DE DOSIS EFICACES DE OZONO PARA REDUCIR LA POBLACIÓN DE NEMATODOS A NIVELES NO DAÑINOS.
- EVIDENCIA DEL POTENCIAL DEL OZONO COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE A LOS DESINFECTANTES COMUNES



ACCIONES A FUTURO

SEGUIR INVESTIGANDO LA EFICIENCIA EN LA REDUCCIÓN DE PATOGENOS, Y OTRAS ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS.



ESTUDIAR LAS CONSECUENCIAS DE EXCESO DE APLICACIÓN DE OZONO ACUOSO COMO DESINFECTANTE DE SUELOS Y EN CULTIVOS.



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL
CURSO 2024-25



PROGRAMA DE DOCTORADO EN
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

 UNIVERSITAS
Miguel Hernández

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**DOCTORADO EN
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE