

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto de 5 extractos vegetales sobre la contaminación por hongos en  
el forraje verde hidropónico

Por:

**IGNACIO LEDESMA RIOS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto de 5 extractos vegetales sobre la contaminación por hongos en  
el forraje verde hidropónico

Por:

**IGNACIO LEDESMA RIOS**

TESIS

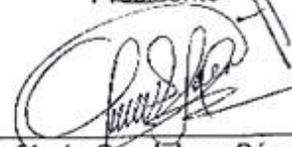
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

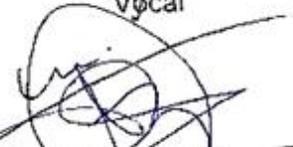
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

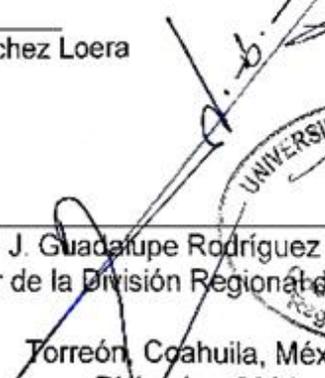
Aprobada por:

  
Dr. Fernando Ulises Adame de León  
Presidente

  
Dra. Olivia García Morales  
Vocal

  
Dra. María Guadalupe Sánchez Loera  
Vocal

  
Lic. Isidro Pérez Esparza  
Vocal

  
MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto de 5 extractos vegetales sobre la contaminación por hongos en  
el forraje verde hidropónico

Por:

**IGNACIO LEDESMA RIOS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Fernando Ulises Adame de León  
Asesor Principal

  
Dra. Olivia García Morales  
Coasesor

  
Dra. María Guadalupe Sánchez Loera

  
MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

**Quiero agradecer infinitamente a Dios**, por haberme dado la fortaleza de terminar mi carrera, por haberme dado fuerzas de hacer este sueño realidad, por no dejarme solo y por todo lo bueno que me ha dado en toda mi vida.

**A mi Alma Mater Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme guiado durante estos largos 5 años de mi carrera, y por haberme formado como persona y como profesional en mi carrera, y por haberme puesto en mi camino personas las cuales nunca olvidare, me regalo una nueva familia, me llevo grandes recuerdos, experiencias y conocimientos que le dieron un gran cambio y un gran giro a mi vida, es un orgullo ser de la familia BUITRE.

**Al Doctor Fernando Ulises Adame de Leon**, por su apoyo, su asesoramiento, su tiempo y su confianza que me brindo durante todo el desarrollo de este trabajo, en la universidad, gracias.

Y a todos mis compañeros de clases, gracias por formar parte de esta larga pero increíble competencia de la vida.

## DEDICATORIAS

**A mis padres**, Ignacio Ledesma Esparza y Ernestina Ríos López, por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionalista, y por haber formado en mí, a un hombre con valores, principios y trabajador.

**A mis hermanos**, Mayra Guadalupe Ledesma Ríos y Brayan Ángel Ledesma Ríos, por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional y siempre toleraron mi carácter en mis días malos.

**A mi novia y futura esposa** Luz Elba Díaz Cenicerros, por ser una persona en la que puedo confiar y por estar en los momentos difíciles cuando más la necesitaba, gracias.

**A mi hija**, es la pequeña personita que me está dando las fuerzas necesarias para seguir adelante y hecharle muchas ganas a la vida, y que todo lo que haga será por ella y para ella.

**A mi Alma Mater** Aztek Mafia Crew, por ser mi familia de tinta y por haberme apoyado en momentos cuando más los necesite, y por enseñarme el verdadero valor de la amistad, y por enseñarme a dar todo de mí y jamás decaer y siempre tratar de ser el número uno en todo.

**A mis tíos**, Q.E.P.D. José Guadalupe Ledezma Esparza y María Nicolasa Ríos López, por ser mis segundos padres, y que en vida siempre estuvieron apoyándome, gracias por tantas enseñanzas, gracias por haberme dado a tres primos que mis padres, mis hermanos y yo queremos como hermanos.

## RESUMEN

Como consecuencia de la sequía que vive el sector agropecuario en el Norte de México, se vuelve casi normal que el ganado pierda peso en algunas épocas del año y subsecuentemente venga la muerte de un gran número de animales, particularmente cuando se explota en forma extensiva. La experiencia nos indica que hacia mediados del año y antes de que termine el mes de agosto de un año de sequía extrema, habrá muerto por inanición una gran cantidad de ganado bovino. Por ello, antes de que inicie la mortandad del ganado, se debe implementar cualquier programa de suplementación de bajo costo que al menos evite la muerte de los mismos.

La tecnología de producción de Forraje Verde Hidropónico es una solución rápida, económica y altamente efectiva que puede resolver en el corto plazo el problema de disponibilidad de alimentos para el ganado. Es sumamente económico, fácil de producir, tiene altos contenidos nutricionales y es muy apetecible para el ganado. El problema básico de su manejo, es la pérdida del cultivo por contaminación con hongos debido al alto contenido de azúcares y humedad que se desprenden del proceso. Evitar la contaminación con hongos del FVH depende básicamente del uso de productos químicos que eventualmente pueden introducirse en el organismo animal y dañarlo por lo que es necesario buscar alternativas naturales de uso extensivo y seguras para el consumo animal.

Para evaluar el crecimiento y control de poblaciones de hongos en cultivos de FVH en

condiciones de laboratorio, se prepararon extractos con hidro-alcohol de gobernadora (*Larrea tridentata*), orégano (*Lippia berlandieri*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*) y moringa (*Moringa oleifera*) que se utilizaron al 0.5 % sobre FVH producido con maíz, trigo, avena y sorgo escobero durante 13 días. Diariamente a partir del día 4 se revisó físicamente cada cultivo para determinar la presencia física de colonias de hongos.

Hacia el día 7 los cultivos irrigados con agua corriente e incluso con agua hervida mostraron físicamente la presencia de colonias de hongos principalmente en la superficie del cultivo, aunque para ese tiempo, el sorgo había alcanzado su desarrollo óptimo y puede usarse en alimentación animal de forma segura y eficiente. Los extractos de gobernadora y orégano inhibieron el desarrollo de los hongos, pero también influyeron negativamente en el crecimiento de los cultivos, excepto del sorgo. El caso más extremo lo presentó la avena que en general presentó menor germinación y desarrollo, pero al irrigarse con moringa, prácticamente detuvo su germinación y crecimiento. El neem afectó también el desarrollo y germinación de la avena, aunque en menor grado que la moringa. El mejor resultado de inhibición del desarrollo de poblaciones de hongos se obtuvo con orégano y gobernadora, pero el olor a estos compuestos impregna seriamente al cultivo, además de oscurecer el tono del paquete de raíces.

**Palabras clave:** Hongos, Forraje, Contaminación, Crecimiento, Irrigación.

## INDICE GENERAL

## Paginas

Agradecimientos.....	i
Dedicatorias.....	ii
Resumen.....	iii
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	3
• General.....	3
• Específicos.....	3
III. Hipótesis.....	4
IV. Antecedentes.....	4
• Ventajas del FVH.....	6
• Desventajas del FVH.....	7
V. Agentes de contaminación del FVH .....	8
• <i>Aspergillus</i> .....	8
a. Morfología.....	9
b. Identificación.....	10
c. Ambiente.....	11
• <i>Fusarium</i> .....	12
• <i>Rhizopus</i> .....	15
a. Estructura, Metabolismo y Ciclo de Vida.....	16
VI. Aflatoxinas.....	17

	• La enfermedad en los animales.....	19
VII.	Control de microorganismos que contaminan el FVH.....	20
	• Hidróxido de Calcio o Cal.....	20
	• Benzoato de Sodio.....	21
	• Sorbato de Potasio.....	21
	• Ozono.....	21
VIII.	Productos naturales para el control de microorganismos.....	22
	• Extractos de Gobernadora (" <i>Larrea Tridentata L</i> ").....	22
	a. Uso de la planta Gobernadora en la agricultura.....	24
	• Extractos de Orégano Mexicano (" <i>Lippia Berlingieri Schauer</i> ")...	25
	a. Uso del Orégano.....	26
	• Extractos de Ajo (" <i>Allium sativum</i> ").....	27
	• Extractos de Neem (" <i>Azadirachta indica</i> ").....	29
	a. ¿Qué contiene el aceite de Neem?.....	30
	• Extractos de Moringa (" <i>Moringa oleifera Lam</i> ").....	31
	a. Taxonomía y características botánicas.....	32
	b. Características agronómicas.....	32
IX.	Palatabilidad.....	34
X.	Materiales y Metodos.....	36
	• Desinfección y extendido de la semilla.....	36
	• Diseño del experimento.....	37

• Preparación de los extractos.....	38
• Revisión física para búsqueda evidente de hongos.....	39
• Muestreo .....	39
XI. Resultados.....	41
XII. Conclusiones y recomendaciones.....	60
XIII. Bibliografía.....	63

## INDICE DE IMÁGENES

I.	Cultivo en caja Petri de Hongo <i>Aspergillus</i> .....	11
II.	Taxonomía de <i>Aspergillus</i> .....	12
III.	Taxonomía y cultivo de hongo <i>Fusarium</i> .....	15
IV.	Taxonomía y cultivo de hongo <i>Rhizopus</i> .....	16
V.	Paisaje mexicano de gobernadora (" <i>Larrea Tridentata L</i> ").....	25
VI.	<i>El orégano mexicano ("lippia berlingieri schauer")</i> .....	27
VII.	Bulbo de ajo (" <i>Allium sativum</i> ").....	29
VIII.	Árbol de Neem (" <i>Azadirachta indica</i> ").....	30
IX.	Moringa (" <i>Moringa oleifera Lam</i> ").....	33
X.	<i>Fusarium spp</i> .....	41
XI.	<i>Aspergillus spp</i> .....	42
XII.	<i>Rhizopus spp</i> .....	43
XIII.	1° al 4° día de irrigación.....	44-47
XIV.	Crecimiento del 5° día de irrigación.....	48
XV.	Crecimiento del 6° día de irrigación.....	49-50
XVI.	Crecimiento del 7° día de irrigación.....	51-52
XVII.	Crecimiento del 9° día de irrigación.....	53-54
XVIII.	Crecimiento del 10° día de irrigación.....	55-56
XIX.	Crecimiento del 11° día de irrigación.....	57
XX.	Crecimiento del 12° día de irrigación.....	58
XXI.	Crecimiento del 13° día de irrigación.....	59-60

## **INTRODUCCION:**

La ganadería es una de las actividades económicas más importantes en México, sustentada en la explotación de pastizales naturales que representan cerca del 23 por ciento de la extensión territorial y en la siembra de 1,228,166 ha, para la producción de forrajes verdes, maíz, avena, sorgo (SAGARPA, 2017).

Existen limitantes fuertes en el desarrollo de los proyectos agropecuarios en México que se relacionan la baja disponibilidad de tierra para cultivo y el agotamiento de los recursos hídricos. Por ello, tecnologías como la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH), es una alternativa en la alimentación de los animales herbívoros. Por sus cualidades nutricionales el FVH puede ser una opción real de salvamento para los ganaderos, debido a su bajo costo y la facilidad de manejo durante todo el año (Rodríguez, 2003).

El forraje hidropónico (FVH), es una tecnología de producción de biomasa vegetal que se obtiene a partir de la germinación y crecimiento de semillas de cereales, es de alta digestibilidad, alta calidad nutricional y por lo tanto, es apto para la alimentación animal. El sistema ofrece una alternativa muy valiosa para la producción rápida y simple de forraje verde en época de sequía, suplemento que en estas condiciones resulta ser importante fuente de alimento para el ganado y que significa la diferencia entre perder peso, perder precio o hasta perder al mismo animal (Rodríguez, 2003).

El FVH se produce en ausencia del suelo y en condiciones protegidas donde se controlan

algunas variables ambientales (luz, temperatura y humedad). Usualmente se utilizan semillas de maíz, avena, cebada, trigo, sorgo entre otras. El proceso se realiza en contenedores de plástico rígido (charolas) por un periodo de entre 10 a 14 días, con riegos de agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 cm, a partir de ese momento, se continúan los riegos con una solución nutritiva con el fin de proporcionarle los nutrimentos necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Hidalgo, 1985; Morales, 1987).

Hoy en día, la técnica de hidroponía juega un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura. La presión por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la falta y contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han influenciado la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos. Es importante mencionar que la tecnología FVH, es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje, de manera que un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados por su equivalente en FVH debido a que éste ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal (Arano, 1998).

Con esta producción se obtiene en corto tiempo un alimento de alta sanidad y calidad nutricional para el ganado, en cualquier época del año y localidad geográfica, siempre y

cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello (Amaya, 1998).

Existe poca información científica en relación a la producción de FVH en la Comarca Lagunera, haciéndose necesario llevar a cabo diversos estudios que aporten información confiable de este sistema productivo bajo las condiciones climatológicas que la entidad posee.

La producción de plantas en cultivos hidropónicos se puede ver afectada por enfermedades relacionadas con el crecimiento y la calidad del cultivo. Las enfermedades que se observan en este estudio son con mayor frecuencia causadas por hongos, afectando directamente al forraje hidropónico. (Amaya, 1998).

## **OBJETIVOS:**

### **General:**

Evaluar el crecimiento y proliferación de poblaciones de hongos en forraje verde hidropónico producido de semilla de maíz, trigo, sorgo y avena, cuando se irriga con agua que contiene 0.5 % de extractos de gobernadora, orégano, ajo, neem y moringa durante 13 días.

### **Específicos:**

- 1.- Caracterizar las poblaciones de hongos que proliferen en el FVH a lo largo del proceso de producción.

2.- Evaluar en comportamiento de los cultivos en presencia de los extractos.

### **HIPOTESIS:**

Algunos extractos vegetales tienen la capacidad para inhibir el crecimiento poblaciones de hongos en el Forraje Verde Hidropónico sin afectar su desarrollo o la calidad del alimento.

### **ANTECEDENTES:**

El cultivo de plantas en agua o solución nutritiva, es un método de cultivo referido como hidroponía (hidro: agua, ponos: labor), que ha sido practicado por siglos en México. El origen de la hidroponía se remonta a los descubrimientos hechos en el siglo XVI, al determinar qué sustancias hacían crecer a las plantas y de que elementos estaban compuestas. En cuanto a la hidroponía, se define como la ciencia que estudia a los cultivos sin tierra, siendo un sistema de producción donde las raíces están expuestas directamente a una solución nutritiva, que contiene todos los elementos esenciales necesarios para su crecimiento y desarrollo. La hidroponía es un sistema de cultivo que tiene como objetivo optimizar y sustituir al suelo, y por lo tanto proporcionar a las plantas las condiciones idóneas. Una de las características importantes al cultivar plantas en un medio sin tierra es que permite tener más plantas por unidad de superficie, las cosechas se madurarán más rápidamente y producirán rendimientos mayores y más uniformes, se

optimiza el uso del agua y no se usa suelo, los fertilizantes disueltos en el agua pueden reusarse, además, la hidroponía permite ejercer un mayor control sobre las plantas, con resultados más seguros. (INTAGRI, 2017)

El sistema fue inicialmente desarrollado y aprobado en Australia, donde se convirtió en un salvavidas para los ganaderos que lucharon en uno de las peores sequías por décadas, donde muchos han demostrado gran interés, ya que ofrece soluciones rentables a lo largo plazo. La producción del FVH es una práctica sencilla, de fácil adaptación y manejo cuyo posible origen ya documentado se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691), hizo los primeros experimentos de cultivos sin tierra, sino solamente en agua. Pocos años después, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de algunos granos, así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1960; y Ñíguez, 1988).

El FVH tiene muchas cualidades nutricionales y de bajo costo de producción, por lo que puede ser una alternativa nutricional seria para personas y animales amenazados por la malnutrición. Lo extraordinario del sistema, es que reduce sustancialmente el costo de la alimentación, un kilogramo de semilla de maíz o trigo puede convertirse, en tan solo 10 a 14 días, en 12 kilos de FVH natural que puede consumir cualquier animal. (López Martínez, 2005)

## **VENTAJAS DEL FVH.**

Las ventajas del sistema de producción de forraje verde hidropónico son: ahorro de agua, al utilizar el sistema de FVH la pérdida de agua por escurrimiento superficial, infiltración y evapotranspiración es mínima comparada con la producción convencional de forraje. La técnica del forraje hidropónico emplea aproximadamente 2 litros de agua para producir un kilogramo de forraje, lo que equivale a 8 litros para promover un Kg de materia seca de FVH (considerando un 25% de materia seca del FVH), cantidad notablemente menor a los 635 litros de agua por Kg de materia seca producida de avena, cebada, trigo, maíz y sorgo respectivamente, cultivado a campo abierto. (Juárez, et. al. 2013)

Menor costo de producción y eficiencia en el uso del espacio. En general, el costo de producción de FVH es 10 veces menor comparado con la producción de cualquier forraje en espacios abiertos. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en sistema vertical lo que optimiza el uso del espacio útil por metro cuadrado. (Juárez, et. al. 2013)

Eficiencia en el tiempo de producción, el forraje hidropónico tiene un ciclo de 10 a 14 días. En algunos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza después de los 14 días, a pesar de que el óptimo definido por varios estudios ha demostrado que la cosecha no debería extenderse más allá del día 12, debido a que a partir de ese día el valor nutricional del FVH disminuye. (Juárez, et. al. 2013)

La calidad del FVH, es un alimento succulento de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del periodo de crecimiento), y de adecuada aptitud comestible para los animales. Su valor nutritivo deriva de la germinación de las semillas. Es rico en vitaminas, especialmente la vitamina A y E, contiene carotenoides que varían de 250 a 350 mg por Kg de materia seca (MS), posee una cantidad de hierro, calcio y fósforo, su digestibilidad es alta puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa. La inocuidad del forraje hidropónico, producido en condiciones adecuadas de manejo representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de plagas ni enfermedades. (Juárez, et. al. 2013)

#### **DESVENTAJAS DEL FVH:**

Desinformación y falta de capacitación, en la producción del FVH, se debe considerar las especies forrajeras y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de agua, nutrientes, condiciones de luz, temperatura, humedad relativa, entre otros. Asimismo, la producción de FVH es una actividad continuada y exigente en cuidados diariamente, por lo que la falta de conocimientos e información pueden representar desventajas para los productores. (Juárez, et. al. 2013)

Además de la demanda de tiempo para la atención del producto, la amenaza más seria que sufre esta actividad es la contaminación del FVH con microorganismos que aprovechan los altos niveles de humedad y el exceso de carbohidratos y otros nutrientes presentes durante el proceso. (Juárez, et. al. 2013)

## **Agentes de contaminación del FVH.**

### ***Aspergillus***

Existe una fuerte correlación entre el crecimiento de bacterias, hongos y nemátodos con el pH, y su supervivencia y proliferación difícilmente se encuentra a un pH superior a 10, por lo que el control del PH es fundamental para asegurar la sanidad del cultivo de FVH (Quiles 2003).

Aparentemente los patógenos más frecuentemente encontrados en el FVH pertenecen a los géneros *aspergillus*: *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, se encuentran en el suelo y crecen a gran velocidad sobre materia orgánica corrupta. Generalmente sus colonias son de color amarillo, verde-amarillo, amarillo-marrones, o verdes; granulares, aterciopeladas, o algodonosas; y tienen una saliente periférica blanca y un margen distintivo. Las aflatoxinas que son producidas por las especies del *aspergillus* son ubicuas en climas húmedos y calientes. *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* no pueden crecer o producir aflatoxinas en sustratos con actividad de agua menor de 0.7; humedad relativa menor a 70% y temperaturas por debajo de 10.C. Cuando están bajo condiciones de stress tales como sequía o infestación por insectos, contaminarse por aflatoxinas es probablemente alta. Generalmente las condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura muy altas conducen a aumentar el crecimiento del hongo en el alimento almacenado y a la producción de altos niveles de aflatoxinas. (Cornejo C. & Villarroel G., 2012)

El crecimiento de *aspergillus* y la contaminación de los productos con aflatoxinas son una consecuencia de la interacción entre el hongo, el anfitrión y el ambiente. La combinación apropiada de estos factores determina la infestación y la colonización del sustrato, y el tipo y la cantidad de aflatoxina producidos. Sin embargo, se requiere para el crecimiento del hongo y la producción subsiguiente de la toxina un sustrato conveniente, aunque el factor(s) exacto que inicia la formación de la toxina no está bien entendido. (Cornejo C. & Villarreal G., 2012)

### **Morfología**

El color es la principal característica macroscópica para la identificación de los grupos de aspergilos. Poseen distintos tonos de verde, pardo, amarillo, blanco, gris y negro. Las cabezas conidiales presentan bajo el microscopio cuatro formas básicas: globosa, radiada, columnar o claviforme y a simple vista las más grandes suelen parecer diminutos alfileres sobre el sustrato (Kozakiewicz 1989).

En los aspergilos, los conidios constituyen cadenas que se originan en la célula conidiógena o fiálide. En algunos aspergilos hay células adyacentes a las fiálides denominadas métulas o células de soporte. Los *Aspergillus* poseen una o dos series de células sobre la vesícula, o bien presentan simultáneamente cabezas de ambos tipos (Kozakiewicz 1989).

Las características macro y micromorfológicas, tales como el color de los conidios, la forma de la cabeza, la superficie y dimensiones del conidióforo, la forma y textura de las

esporas, han permitido agrupar los aspergilos en secciones o grupos.

## **Identificación**

Tradicionalmente se hace en base a las características macro y micromorfológicas en diversos medios de cultivo incubados a distintas temperaturas (Klich & Pitt 1992), debido a la necesidad de conocer el contaminante para orientar la búsqueda de micotoxinas en un producto. Se han desarrollado métodos inmunológicos rápidos para la identificación de los hongos contaminantes de granos y otros productos vegetales (Banks et al.1992) y técnicas moleculares en base al polimorfismo del ADN nuclear y mitocondrial, el polimorfismo de tramos de fragmentos amplificados (AFLP), el polimorfismo de tramos de fragmentos de restricción (RFLP) y el polimorfismo del ADN amplificado al azar (RAPD) para estudios a nivel intra- e inter-específico (Geiser et al. 2000, Scott & Straus 2000, Voetz & Rath 2002).

Para el aislamiento se usan medios selectivos (Rosa de Bengala, Rosa de Bengala-Diclorán) con inhibidores de la proliferación bacteriana y del desarrollo exuberante de algunos mohos dando oportunidad a todas las esporas de originar una colonia, aunque restringida, si el número no es demasiado grande. Si solamente interesa determinar la presencia de *A. flavus* y *A. parasiticus* se suele sembrar sobre el medio AFAP que es selectivo para dichas especies (Pitt & Hocking 1997)

## Ambiente

La ubicuidad de los aspergilos es debida a su capacidad para crecer a diferentes temperaturas sobre substratos con diverso contenido de humedad. La colonización de los granos durante el almacenamiento, por *Aspergillus* y otros mohos, se produce de forma explosiva cuando la humedad relativa ambiente intergranular se eleva por sobre el 70%, sin que se desencadene aún el fenómeno de brotación (Eguiazú 1984).

El rango de temperatura para el crecimiento va desde 0-5°C para *A. glaucus* hasta 50-55°C para *A. fumigatus*, estando el óptimo entre 30-33°C para la mayoría de las especies. Si unos granos con un contenido de humedad del 15% no fueron afectados por los aspergilos durante un año es porque la temperatura de almacenamiento estuvo por debajo de 5-10°C (Kozakiewicz 1989). (Carrillo , 2003)



Cultivo en caja Petri de Hongo *Aspergillus*.



*Taxonomía de hongo aspergillus.*

### ***Fusarium:***

La forma y tamaño de las esporas es la característica principal para el reconocimiento de los fusarios. Las esporas están dispersas en el micelio aéreo o en esporodocios o masas limosas (pionotos). Los macroconidios son curvados, pluriseptados, con una célula apical más o menos puntiaguda y en muchas especies con una célula basal en forma de pie. Los microconidios son comúnmente unicelulares, elipsoidales, fusiformes, claviformes, piriformes o subglobosos, similares en ancho a los macroconidios, con una

base redondeada o truncada, por lo general formando cabezuelas mucosas, pero en algunas especies en cadenas basípetas. No siempre son producidos ambos tipos de esporas. Los conidióforos del micelio aéreo en algunos casos sólo constan de una célula conidiógena, en otros están ramificados, a veces en verticilos. Las monofiálides producen conidios desde una sola abertura y en las polifiálides surgen las esporas desde más de una abertura en la misma célula (Booth 1971).

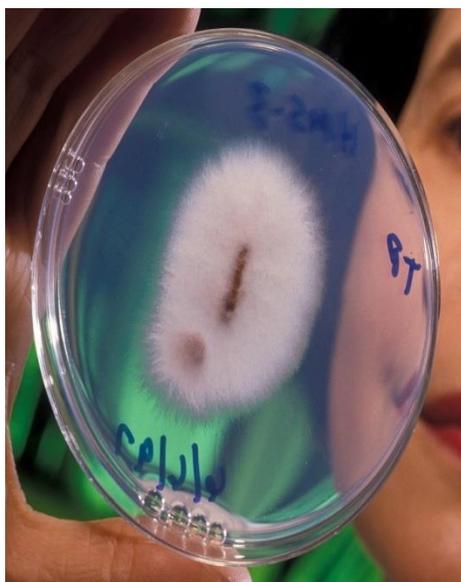
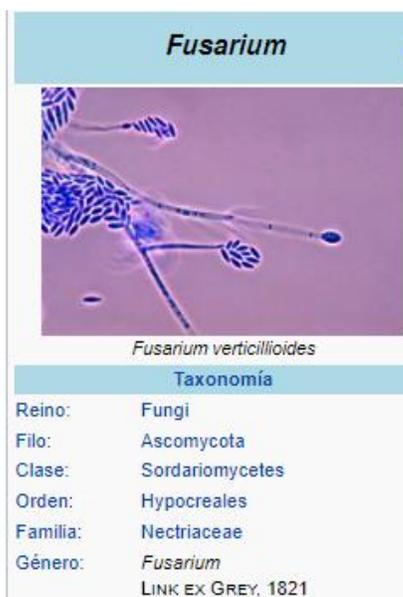
La presencia de una célula basal con forma de pie en los *macroconidios* se considera característica de *Fusarium* pero varios géneros de *Coelomyces* también la tienen. A su vez unas pocas especies de *Fusarium* presentan conidios pluriseptados sin esa célula basal y se las llama mesoconidios. Algunas especies presentan clamidosporas terminales, laterales o intercalares, a veces formando cadenas. Las células conidiales ocasionalmente se transforman en clamidosporas. Algunas especies forman esclerocios irregulares, de color beige, ocre, pardo o gris oscuro. (Seifert 2001).

Las colonias de los distintos fusarios que crecen moderada a profusamente, tienen diversos colores (blanco, rosado pálido, rojo, anaranjado, púrpura, celeste, verde aceituna o pardo), especialmente en el el reverso de la colonia, excepto pardo oscuro o negro. El micelio es ralo o denso, ya sea algodonoso, como un fieltro o con una zona central de funículos, pero en algunos casos es limoso. Hay fusarios con pionotos de color anaranjado. Los pigmentos que difunden en el agar suelen variar de color o tono con el pH. Algunas especies presentan zonas concéntricas de distinta morfología macroscópica debido a la secuencia luz - oscuridad (Seifert 2001).

Los teleomorfos producen peritecios y pertenecen a los géneros *Cosmospora*, *Gibberella*, *Nectria* (*Albonectria*, *Haematonectria*), *Monographella* y *Plectosporium* (Samuels et al. 2001). La mayoría de las especies son heterotálicas. Ocasionalmente se suele observar a *N. haematococca* Berk. & Br. (*F. solani*) en los cultivos corrientes y con frecuencia los peritecios de la homotálica *G. zeae* (Schw.) Petch (*F. graminearum*) al prolongar la incubación (Booth 1971). (Carrillo, 2003)

*Fusarium* es un extenso género de microhongos filamentosos ampliamente distribuido en el suelo y en asociación con plantas. La mayoría de las especies son saprofitas y son unos miembros relativamente abundantes de la microbiota del suelo. Las esporas del hongo son fácilmente reconocibles al microscopio por su forma de media luna o de canoa. Algunas especies producen micotoxinas en los cereales y que pueden afectar a la salud de personas y animales si estas entran en la cadena alimentaria. Las principales toxinas producidas por estas especies de *Fusarium* son *fumonisin*as, *tricotecenos* y *zearalenona*. (Carrillo, 2003)

Son patógenos facultativos (saprofitos facultativos), capaces de sobrevivir en el agua y suelo alimentándose de materiales en descomposición. Son importantes agentes de contaminación en los laboratorios de microbiología. Algunas especies son fitopatógenas causando la enfermedad conocida como *fusariosis*. (Carrillo, 2003)



*Taxonomía y cultivo de Hongo Fusarium.*

### ***Rhizopus:***

Las especies de *Rhizopus* producen esporos asexuales y sexuales. Los esporangiosporos asexuales se producen dentro de una estructura aguzada, el esporangium, y son genéticamente idénticos a su padre. En *Rhizopus*, el esporangio es soportado por una gran columela apofisada, y el esporangióforo asoma entre rizpodes distintivos. Cigosporos negros se producen después de dos fusiones compatibles de micelios durante la reproducción sexual. Y hacen colonias que pueden ser genéticamente diferentes de sus padres. Algunas spp. De *Rhizopus* son agentes oportunistas de cigomicosis humana. Pueden causar serias (y con frecuencia fatales) infecciones en humanos y en animales debido a su rápido crecimiento a relativamente altas temperaturas. Algunas especies son patógenos vegetales. Dos son usados en fermentación: *Rhizopus oligosporus*, en la producción de tempeh, un alimento

fermentado derivado de grano de soja; *R. oryzae* se usa en la producción de bebidas alcohólicas, en partes de Asia y de África. (Naranjo, 2011)

### Estructura, Metabolismo y Ciclo de Vida

*Rhizopus oryzae* se compone de cuatro estructuras principales, como esporangio, apófisis, esporangióforo y rizoide. Se desarrolla extendiendo filamentos llamados hypae a lo largo de la superficie del sustrato, y penetra en el sustrato con una estructura en forma de raíz llamada rizoide. *Rhizoid oryzae* digiere su comida fuera del cuerpo y la transporta dentro de su cuerpo. Puede hacer este paso mediante la reproducción sexual y asexual. Durante la reproducción asexual, esporangios llenos de esporas en la parte superior de hypae. A medida que se produce la reproducción, las esporas haploides de los esporangios se separan de los esporangios rotos. Estas esporas viajan a los otros organismos y envían una hypae alargada dentro del organismo para absorber nutrientes. A medida que se desarrolla, el nuevo hongo haploide puede producir más esporangios para iniciar otro ciclo de *Rhizopus oryzae*.



*Taxonomía y cultivo de Hongo Rhizopus*

## **AFLATOXINAS.**

Las aflatoxinas son pertenecientes a la familia de las micotoxinas, estas son sustancias químicas que son producidas por cepas toxigénicas de hongos, principalmente *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Dichas sustancias causan enfermedad y muerte, tanto en animales como en seres humanos. Las aflatoxinas frecuentemente son aisladas de alimentos tales como el maíz, arroz, maní y otros, que durante la postcosecha han tenido mal manejo. La enfermedad conocida como aflatoxicosis es producida por la gran ingesta de aflatoxinas. (Bogantes-Ledezma, et. al. 2004)

Las aflatoxinas son micotoxinas que son producidas por cepas toxigénicas de los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Este tipo de sustancias son altamente cancerígenas, ya que producen toxicidad y cáncer de hígado. Se han podido detectar en diferentes cultivos en el campo, cosecha, transporte y almacenamiento en el hogar. El maní y el maíz son productos que se pueden contaminar con facilidad. Las aflatoxinas suelen designarse con letras, que se refieren a una característica física o de otro tipo del compuesto, por ejemplo, las *B1* y *B2* presentan fluorescencia azul y las *G1* y *G2*, fluorescencia verde cuando se exponen a radiación ultravioleta de onda larga. (Bogantes-Ledezma, et. al. 2004)

Las cepas toxicógenas de *Aspergillus flavus* generalmente producen solo aflatoxina *B1* y *B2*, mientras que las cepas toxicógenas de *Aspergillus parasiticus*, producen aflatoxinas *B1*, *B2*, *G1* y *G2*. (Bogantes-Ledezma, et. al. 2004)

Las aflatoxinas son el tipo de micotoxinas que más han sido estudiadas y controladas. Toxicológicamente son consideradas como toxinas potentes, ya que tienen relación con la génesis del cáncer, mutaciones puntuales y múltiples alteraciones en el desarrollo fetal. Varios experimentos realizados en animales nos han podido demostrar que las aflatoxinas producen toxicidad aguda y crónica. Los efectos agudos incluyen necrosis hepática, nefritis, y congestión pulmonar. Los efectos crónicos incluyen daño celular, carcinogenicidad, teratogenicidad y mutagenicidad en modelos animales. (Bogantes-Ledezma, et. al. 2004)

Inicialmente, el crecimiento del hongo y el metabolismo primario forman poca o ninguna aflatoxina. Con el paso del tiempo, el fósforo, el nitrógeno y algunos elementos traza son limitados y el crecimiento primario se reduce. Tienen acumulo de varios metabolitos primarios, entre ellos, piruvato, malato, acetato y aminoácidos que pueden provocar el desarrollo y estimulan e inducen la actividad de las enzimas del metabolismo secundario, por la ruta de la biosíntesis de los poliketidos, que esta a su vez provoca la biosíntesis de las aflatoxinas sobre la biosíntesis de los ácidos grasos en las cepas toxigénicas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. (Bogantes-Ledezma, et. al. 2004).

Las pérdidas de los productores de ganado y de aves de corral incluyen la muerte y también efectos más sutiles como la supresión del sistema inmune, tasas de crecimiento reducidas y pérdidas en eficacia de la alimentación. Otros efectos económicos adversos incluyen producciones más bajas de alimentos y fibras. (Cornejo C. & Villarroel G., 2012).

## LA ENFERMEDAD EN LOS ANIMALES

Cuando se manifiesta la fase aguda de la enfermedad, la *aflatoxicosis*, es fundamentalmente una enfermedad hepática. La susceptibilidad de los animales a las aflatoxinas varía considerablemente dependiendo de la especie, la edad, el sexo, y el estado de nutrición. Las aflatoxinas pueden causar daño hepático, y una gran disminución de la producción de leche y huevos. La infección recurrente da como resultado la supresión de la inmunidad y el subsecuente ataque por patógenos, como, por ejemplo, *salmonella*. (Cornejo C. & Villarroel G., 2012).

Se ha observado además toxicidad del embrión en los animales que consumen concentraciones dietéticas bajas. Todos los animales son susceptibles, pero en distintos grados para las diversas especies. Dentro de una misma especie los jóvenes son los que son más susceptibles. Los síntomas clínicos de la aflatoxicosis en los animales incluyen la disfunción gastrointestinal, fertilidad reducida, utilización y eficacia reducida de la alimentación, anemia e ictericia. Los animales lactantes pueden ser afectados como resultado de la conversión de la *aflatoxina B1* a la *aflatoxina M1*, excretada en la leche. (Cornejo C. & Villarroel G., 2012).

La *aflatoxina B1*, la *aflatoxina M1*, y la *aflatoxina G1* han sido asociadas como agentes causales de varios tipos de cáncer en las diversas especies animales. Sin embargo, solamente la aflatoxina B1 es considerada por la Agencia internacional para la

Investigación sobre el Cáncer (IARC) con suficiente evidencia como carcinogénico. (Cornejo C. & Villarroel G., 2012).

### **Control de microorganismos que contaminan el FVH.**

Bajo condiciones controladas, ha sido posible obtener resultados altamente positivos en la producción y uso del FVH para alimentación animal, pero cuando esta tecnología se lleva al campo de la producción, se presentan altos niveles de contaminación por hongos y bacterias que prácticamente inutilizan el producto para la alimentación animal. Los productores reportan frecuentemente la presencia de hongos en etapas medias del desarrollo del producto. Para controlar el crecimiento de hongos y bacterias se utilizan un número importante de productos químicos y en este trabajo se pretende evaluar la eficiencia de algunos productos naturales extraídos en forma de tinturas (Salazar 1994).

### **Hidróxido de calcio o Cal:**

El hidróxido de calcio es un extraordinario agente de combate a contra micro organismos de todo tipo, no es tóxico y es muy fácil de conseguir. Su mecanismo de acción se sustenta en su capacidad de inducir una muy alta alcalinidad y con ello evitar que la descomposición de los azúcares promuevan un medio favorable para el crecimiento de hongos y bacterias (Salazar 1994).

**Benzoato de Sódio:**

Se utiliza desde hace mucho tiempo como agente inhibidor del crecimiento y desarrollo de poblaciones de hongos y levaduras en la industria alimentaria. Se utiliza como conservador en conservas y alimentos que lleguen a altas condiciones de acidéz. El benzoato sódico sólo es efectivo en condiciones ácidas ( $\text{pH} < 3,6$ ) lo que hace que su uso más frecuente sea en conservas, en aliño de ensaladas (vinagre), en bebidas carbonatadas (ácido carbónico), en mermeladas (ácido cítrico), en zumo de frutas (ácido cítrico) y en salsas de comida china (FAO 2001).

**Sorbato de potasio:**

Es un conservador suave e inocuo, ideal como preservador de alimentos. Es una sal de potasio del ácido sórbico de fórmula molecular es  $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2\text{K}$  y su nombre científico es (E, E)-hexa-2,4-dienoato de potasio. El sorbato de potasio es utilizado en una variedad de aplicaciones incluyendo alimentos, vinos y cuidado personal, retarda el crecimiento de las levaduras y otros tipos de hongos y el crecimiento de bacterias. (Wikipedia, 2021).

**Ozono:**

Es un gas incoloro que existe naturalmente en la atmósfera, pero también se puede producir artificialmente fisionando la molécula de oxígeno por algún método como el de una descarga eléctrica, por luz ultravioleta o por reacciones electrolíticas y químicas. Es oxígeno enriquecido  $\text{O}_3$ , consta de tres átomos de oxígeno. Es inestable y se

descompone con cierta facilidad en oxígeno normal O<sub>2</sub>. Es un fuerte oxidante y debido a esta característica actúa con gran eficiencia como desinfectante (Robles, et al, 2010)

### **Productos naturales para el control de microorganismos:**

Existen numerosos reportes que describen el poder antimicrobiano de algunos productos naturales que se utilizan de manera preferente en algunas regiones para el control de infecciones e infestaciones en organismos vivos. De entre ellos, es importante considerar aquellos que se puedan obtener sin dificultad en el área geográfica del estudio y que tengan reportes serios de acción anti microbiana (Moreno-Limon, S., et al., 2011).

Para el Norte de México se tomaron en cuenta los siguientes especímenes:

#### **Extractos de gobernadora.**

En el norte de México, existen recursos forestales como *Larrea tridentata* L. (gobernadora), es un arbusto que pertenece a la familia *Zygophyllaceae*, de porte erecto, ramificado desde la base, perennifolio, de 0.6 a 3 m de altura. Se distribuye abundantemente en el norte del país, de la Península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo en altitudes que van en el rango de 400 a 1800 m.s.n.m. Crece en los sitios más secos de México, en terrenos planos, laderas, lomeríos bajos (originados de materiales geológicos del cretácico superior e inferior) y en planicies aluviales (Rivera, 1986), cuya importancia crece al descubrir diferentes propiedades y aplicaciones en la industria de agroquímicos y farmacéutica. Numerosos estudios han demostrado que los extractos de

governadora tienen acción antifúngica bajo condiciones *in vitro* en al menos 17 hongos fitopatógenos de importancia económica (Lira-Saldivar et al., 2003; Vargas Arispuro et al., 2006; Jasso et al., 2007).

De igual manera, extractos y material vegetativo molido en polvo e incorporado al suelo han confirmado inhibir o controlar *in vivo* seis hongos en cultivos agrícolas (Lira-Saldivar et al., 2003; Vargas Arispuro et al., 2006; Jasso et al., 2007).

Se ha reportado que la resina extraída de *L. tridentata* muestra actividad fungicida contra *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium spp* y otros hongos fitopatógenos (Brinker, 1993). (Tequida-Meneses et al., 2002) reportan que extractos alcohólicos de *L. tridentata* inhibieron el crecimiento de *A. flavus*, *A. níger*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Fusarium poae* y *F. moniliforme* en un rango de 41.5% hasta 100% tomando en cuenta tanto los extractos metanólicos como etanólicos.

(Moreno-Limon, S., et al., 2011)

La actividad antifúngica de los lignanos fue evaluada por la inhibición del crecimiento radial de *A. flavus* y *A. parasiticus*. El ácido nordihidroguayarático (NDGA) extraído de *L. tridentata* fue muy efectivo inhibiendo ambos hongos a 300 y 500 ppm. Este compuesto quizá tiene potencial para el control de hongos productores de aflatoxinas (Vargas-Arispuro et al., 2006). Con base en esta información queda claro el potencial que tiene este arbusto de las zonas áridas para elaborar productos orgánicos vegetales derivados de su resina, que ayuden a promover una agricultura sostenible y de menor impacto

ambiental (Lira-Saldivar et al., 2003). (Moreno-Limon, S., et al., 2011)

### **Uso de planta Gobernadora en agricultura.**

Una de las especies vegetales representativa en el noroeste de México, *Larrea tridentata* más conocida como “gobernadora” es una fuente invaluable de moléculas biológicamente activas, tales como diversos metabolitos secundarios que presentan actividad biocida. Este arbusto dominante del desierto de Sonora, se caracteriza por tener un potente antioxidante en hojas y tallos jóvenes llamado ácido nordihidroguaiarético (ANDG) que posee actividad fungicida (Arteaga et al., 2005), y compuestos metilados derivados de este ácido que han despertado el interés por su actividad antiviral (Gnabre et al., 1996).

Debido al efecto inhibidor en numerosos sistemas enzimáticos, la gobernadora tiene un amplio espectro como agente antiséptico, que se ha probado al evaluar *in vitro* diversas dosis de los extractos en 45 bacterias fitopatógenas como nematocida (Lira-Saldivar, 2003)., se reporta la inactivación de nemátodos colectados de suelo infestado donde se tenía sembrado melón (*Cucumis sativus*), vid (*Vitis vinifera*) y nogal (*Carya illinoensis*) (Lira-Saldivar, 2003).

Las propiedades anti fúngicas de la gobernadora han sido estudiadas y evaluadas con trabajos e investigaciones desde hace aproximadamente 40 años mediante ensayos *in vitro*. Se ha demostrado actividad anti fúngica *in vitro* (Felix, 2018).

La gobernadora se encuentra reportada con estudios para el control de microorganismos patógenos que afectan a los cultivos agrícolas, que se presentan con efectos fungicidas.

(Felix, 2018)



*Paisaje típico del desierto mexicano donde la gobernadora es un arbusto de crecimiento común.*

### **Extractos de orégano mexicano (“*lippia berlingieri schauer*”).**

El nombre orégano proviene de la palabra griega “*Origanum*” y es derivada de dos palabras, “*oros*” montaña y “*ganos*” alegría, que hace alusión a la apariencia alegre que le da esta planta a las laderas de los montes donde crece (Olivier, 1997).

El orégano es una riqueza florística con las que cuentan los montes y territorios mexicanos; se utilización se conoce desde tiempos ancestrales es usada como planta medicinal y como condimento de platillos regionales, la cual esta ha sido poco estudiada

en comparación con el orégano del mediterráneo (Silva, 2009).

Los componentes químicos principales de esta planta son el timol, el carvacrol y el pcimeno, que son fáciles de obtención por medio del aceite esencial; se les atribuyen actividades antioxidantes y antimicrobianas, además de que estos son los responsables de su olor característico (Silva, 2009).

### **Uso del orégano:**

La importancia del orégano es aún más mayor cuando es posible encontrar otras propiedades distintas a las tradicionales (alimentos, perfumería, y fármacos). Se hicieron estudios actuales los cuales indican que el aceite de orégano ejerce poder inhibitorio sobre el crecimiento de hongos (Silva, 1998). Se ha reportado efectividad del aceite de orégano como fungicida contra: *Candida albicans*, *Phymatotricopsisomnivora*, *Rhizopus spp*, *Fusarium oxisporum* y *Phytoppthora capsici* (Portillo et al; 2005).

Como agente antimicrobiano, la efectividad del orégano se ha analizado principalmente contra bacterias Gram positivas y gran negativas y hongos. En bacterias se ha analizado su actividad como agente inhibidor de crecimiento en *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, encontrando que las cepas Gram positivas son más susceptibles a los extractos del orégano. Por otra parte, también ha resultado ser buen antifúngico en cepas contaminantes de alimentos como *Penicillum*, *Aspergillus*, *Geotrichum* y *Bipolaris* (Portillo-Ruiz et al., 2005).

Los efectos de los diferentes aceites esenciales, entre ellos de orégano, comprueba el poder antimicótico del orégano contra *Aspergillus ochraceus* y es un inhibidor de su micotoxina, la *ocratoxina A*. El aceite de orégano es poseedor de actividad antiparasítica contra insectos, ácaros, hongos, bacterias, nemátodos y plagas que atacan granos almacenados y contra *Musca domestica* (Isman, 2000). (Trinidad Olague, 2013)



*El orégano mexicano (“lippia berlingieri schauer”), es una planta de amplia diseminación en todo el territorio Nacional y es una de las fuentes de ingresos más importantes en el otoño entre los pobladores del semidesierto..*

### **Extractos de ajo**

El ajo (*Allium sativum*) es un bulbo que pertenece a la familia *Amaryllidaceae*, la cual se caracteriza por tener un sistema radicular que está constituido por una raíz bulbosa compuesta de 6 a 12 bulbillos, reunidos en su base por medio de una película delgada para formar la “cabeza del ajo” (Bender & Bárcenas, 2013; Còrdova, 2010), se ha

utilizado por diversas civilizaciones para la elaboración de alimentos y en múltiples preparaciones medicinales y su origen se ha considerado que se pudo haber dado en Asia Central y de ahí haber migrado a Arabia, Egipto, India, China y al Mediterráneo (Ledezma & Apitz, 2006; Torija, et. al. 2013).

El interés de la ciencia por la capacidad antifúngica del ajo se remonta hacia el siglo pasado, Timonin y Thexton (1951) y Tansey (1975) estos observaron que los extractos acuosos del ajo inhiben el crecimiento de distintas especies de hongos. Actualmente se conocen más de 100 compuestos biológicamente activos que se derivan de *Allium sativum* contenidos sobre todo en el bulbo. De ellos se destaca una sustancia sulfurada inodora llamada aliína que por acción de aliinasa se convierte en esencia de ajo y levulosa. (Segovia-Juárez, et. al. 2019)

La esencia de ajo contiene la alicina, a la cual se le atribuyen efectos antimicrobianos y antimicóticos *in vitro*, contra *Candida albicans* y algunos hongos, principalmente dermatofitos y levaduras patógenas para el hombre. (Segovia-Juárez, et. al. 2019)



*El bulbo del ajo es ampliamente conocido por sus características gastronómicas y propiedades medicinales en todas las regiones de México y el mundo*

### **Extractos de neem.**

El extracto de Neem (*Azadirachta indica*) es un insecticida natural que es utilizado en la agricultura ecológica y jardinería para combatir plagas y hongos. Este puede ser usado como preventivo y es aplicado mediante pulverización o se puede usar a través del riego para combatir las plagas desde dentro de la planta, ya que este le da un gusto amargo a la savia. (Jimenez, 2021)

El Aceite de Neem o extracto de Neem es un producto extraído del árbol del Neem, concretamente de sus frutos. Su principal uso es mediante pulverización o por riego para combatir las plagas y para prevenir de los hongos que puedan afectar a los cultivos de

tu huerta.

### ¿Qué contiene el aceite de neem?

El extracto de Neem contiene muchas sustancias activas y derivados que afectan cada una de ellas a los diferentes insectos que queremos combatir. Algunos son *Azadirona*, *Nimbolina*, *Vepinina* y están presentes en el aceite que se extrae de las semillas, la *Amorastaitina* y *Vilasinina* presentes en las hojas y la *Geduninina*, *Nimbina* y *Salanina* en las hojas y semillas. Tiene como funcionamiento regular el crecimiento de los insectos, ya sea por contacto directo o por ingestión, ya que inhibe el desarrollo de los estados inmaduros como las pupas o larvas. De igual manera tiene un efecto antialimentario, repelente, de confusión sexual e impide que las hembras pongan más huevos. No son efectos inmediatos, sino que irán pasando a lo largo de los días.

(Jimenez, 2021)



*El árbol de Neem es originario de la India, llamado nimbo de la India o margosa de la*

*India, cuyo nombre científico es Azadirachta indica, tiene propiedades medicinales, aunque su uso es insecticida y fungicida para combatir plagas. (Jimenez, 2021)*

### **Extractos de moringa**

La Moringa (*Moringa oleifera Lam*) es originaria de la zona de los Himalayas (Sanjay & Dwivedi, 2015). Se introdujo a América como especie comestible durante el siglo XIX (Falasca & Bernabé, 2008), o quizá en la época colonial desde Filipinas por los tripulantes de la Nao de China (Olson & Fahey, 2011). Esta una de las 13 especies identificadas de la familia *Moringaceae*, pertenece al género *Moringa*. Es identificada por sus hojas pinnadas y su vaina larga y leñosa, que cuando madura se abre en tres valvas, la cual contienen las semillas con tres alas (Olson & Fahey, 2011).

Esta planta es consumida como alimento por su alto valor nutricional, y de acuerdo con la medicina ayurvédica (Singh, 2012) se le atribuyen propiedades para el tratamiento de algunos padecimientos como asma, epilepsia, enfermedades de los ojos y de la piel, fiebre y hemorroides (Sanjay & Dwivedy, 2015). La semilla también es usada como tratamiento de agua de río con sólidos suspendidos y aguas subterráneas (Aziz, et. al. 2015; Lijesh & Malhotra, 2016; Sasikala & Mutdurama, 2015), y como además como una fuente de aceite para la producción de biodiesel (Mofijur et al., 2014; Rahman et al., 2014; Sharma, et. al. 2009).

Dentro de la semilla de moringa se ha logrado identificar proteínas, fibra, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas, minerales (Amaglo et al., 2010; Asiedu-Gyekye, et. al. 2014), metabolitos secundarios (carotenos y tocoferoles) (Amaglo et al., 2010; Cheehpracha et

al., 2010) y algunos metabolitos minoritarios (Föster, et. al. 2015); esto es un indicativo de que puede ser materia prima para la industria alimentaria, de alimentos balanceados para animales y de cosméticos (Aney, et. al. 2009)

### **Taxonomía y características botánicas**

*Moringa oleifera* (Familia *Moringaceae*) es una de las 13 especies del género *Moringa*. Es identificada por el fruto en forma de vaina larga y leñosa, que al momento de madurar se abre en tres valvas, y contiene las semillas trivalvas con alas longitudinales. Sus hojas pinnadas están divididas en folíolos dispuestos sobre un raquis. Las flores son zigomórficas con cinco pétalos, cinco sépalos, cinco estambres funcionales y varios estaminodios; tienen pedicelos e inflorescencias axilares. La planta posee tallos erectos y raíces tuberosas (Olson, 2010; Olson & Fahey, 2011). Es un árbol que puede alcanzar hasta 10 m de altura (Paliwal, et. al. 2011).

### **Características agronómicas**

*M. oleifera* tiene su crecimiento en zonas tropicales (en lugares con baja altitud, < 2000 msnm) y también en diferentes tipos de suelos (arcillosos y arenosos), a excepción de los mal drenados. Esta es una planta que tiene como tolerancia todo tipo de condiciones de sequía, pero el estrés hídrico (precipitación pluvial mínima anual de 250 mm) afecta su crecimiento (Dubey, et. al. 2013). Es propagada por semilla y estaca (Nouman et al., 2014); y no es necesario que la cáscara de las semillas sea removida para su

germinación (Padilla, et. al. 2012).

Debido a las composiciones y condiciones climáticas, la planta se ve afectada por diferentes plagas (hormigas, zoomopos y especies de *Fusarium*) (Padilla et al., 2012). La aplicación de fertilizantes nitrogenados hacia la planta aumenta su producción de biomasa (Mendieta, et. al. 2012), y con biofertilizantes mejora su habilidad de metabolizar nutrimentos e incrementar su crecimiento (Zayed, 2012).

La zona geográfica y la época de cultivo influyen en la síntesis y concentración de metabolitos debido al tipo de suelo, clima, fertilización y disponibilidad de agua (Velazques-Zavala, et. al. 2016)



*Moringa oleifera* (Familia Moringaceae) es una de las 13 especies del género *Moringa*. Es identificada por el fruto en forma de vaina larga y leñosa, que al momento de madurar se abre en tres valvas, y contiene las semillas trivalvas con alas longitudinales.

## **Palatabilidad.**

La técnica que es más recomendada para la producción de FVH es la selección de la semilla y desinfectarla, las medidas de las charolas se establecen conforme al espacio del invernadero, desinfectarlas, colocar éstas con una inclinación en estantes verticales. Regar las charolas, mediante un sistema de riego por goteo, dos minutos cada dos horas. A los 8 días cosechar el FVH y ofrecerlo al ganado. En definitiva, el FVH es muy bien aceptado por el ganado bovino lechero, por lo que es deseable realizar pruebas que involucren una mayor cantidad de FVH en la dieta y observar su efecto sobre los diversos parámetros productivos, reproductivos y de salud animal. (Romero-Valdez, et. al. 2019)

El FVH es un tipo de alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad, y excelente valor nutritivo para cualquier animal (Dosal, 1987). (Perez del Angel , 2012)

Muchos experimentos y experiencias prácticas comerciales nos han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados por su equivalente en FVH. El FVH ha demuestra ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal. Brevemente, entre los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado: (Sánchez-Cortazzo, et. al. 2001)

- Aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al

suministrarles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (Morales, 1987).

- Aumento de producción en aves domésticas (pollos, gallinas, patos, gansos, etc.) a partir del uso del FVH (Falen y Petersen, 1969 y Bull y Petersen, 1969 citados por Bravo Ruiz, 1988), lográndose sustituir entre un 30 a 40 % de la dosis de ración peleteada pero asociado al riesgo, en casos de exceso en el uso de FVH, de un incremento de excreta de heces líquidas y fermentaciones aeróbicas del estiércol, malos olores de los locales, aumento de insectos voladores no deseados y aumento de enfermedades respiratorias especialmente en verano. (Sánchez-Cortazzo, et. al. 2001)
- Aumento de producción en vacas lecheras a partir del uso de FVH obtenido de semillas de avena variedad "Nehuén" y cebada cervecera variedad "Triumph" existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz y triticale. (Sepúlveda, 1994).
- La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México (Lomelli, 2000), con control del volumen de agua a aplicar, luz, nutrientes y CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico), demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11,6 m<sup>2</sup>(1.89 kg semilla/m.c.) una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m<sup>2</sup>/día). (Sánchez-Cortazzo, et. al. 2001)

- En todos los resultados mencionados anteriormente el sistema de producción de FVH ha posibilitado obtener mayor calidad de carne; aumento del peso vivo a la fecha de faena; aumento en la proporción de pelo de primera en el vellón de conejos; mayores volúmenes de leche; aumento de la fertilidad; disminución de los costos de producción por sustitución parcial de la ración por FVH (Hidalgo, 1985; Morales, 1987; Pérez, 1987; Bravo, 1988; Valdivia, 1996; Sánchez, 1997; Arano, 1998). (Sánchez-Cortazzo, et. al. 2001)

## **Materiales y Métodos**

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe municipio de Torreón, Coahuila, México.

Se seleccionaron semillas de los granos de más fácil acceso en la región; maíz, trigo, avena y sorgo (puede ser sorgo para grano, forraje o espiga). Se verificó que no tuvieran plagas o daños aparentes y se pesaron en una báscula electrónica. Se utilizó 1.00 kg de cada uno de los granos.

### **Desinfección y extendido de la semilla:**

De acuerdo con la información revisada, se lavó la semilla con agua corriente y jabón

detergente, se enjuagó por tres veces con agua corriente y se aplicó un 2.0 % de hipoclorito de sodio y se dejó reposar por dos minutos. Se enjuagó tres veces con agua corriente, se decantó el exceso de humedad y se extendió sobre charolas de plástico de 37 x 64 cm. El extendido se hizo procurando que no quedaran espacios huecos o muy delgados de grano extendido para evitar la deshidratación.

### **Diseño del experimento:**

Se utilizaron 4 tipos de grano diferentes, maíz, trigo, avena y sorgo que fueron irrigados con:

1. Agua corriente
2. Agua hervida
3. Agua conteniendo extracto de gobernadora
4. Agua conteniendo extracto de orégano
5. Agua conteniendo extracto de ajo
6. Agua conteniendo extracto de neem
7. Agua conteniendo extracto de moringa

Las charolas fueron irrigadas a las 08.00 h, 14.00 h y 20.00 h de cada día durante 13 días.

### **Preparación de los extractos:**

Una vez que se seleccionaron las plantas de la región con base en su disponibilidad y facilidad de consecución, además de los antecedentes reportados en la literatura con relación a su capacidad de inhibición y control del crecimiento de hongos y levaduras se seleccionaron para trabajar:

1. Gobernadora (*Larrea tridentata*), colectada en el ejido monterrey del municipio de Lerdo, Dgo.
2. Orégano silvestre (*Lippia berlandieri*), recolectado en el ejido monterrey del municipio de Lerdo, Dgo.
3. Ajo comercial fresco (*Allium sativum*), adquirido en la central de abastos de Torreón
4. Neem (*Azadirachta indica*), colectado en los jardines de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna y
5. Moringa (*Moringa oleifera*), también recolectado en los jardines de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

A partir de las plantas seleccionadas se preparó la tintura madre, utilizando la siguiente técnica;

Se trabajó con una extracción hidroalcohólica de hojas de 3 plantas, gobernadora, orégano y neem. Se utilizaron las semillas desnudas de la moringa y el bulbo del ajo. Las hojas de las plantas y las vainas para la obtención de la semilla de moringa se

recolectaron a principios del otoño de 2019, se trabajó con la relación 1:1:1 iniciando con extracción hídrica por 5 días para posteriormente hacer la extracción alcohólica por 16 días para completar los 21 días que en se realizó la filtración quedando la tintura madre lista para diluir de acuerdo a la necesidad de los tratamientos que se planteó serían de 0.05 % en el agua para riego. El procedimiento consistió en pesar 100 gramos de la muestra de la planta de la que se obtendría la tintura y se mezclaron con 50 gr de agua y 50 gramos en alcohol. Se dejaron reposar durante 5 días. Después de ese tiempo se mezclaron y se agregó la otra tercera parte de alcohol esto nos lleva a una relación 2:1 es decir, 2 partes de alcohol por una de agua más los 100 gramos de la planta/ semilla

#### **Revisión física para búsqueda evidente de hongos:**

Diariamente antes de los riegos de las 08.00 y 14.00 h, se revisó la base del crecimiento de la planta, donde emerge del paquete de semillas y debajo del cultivo, en la parte baja de la raíz, poniendo atención en que el ambiente fuera libre de contaminantes. Se registró el olor, buscando olor a rancio y se anotaron los datos buscando presencia de hongos.

#### **Muestreo para aislar y caracterizar las poblaciones e hongos:**

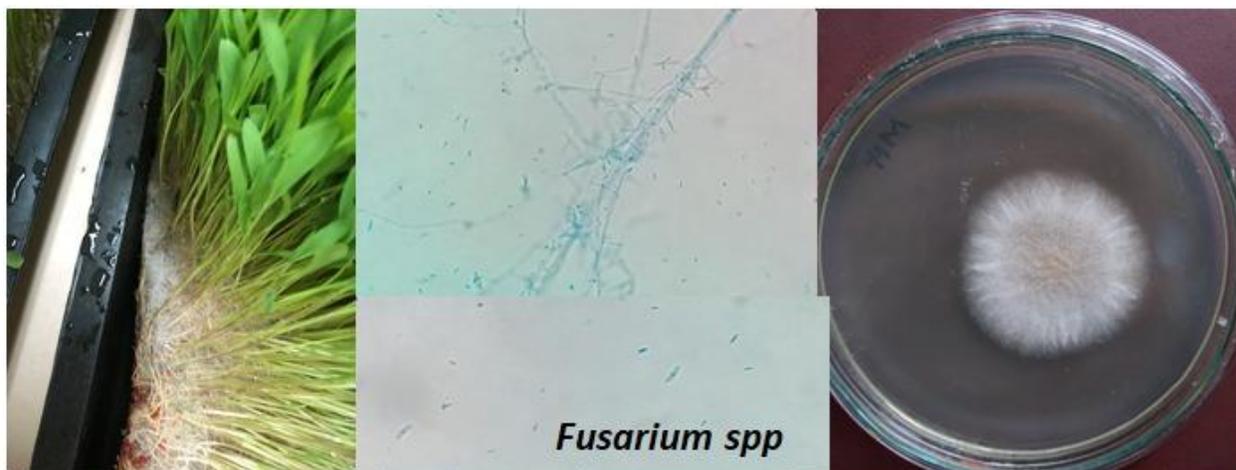
Aun sin mostrar alguna invasión de poblaciones de hongos, se tomó una muestra de exudado de líquido a partir del quinto día. Una vez que se manifestó la presencia de al menos una colonia de hongos en la base del cultivo o en el sitio donde emerge la planta, se tomó una muestra de la colonia utilizando un asa de platino y se depositó en una

caja de Petri conteniendo caldo nutritivo en agar-dextrosa-papa y se incubaron a temperatura ambiente por 72 horas. Las colonias que crecieron fueron a sus vez sub cultivadas en medio de agar dextrosa papa por otras 72 horas para limpiar las colonias e inmediatamente caracterizarlas. La caracterización se hizo mediante la morfología colonial macro y posteriormente microscópicamente mediante la técnica de Singer. Se utilizó azul de anilina como colorante. Para inactivar esporas trabajarlas sin riesgo de contaminación al momento de la tinción, se utilizaron vapores de formol. Se tomaron las fotografías utilizando la cámara de un celular.

Para el análisis de la varianza se utilizó un modelo de diseño anidado con 4 factores; maíz, trigo, avena y sorgo. Siete (7) tratamientos por factor: Agua corriente, Agua hervida, Agua conteniendo extracto de gobernadora, Agua conteniendo extracto de orégano, Agua conteniendo extracto de ajo, Agua conteniendo extracto de neem y Agua conteniendo extracto de moringa. Se hicieron muestreos durante 14 días (14 repeticiones), iniciando como día 0 (cero) el día que se extendió el producto sobre la charola y cada uno de los subsecuentes 13 días.

## Resultados:

La aparición evidente de colonias de hongos se presentó de manera diferente en cada uno de los cultivos y su método de irrigación. En todos los casos de contaminación se dio por *fusarium*, *aspergillus* y *rhizopus*.



### Contaminación por *fusarium*:

Fue prácticamente imperceptible, a pesar de ser un habitante normal del ambiente, no se manifestó tan intensamente probablemente porque las condiciones del laboratorio, a pesar de no ser estériles, están aisladas de del viento y otros contaminantes ambientales.



### **Contaminación por *aspergillus*:**

No fue el agente causal más frecuente, a pesar de que en muchas de las muestras apareció, particularmente en la avena y en el sorgo. Su aparición en la avena se dió prácticamente en todos los tipos de riego, pero en presencia de gobernadora y orégano se inhibió significativamente su crecimiento, en el resto de los extractos e incluso en agua hervida y cruda, su aparición se notó fuertemente hacia el día 7 de los tratamientos. Este hongo creció básicamente en la base del crecimiento del cultivo. En el trigo taró un poco su aparición, pero una vez que lo hizo, la contaminación se extendió por toda el área de cultivo.



### **Contaminación por Rhizopus:**

Fue el agente contaminante más importante, prácticamente se presentó en todos los cultivos. En avena se presentó de manera temprana, pero se desarrolló pobremente en presencia de extractos de gobernadora, orégano y ajo. Con neem y Moringa se hizo evidente la falta de germinación y desarrollo de los cultivos. En sorgo el daño al cultivo fue muy severo desde el día 7 y hasta el fin del experimento aun en presencia de gobernadora, orégano y ajo. La moringa y el Neem tuvieron un efecto negativo sobre el desarrollo del cultivo y sobre la germinación.

Adicionalmente y haciendo una descripción del proceso por día, por tratamiento y por cultivo, los detalles se relacionan de la siguiente manera:

1.- Como resultados obtenidos del experimento, notamos que durante los primeros 4 días de irrigación hubo un notable crecimiento en el desarrollo de la planta sin presencia de hongos o cualquier otro microorganismo.

El uso del agua para irrigar fue un factor importante, y de igual manera se irrigaron los forrajes con agua corriente, agua hervida, extractos de ajo, extractos de gobernadora,

extractos de moringa, extractos de neem, extractos de orégano, todo esto disuelto en agua, se irriego a las 08:00 y a las 14:00 hora y el crecimiento fue favorable.

Se colocaron las semillas en charolas de plástico para luego ponerse previas a su germinación. Su irrigación fue de cada 6 horas, de los cuales, los primeros dos días son tapadas completamente, esto para que su germinación sea de buena calidad.

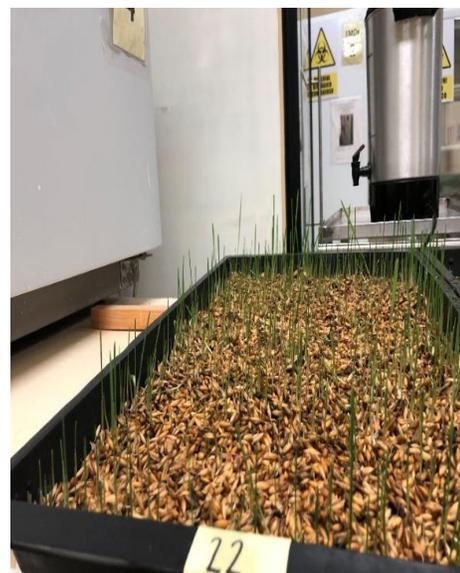
Luego de haber retirado el objeto con el cual estaba tapada, al 3er día de germinación se logra ver como de la semilla empieza a brotar la planta. Conforme va creciendo el forraje, comienza a irriigarse en menos horas.



*1° día de irrigacion de avena.*



*2° día de irrigacion de avena.*



*3° día de irrigación de avena.*



*4° día de irrigación de avena*



*1° día de irrigación de maiz.*



*2° día de irrigación de maiz.*



*3° día de irrigación del maiz.*

*4° día de irrigación del maiz.*



*1° día de irrigación del sorgo.*



*2° día de irrigación del sorgo.*



*3° día de irrigación del sorgo.*



*4° día de irrigación del sorgo.*



*1° día de irrigación del trigo.*



*2° día de irrigación del trigo.*



*3° día de irrigación del trigo.*



*4° día de irrigación del trigo.*

2. En el 5° día de irrigación, observamos un buen crecimiento del forraje, en el cual, notamos que, algunos de los forrajes tenían un mayor incremento que otros, y de igual manera pudimos ver que los extractos inhibían el crecimiento de estos, y que otros

alentaban su desarrollo.

Conforme aumentaba su tamaño, teníamos que verificar que no hubiera presencia de microorganismos, tales como lo son los hongos, lo cual, al investigar esto notamos que donde emerge el paquete de semillas y de bajo del cultivo, en la parte baja de la raíz de mayoría de las charolas o en algunas charolas había presencia hongos los cuales presentaban un olor a rancio.



*Crecimiento de avena al 5° día de irrigación.*



*Crecimiento del maíz al 5° día de irrigación.*

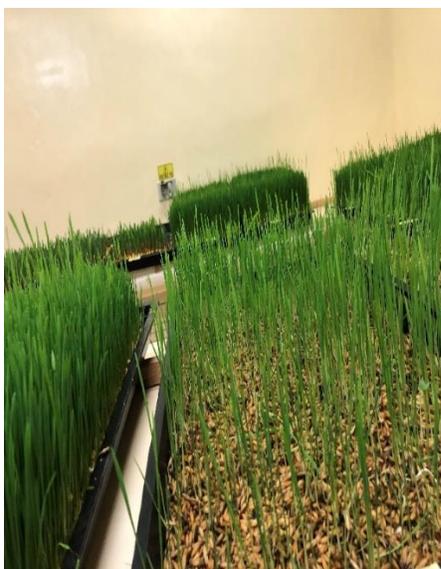


*Crecimiento del sorgo al 5° día de irrigación.*

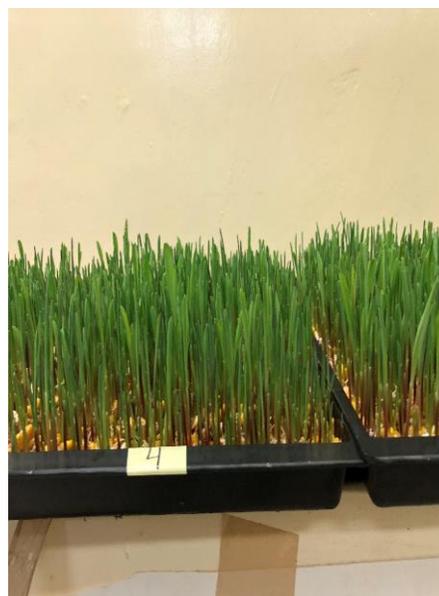
*Crecimiento del trigo al 5° día de irrigación.*

3. En el 6° día de irrigación hubo un gran crecimiento en el desarrollo del forraje, sin embargo, comenzamos a notar diferencias entre estas, ya que nos dimos cuenta que la mayoría de los forrajes irrigados con agua hervida y agua corriente tenían un mayor crecimiento en cuanto a su desarrollo, en cuanto a todos los cultivos que fueron irrigados con ajo, se pudieron observar que este favoreció al forraje en su crecimiento.

De igual manera, conforme crecía el cultivo, las colonias de hongos también fueron aumentando a excepción de los irrigados con gobernadora y moringa, ya que estos inhibían el crecimiento de estos.



*Crecimiento de la avena al 6° día de irrigación.*



*Crecimiento del maíz al 6° día de irrigación.*



*Crecimiento del sorgo al 6° día de irrigación.*



*Crecimiento del trigo al 6° día de irrigación.*

4. En el 7° día, los cultivos irrigados con agua corriente e incluso con agua hervida mostraron físicamente la presencia de colonias de hongos principalmente en la superficie del cultivo, aunque para ese tiempo, el sorgo había alcanzado su desarrollo óptimo y puede usarse en alimentación animal de forma segura y eficiente. Los extractos de gobernadora y orégano inhibieron el desarrollo de los hongos, pero también influyeron negativamente en el crecimiento de los cultivos, excepto del sorgo. El caso más extremo lo presentó la avena que en general presentó menor germinación y desarrollo, pero al irrigarse con moringa, prácticamente detuvo su germinación y crecimiento. El neem afectó también el desarrollo y germinación de la avena, aunque en menor grado que la moringa. El mejor resultado de inhibición del desarrollo de poblaciones de hongos se obtuvo con orégano y gobernadora, pero el olor a estos compuestos impregna seriamente al cultivo, además de oscurecer el tono del paquete de raíces.

El sorgo por su parte, alcanza su desarrollo necesario, por lo cual, está listo y tiene el tamaño y los nutrientes necesarios para ofrecerse dentro de la dieta del ganado.



*Crecimiento de la avena al 7° día de irrigación.*



*Crecimiento del maíz al 7° día de irrigación.*



*Crecimiento de sorgo con presencia de hongo al*



*Presencia de hongo en sorgo al 7° día de irrigación.*

*7° día de irrigación.*



*Crecimiento de trigo al 7° día de irrigación.*

5.- En el 9° día de irrigación hubo un gran cambio en base al crecimiento, tanto del cultivo, como en las colonias de hongos, las cuales eran aún más notorias.

Se observó que los cultivos irrigados con agua hervida y agua corriente eran de gran desarrollo en comparación de las irrigadas con algún extracto, y de igual manera observamos que el extracto de ajo favorecía el crecimiento del forraje. El extracto de gobernadora también es un gran influyente en el incremento del cultivo, solo que tiene como defecto que excreta un olor desagradable para el ganado, el cual, puede ser de poca palatabilidad para ellos.

En este día se hizo un cultivo en caja Petri de agar, esto con el fin de detectar e identificar el tipo de hongo que estaba afectando a los cultivos.



*Crecimiento de la avena al 9° día de irrigación.*



*Crecimiento del maíz al 9° día de irrigación.*



*Crecimiento del sorgo al 9° día de irrigación.*



*Crecimiento y presencia de hongo en sorgo.*



*Extracción y cultivo de agar en caja Petri de hongo presente en sorgo.*



*Crecimiento de trigo al 9° día de irrigación.*

6.- En el 10° día de irrigación, notamos un factor muy importante al momento de revisión de los cultivos. En la avena pudimos observar que el forraje irrigado con agua hervida, agua corriente, extractos de ajo y extractos de gobernadora tuvieron un mayor porcentaje de crecimiento a diferencia del forraje irrigado con extractos de moringa, extractos de neem y extractos de orégano.

De igual manera, en el día 10° de irrigar el maíz, observamos que la gobernadora inhibió más el aumento del cultivo, y que el ajo, a diferencia de la gobernadora, auxiliaba el crecimiento del forraje.

El sorgo fue el forraje más agraviado de todos, ya que este con la mayoría de los extractos, presento mucha presencia de hongos, es por eso que este forraje es factible que sea puesto a disposición desde el 7° día de irrigación a los animales.



*Crecimiento de avena al 10° día de irrigación*



*Crecimiento de maíz al 10° día de irrigación.*

En el 10° día de irrigación para el trigo, notamos poco crecimiento de un día antes a este día, en cuestión de la presencia de hongos era un más visible, ya que se veía su brote desde la base del cultivo



*Crecimiento de sorgo al 10° día de irrigación.*



*Crecimiento de trigo al 10° día de irrigación.*

7.-En el 11° día de irrigación, observamos que no hubo mucha diferencia en cuestión de crecimiento de los forrajes, ya que estos a su vez, estaban alcanzando el punto máximo de desarrollo.

Sin embargo, también notamos que la presencia de hongos cada vez más proliferaba de la base del cultivo, y cada vez crecían más, y como ya lo habíamos mencionado, a excepción de los cultivos irrigados con orégano y gobernadora ya que estos inhibieron la propagación de hongos, pero también influyeron en el desarrollo del forraje.



*Crecimiento de avena al 11° día de irrigación.*



*Crecimiento de maíz al 11° día de irrigación.*



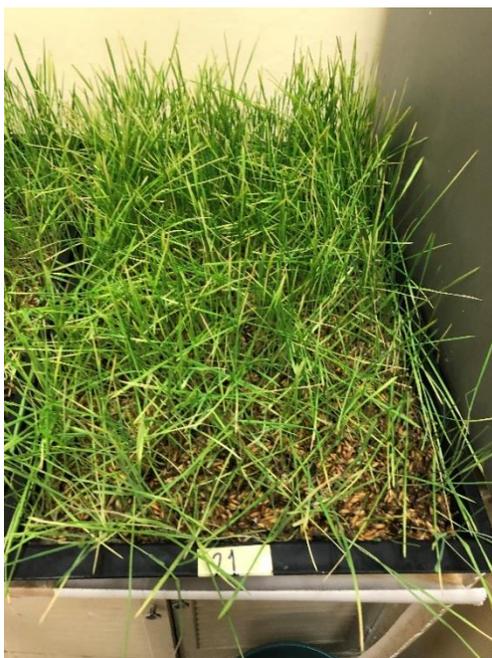
*Crecimiento de sorgo al 11° día de irrigación.*



*Crecimiento de trigo al 11° día de irrigación.*

8.12° día de irrigación, para este día el forraje casi llegaba a su tamaño máximo o bien a obtener los nutrientes necesarios como alimento para el ganado, llegando a obtener el peso necesario, las proteínas precisas y una buena palatabilidad. Todo esto tiene que pasar por un proceso o una prueba para ver si el forraje es apto para la digestión del

animal.



*Crecimiento de avena al 12° día de irrigación.*



*Crecimiento del maíz al 12° día de irrigación.*



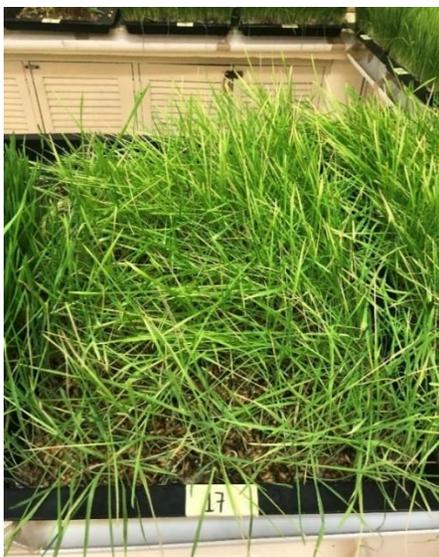
*Crecimiento del sorgo al 12° día de irrigación.*



*Crecimiento del trigo al 12° día de irrigación.*

9.- En el 13° y último día de irrigación, el forraje ya ha alcanzado su máximo tamaño, podrían ser más días, solamente que como ya a alcanzado el valor estimado no tendría caso el seguir irrigándola, porque puede ser algo innecesario y a su vez pérdida de valores nutrimentales, ya que, si se siguiera irrigando, demasiada humedad podría causar un deterioro en el cultivo, y estos a su vez, un aumento en las colonias de hongos.

Siendo este el último día de irrigación, antes de suministrarlos al ganado, como se había mencionado antes, tiene que pasar por una prueba, para determinar los valores nutrimentales que este puede ofrecer al ganado, y así también, a su vez, se tiene que saber cuáles son los tipos de hongos que se apreciaron en este cultivo, y decretar o comprobar, si las toxinas que estos puedan contener, sean tóxicas o no al momento de que el ganado llegue a ingerirlas, como por ejemplo, en este presente proyecto, se logró determinar tres diferentes tipos de hongos los cuales germinaron en el forraje, los cuales eran *Fusarium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*.



Crecimiento de la avena al último día de irrigación.



Crecimiento de maíz al último día de irrigación.



*Crecimiento de sorgo al último día de irrigación.*



*Crecimiento de trigo al último día de irrigación.*

### **Conclusiones y recomendaciones:**

Existe la creencia que el forraje verde hidropónico requiere de fuerte infraestructura para su producción. Se ha asociado necesariamente con la disposición de un invernadero y sistemas tecnológicamente sofisticados de producción y particularmente de sistemas sanidad para control de hongos y otros microorganismos contaminantes que producen toxinas que comprometen la salud y la vida del animal. Sin embargo, con los resultados que aquí se presentan, podemos concluir que es más conveniente jugar con el tiempo de siembra y producción de forraje, que en instrumentar mecanismos complicados de control de las poblaciones de hongos. En el caso particular del sorgo, el irrigarlo con gobernadora, orégano y ajo, penetró seriamente su esencia y el olor a estos productos

se hizo muy evidente en el cultivo, de tal manera que puede ser rechazado para el consumo.

Adicionalmente, el sorgo prácticamente alcanza su desarrollo total alrededor del 6º o 7º día, cuando la contaminación por hongos todavía no se extiende. En este tiempo el sorgo alcanza más del 80 o 90 por ciento de su desarrollo final al día 13 o 14. Económicamente es preferible darlo en este tiempo e inmediatamente volver a introducir un nuevo cultivo, con lo que nos puede producir mayor volumen por unidad de tiempo con la calidad adecuada.

El maíz posiblemente no alcanza un desarrollo óptimo hacia el día 7, pero su nivel de contaminación en este tiempo es prácticamente imperceptible. El desarrollo más intenso del maíz se da alrededor del día 10 y hasta el 14, pero es el cultivo más resistente a la contaminación. La gobernadora y el orégano protegen adecuadamente, pero impregnan con su olor el producto. Para el caso del maíz es recomendable no usar agentes de control, solamente agua, pero ser muy cuidadosos al momento de desinfectar la semilla para su establecimiento.

El trigo fue muy susceptible a la contaminación, pero igual que el sorgo, alrededor del día 8 se instala la contaminación cuando se usa solamente agua, y se retrasa ligeramente en presencia de ajo, orégano y gobernadora, pero igualmente, se impregna el olor y se afecta la consistencia. Sin embargo, hacia el día 8, el trigo ha alcanzado el 80 % de su desarrollo final y por lo tanto, es conveniente usarlo en ese tiempo y permitir la instalación de otro nuevo lote de cultivo. Económica y sanitariamente es preferible usar menos tiempo con cultivos de trigo y no usar agentes preservadores y solo vigilar su sanidad antes del establecimiento.

Particularmente en este trabajo y en trabajos relacionados, no se recomienda usar avena para producir forraje verde hidropónico en la comarca lagunera. En todos los casos y en todas las épocas del año donde se ha utilizado su desarrollo es inferior e otros cultivos. Incluso, en presencia de algunos extractos como el neem y la moringa se detiene su germinación y crecimiento casi por total. No recomendamos su uso.

## BIBLIOGRAFIA

- Amaglo, N., Bannett, R. N., Lo Curto, R., Rosa, E., Lo Turco, V., Giuffrida, A., . . . Timpo, G. M. (2010). *Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree Moringa oleifera L., grown in Ghana*. Food Chemistry, 122(4), 1047-1054.
- Amaya, C. (1998). *Cultivos Hidroponicos*. Bogota Colombia: Se. Pp. 5, 6, 14.
- Aney, J. C., Rashmi, T., Maushumi, K., & Kiran, B. (2009). *Pharmacological and pharmaceutical potential of Moringa oleifera: A review*. Journal of Pharmacy Research, 2(9), 1424-1426.
- Arano, R. C. (1988). *Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivo, sin Tierra*. Buenos Aires Argentina: Editado por el Propio Autor. Prov, de Buenos. Aires, Argentina. pp. 143-150. .
- Arteaga, S., Andrade Cetto, A., & Cardenas, R. (2005). "*Larrea tridentata (Creosote bush), an abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite nordihydroguaiaretic acid*". . Journal of Ethnopharmacology, 98(3):231-239. .
- Asiedu Gyekye, I. J., Frimpong Manso, S., Awortwe, C., Antwi, D. A., & Nyarko, A. K. (2014). *Micro and macroelemental composition and safety evaluation of the nutraceutical Moringa oleifera leaves*. Journal of Toxicology, 1-13.
- Aziz, N., Jayasuriya, N., & Fan, L. (2015). *Application of 'Moringa oleifera' seeds and 'Musa cavendish' as coagulants for lead, nickel and cadmium removal from drinking water*. Australia: Asia Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress 2015: APCChE 2015, incorporating CHEMECA 2015. Melbourne: Engineers Australia, 1774-1781.
- Banks, J. (1992). *Towards the immunological detection of field and storage fungi*. Elsevier, Amsterdam: Modern Methods in Food Mycology pp. 247-252
- Bender, D., & Barcenas, M. E. (2013). *El ajo y sus Aplicaciones en la Conservación de Alimentos*. Temas Selectos de Ingenieria de Alimentos, 7, 25-36.
- Bogantes Ledezma, P., Bogantes Ledezma, S., & Bogantes Ledezma, D. (2004). *Aflatoxinas*. Costa Rica: Acta Medica Costarricense. vol. 46 no. 4.
- Booth, C. (1971). *The Genus Fusarium*. CMI, Kew Surrey. pp. 19-31.
- Bravo Ruiz, M. R. (1988). *Niveles de Avena Hidroponica en la Alimentacion de Conejos Angora*. Sede, Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepcion, Sede Chillan.
- Brinker, F. (1993). "*Larrea tridentata (D.C) (Chaparral or cresote bush)*". British Journal of Phytoterapy, 3: 10-30.

- Carrillo, L. (2003). *Los Hongos de los Alimentos y Forrajes*. Salta , Argentina: Universidad Nacional de Salta.
- Cheehpracha, S., Park , E. J., Yoshida, W. Y., Barit, C., Wall, M., Pezzuto, J. M., & Chang, L. C. (2010). *Potential anti-inflammatory phenolic glycosides from medicinal plant Moringa oleifera fruits*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 18(17), 6598-6602.
- Cordova , M. d. (2010). *Extracción y Purificación de Alicina a partir de Ajo (Allium sativum L)*. Implicaciones Analíticas. Instituto Politécnico Nacional.
- Cornejo C., J., & Villarroel G., O. (2012). *ANTECEDENTES GENERALES SOBRE LAS AFLATOXINAS Y OTRAS MICOTOXINAS Y ELEMENTOS A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE PRÁCTICAS CORRECTAS DE CULTIVO Y ELABORACIÓN DE NUECES*. Chile: Division de Políticas Publicas Saludables y Promocion, Departamento de Alimentos y Nutricion.
- Dosal Aladro, J. J. (1987). Efecto de la Dosis de Siembra, Epoca de Cosecha y Fertilizacion Sobre la Calidad y Cantidad de Forraje de Avena Producido Bajo Condiciones de Hidroponia. Sede Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepcion, Sede, Chillan.
- Dubey, K. D., Dora, J., Kumar, A., & Gulsan, R. K. (2013). *A multipurpose Tree- Moringa oleifera*. *International Journal of Pharmaceutical and Chemical sciences*, 2(1), 415-423.
- Eguiazu, G. M. (1984). Comportamiento de almacenaje del girasol III. *Grasas y Aceites* 35: 325-329.
- Falasca, S., & Bernabe, M. A. (2008). *Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de Moringa oleifera en Argentina*. *Revista Virtual REDESMA*, 3, 1-16.
- FAO. (2001). *Manual Tecnico de "Forraje Verde Hidroponico"*. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para America Latina y el Caribe.
- Felix, I. (2018). *Uso de planta gobernadora en agricultura*. el blog del fagro.
- Foster, N., Ulrich, C., Schreiner , M., Muller, C. T., & Mewis, I. (2015). *Development of a reliable extraction and quantification method of glucosinolates in Moringa oleifera*. *Food Chemistry*, 166, 456-464.
- Gelser, D. M. (2000). *Molecular and analytical tools for characterizing Aspergillus and Penicillium species at the intra and interspecific levels* Australia: Harwood Academic Publishers pp. 381-394.
- Genabre, J., Ito, Y., Ma., Y., & Huang, R. (1996). *"Isolation of anti- HIV-1 lignans from Larrea tridentata by counter-current chromatography"*. *Journal of Chromatography*, 7(19): 353-364.
- Hidalgo M., L. R. (1985). *Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía 1. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale*. . Sede Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción.

- Huterwal. (1960). *Hidroponía, Cultivos de Plantas sin Tierra*. Buenos Aires: Editorial Albatros, Buenos .
- INTAGRI. (2017). *La Hidroponía: Cultivos sin Suelo*. Mexico: Serie Horticultura Protegida. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Irigoyen, A. (2010). *PERDIDA DE PESO EN LA COMERCIALIZACIÓN DEL GANADO*. Queenslan, Australia.: Australian Poll Hereford Magazine No 67.
- ISMAN, M. (2000). *Plant Pierson, M.D. 1990. Effect of sodium nitrite and origanum oil on growth and toxin production of Clostridium essential oils for pests and disease management*. Crop Protection. 19: 603-608.
- Jasso , C., & Gonzales , J. (2007). *La sequía golpea al agro mexicano y anticipa una menor producción*. Revista Forbes.
- Jimenez, D. (2021). *Aceite de neem: usos de este insecticida para el cuidado de las plantas en el huerto*. La Huertina de Toni.
- Juarez Lopez, P., Morales Rodriguez , H. J., Sandoval Villa, M., Gomez Danez, A. A., Cruz Crespo, E., Juarez Rosete , C. R., . . . Ortiz Caton, M. (2013). *Produccion de Forraje Verde Hidroponico*. Nayarit: Revista Fuente nueva época Año 4, No. 13.
- Klich, M. A. & Pitt, J. I. (1992), laboratory guide to common Aspergillus species and their teleomorphs. North Ryde, Australia: CSIRO Division of Food Processing.
- Kozakiewics, Z. (1989). *Aspergillus species on stored products*. Kew, Surrey, Inglaterra: CAB international Mycological Institute.
- Ledezma, E., & Apitz, R. (2006). *Ajoene, el Principal Compuesto Activo Derivado del Ajo (Allium sativum), un Nuevo Agente Antifúngico*. Revista Iberoamericana de Micología, 23, 75–80. .
- Lijesh, K. P., & Malhotra, R. (2016). *Reduction of turbidity of water using Moringa oleifera*. International Journal of Applied Engineering Research, 11(2), 1414-1423.
- Lira Saldivar , R. H., Sanchez, M. R., Gamboa, R., Jasso , D., & Rodriguez , R. (2003). *"Fungitoxic effect of Larrea tridentata resin extracts from the Chihuahua and Sonora deserts on Alternaria solani"*. . Agrochimica, 47: 50-60.
- Lira Saldivar, R. H. (2003). *Estado Actual del Conocimiento Sobre las Propiedades Biocidas de la Gobernadora [Larrea Tridentata (DC) Coville]* . Revista Mexicana de Fitopatología, 21: 214-222.
- Lomelí, Z. H. (2000). *Forraje Verde Hidroponico*. El Forraje del Futuro Hoy. Agricultura. 53. 15-18.
- López Martínez, L. (2005). *"PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO"* . Saltillo, Coahuila: CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA.
- Martinez Padron, H., Hernandez Delgado, S., Reyes Mendez , C., & Vazquez Carrillo , G.

- (2013). *El Género Aspergillus y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas*. Reynosa, Tamaulipas, Mexico: Revista Mexicana de Fitopatología Vol. 31, no. 2.
- Mendieta, A. B., Spornly, E., Reyes, S. N., Salmeron, M. F., & Halling, M. (2012). *Biomass production and chemical composition of Moringa oleifera under different planting densities and levels of nitrogen fertilization*. *Agroforest Systems*, 87, 81-92.
- Mofijur, M., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Atabani, A. E., Fattah, I. M., & Mobarak, H. M. (2014). *Comparative evaluation of performance and emission characteristics of Moringa oleifera and Palm oil based biodiesel in a diesel engine*. *Industrial Crops and Products*, 53, 78-84.
- Morales O., A. F. (1987). *Forraje Verde Hidropónico y su Utilización en la Alimentación de Corderos Precocemente Destetados*. Sede Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción.
- Moreno-Limon, S., Gonzales-Solis, L. N., Salcedo-Martinez, S. M., Cardenas-Avila, M. L., & Perales-Ramirez, A. (2011). *EFFECTO ANTIFÚNGICO DE EXTRACTOS DE GOBERNADORA (Larrea tridentata L.) SOBRE LA INHIBICIÓN IN VITRO DE Aspergillus flavus y Penicillium sp.* San Nicolas de los Garza, N.L.: Polibotanica Num. 32:193-205.
- Naranjo, S. (2011). *REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA SOBRE LOS METABOLITOS GENERADOS POR LA LEVADURA*. Bogota, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias.
- Nava Perez, E., & Garcia Gutierrez, C. (2009). *INOCUIDAD ALIMENTARIA Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN GRANOS ALMACENADOS*. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa.: Tecnologías de Granos y Semillas. 1ra Edición. 1-28.
- Nouman, W., Basra, S. M., Siddiqui, M. T., Yasmeeen, A., Gull, T., & Alcaide, A. M. (2014). *Potential of Moringa oleifera L. as livestock fodder crop: a review*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 1-14.
- Ñíguez Concha, M. E. (1988). *Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo* Sede Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad De Concepcion, Sede Chillan.
- Oliver, G. (1997). *The world market of oregano. Proceedings of the IPGRI international workshop on oregano*. Ed. Padulosi. Pág. 141-145.
- Olson, M. E. (2010). *Moringaceae: Drumstick Family*. New York: In Flora of North America Editorial Committee (Eds), *Flora of North America North of Mexico* (pp.167-169).
- Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1071-1082.
- Padilla, C., Fraga, N., & Suarez, M. (2012). *Effect of the soaking time of moringa (Moringa oleifera) seeds on the germination and growth indicators of the plant*. *Cuban Journal of*

Agricultural Science, 46(4), 419- 421.

- Paliwal, R., Sharma , V., & Pracheta. (2011). *A review on Horse radish tree (Moringa oleifera): A multipurpose tree with high economic and commercial importance*. Asian Journal of Biotechnology, 3(4), 317-328.
- Perez del Angel , R. (2012). *ALIMENTACION DE CONEJOS CON FORRAJE VERDE HIDROPONICO PROVENIENTE DEL TRIGO*. Torreon, Coahuila, Mexico.: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Perez, L. N. (1987). Efecto de la Sustitucion del Concentrado por Forraje Obtenido en condiciones de Hidroponia en una Crianza Artificial de Terneros. Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepcion, Sede Chillan, Chile.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (1997). *Fungi and Food Spoilage*, Londres. e. 2 ed. Blackie Academic & Professional.
- Portillo, e. (2005). *Efecto antifúngico del orégano mexicano Lippia berlandieri (Schauer) contra hongos contaminantes de alimentos*. Salaces, Chihuahua.: Universidad Autónoma Chihuahua, Centro de Investigación en Recursos Naturales.
- Quiles , A. (2003). *Medidas de Bioseguridad en las Granjas Avícolas*.
- Rahman, M., Hassan, M., Kalam, A., Atabani, A. E., Memon , L. A., & Rahman, S. M. (2014). *Performance and emission analysis of Jatropha curcas and Moringa oleifera metdyl ester fuel blends in a multi-cylinder diésel engine*. Journal of Clean Production, 65, 304-310.
- Rashid, U., Sharma, B. K., Anwar, F., & Erhan, S. Z. (2009). *Lubricant properties of Moringa oil using thermal and tribological techniques*. Journal of thermal Analysis and Calorimetry, 96(3), 999-1008.
- Rivera p., F. d., Hernandez M., M., Galvan C., F., Garcia F., L. G., & Betancourt M., R. (1986). *Alternativas Forrajeras Para Guanajuato*. Secretaria de Desarrollo Agropecuario.
- Robles , F. O., Torres, J. C., & Sanchez , M. (2010). *Tratamientos de Aguas para la Eliminacion de Microorganismos y Agentes Contaminantes. Uso de Desinfectantes. Guías para la Prevencion, Control y Vigilancia Epidemiologicas de Infecciones Intrahospitalarias*. Bogota: Secretaria Distrital de Salud de Bogota.
- Rodriguez, S. (2000). *Hidroponia: Una Solucion en Produccion en Chihuahua, Mexico*. Lima, Peru: Boletin Informativo de la red Hidroponia N° 9.
- Rodriguez, S. (2003). *Forraje Verde Hidroponico. Boletin informativo No. 21 Octubre/Diciembre*. Lima, Peru: Universidad Agraria La Molina. Centro de Investigacion de Hidroponia y Nutricion Mineral, Departamento de Biologia.
- Romero Valdez , M. E., Cordova Duarte , G., & Hernandez Gallardo , E. O. (2019). *Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero*. Guanajuato: Sitio Argentino de Produccion Animal, Acta Universitaria, Vol. 19, no. 2.

- SAGARPA;. (2017). *Atlas Agroalimentario*. Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera.
- Salazar Soto, C. (1994). *Hidroxido de Calcio: Efectos Biologicos y Mecanismos de Accion* . Antioquia: Rev Fac Odont Unic Antioquia 5(2):35-41.
- Samuels, G. J. (2001). *Perithecial Species of Fusarium*. St. Paul: APS Press. pp. 122-137.
- Sanchez Cortazzo, A., Izquierdo, J., & Figueroa, J. (2001). *Forraje Verde Hidroponico*. Santiago, Chile: Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. 1ra Edicion.
- Sanchez, A. (1997). *Informes Técnicos de Estadía. Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo* . Montevideo, Uruguay: DINA E —Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Sanjay, P., & Dwivedi, K. N. (2015). *Shingru (Moringa oleifera Lam.): A critical review*. International Journal of Ayurveda and Pharmaceutical Chemistry, 3(1), 217-227. .
- Sasikala, S., & Mutduraman, G. (2015). *Reduction of Chemical oxygen demand (COD) in stabilization of pond water by various activated carbons*. International Journal of ChemTech Research, 7(7), 2924-2928.
- Scott, J., & Straus, N. (2000). Integration of Modern Taxonomic Methods for Penicillium and Aspergillus Classification. Australia: A review of current methods in DNA fingerprinting pp. 209-224.
- Segovia Juarez, K. G., Diaz Garcia, E. J., Mendez Lopez, M. D., Pina Canseco, M. S., Perez Santiago, A. D., & Sanchez Medina, M. A. (2019.). *EFFECTO DE EXTRACTOS CRUDOS DE AJO (Allium sativum) SOBRE EL DESARROLLO in vitro DE Aspergillus parasiticus Y Aspergillus niger*. . Oaxaca, Oaxaca.: Polibotanica. Num. 47: 99-111.
- Seifert, K. (2001). *Fusarium and Anamorph Generic Concepts*. St. Paul, Minnesota: APS. Press. pp 15-28.
- Sepulveda, R. (1994). *Notas Sobre Produccion de Forraje Hidroponico*. Santiago, Chile.
- Silva, V. (2009). *El orégano mexicano*. Ciencia cierta. Vol. 20. Pág.13.
- Silva, V. R. (1998). *Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre la cobertura foliar, altura de planta, y la composición del aceite esencial del orégano (Lippia berlandier Schauer) en el sur del Estado de Chihuahua*. Chihuahua: Tesis de maestría en ciencias en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. 82 pag.
- Singh, N. (2012). *Panchakarma: Cleaning and rejuvenation therapy for curing the diseases*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 1(2), 1-9.
- Tequida Meneses, M., Cortez Rocha, M., Rosas Burgos, E. C., Lopez Sandoval, S., & Corrales Maldonado, C. (2002). *"Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Penicillium chrysogenum, Penicillium expansum, Fusarium moniliforme y Fusarium poae"*. Rev. Iberoam Micol. 19: 84-88.

- Torija , E., Matallana, C., & Chalup , N. (2013). *El Ajo y la Cebolla : de las Medicinas Antiguas al Interés Actual*. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biología, 107, 29–37. .
- Trinidad Olague, A. (2013). *Control de poblaciones de hongo durante el crecimiento de FVH usando extractos de Lippia Berlingieri schauer (orégano)*. Torreon, Coahuila.: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Valdivia, , B. E. (1996). Produccion de Forraje Verde Hidroponico (FVH). Lima, Peru: Curso Taller internacional de Hidroponia.
- Vargas Aispuro, I., Contreras Valenzuela , A., Hernandez Martinez , J., & Martinez Tellez, A. (2006). "*Ariselenofosfatos con acción antifúngica selectiva contra Phytomatotrichopsis Omnivora*". Chapingo, Mexico: Revista de Fitotecnia Mexicana. Sociedad Mexicana de Fitogenetica, A. C. 28(002):171-174. ISSN 0187-7380.
- Velasquez Zavala, M., Peon Escalante, I. E., Zepeda Bautista , R., & Jimenez Arellanes , M. A. (2016). *Moringa (Moringa oleifera Lam.): usos potenciales en la agricultura, industria y medicina*. Ciudad de Mexico: Revista Chapingo Serie Horticultura. Vol. 22 no. 2.
- Voetz, M., & Rath, F. (2002). Identification and quantification of ochratoxin synthesizing fungi on cereals using real time PCR. Tucson: American Society of Brewing Chemists, Annual Meeting, Tucson, AZ. p. 22.
- Zayed, M. S. (2012). *Improvement of growtd and nutritional quality of Moringa oleifera using different biofertilizer*. Annals of Agricultural Science, 57(1), 53-62.

[https://www.ecured.cu/Rhizopus\\_oryzae](https://www.ecured.cu/Rhizopus_oryzae)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Sorbato\\_de\\_potasio](https://es.wikipedia.org/wiki/Sorbato_de_potasio)