



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO
Instituto Tecnológico de Altamira

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALTAMIRA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DE PRODUCTOS CON EFECTO FUNGICIDA
EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDRÓPONICO
DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN CUATRO ÉPOCAS DEL AÑO EN
EL SUR DE TAMAULIPAS

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

Presenta
Silvia Emma Chávez Ramírez



Instituto Tecnológico de Altamira

ALTAMIRA, TAMAULIPAS

JUNIO DE 2019



La presente Tesis titulada: EVALUACIÓN DE PRODUCTOS CON EFECTO FUNGICIDA EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN CUATRO ÉPOCAS DEL AÑO EN EL SUR DE TAMAULIPAS, fue realizada por SILVIA EMMA CHÁVEZ RAMÍREZ, bajo la dirección del Comité de Tesis indicado, y ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para que la sustentante obtenga el grado:

MAESTRÍA PROFESIONALIZANTE EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

COMITÉ DE TESIS

Director de Tesis M.C.P.A.T. JOSÉ LUIS HORAK LOYA

Co-Director D.C.A. RICARDO VELASCO CARRILLO

Asesor D.C.A. FRANCISCO GARCÍA BARRIENTOS

Asesor M.P.A. CARLOS EDUARDO WILD SANTAMARÍA

DEDICATORIA

**Al motor principal en mi vida, mi Angelito
A mi Familia por su incondicional apoyo**

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Altamira por forjar mi educación

Al M.C. José Luis Horak Loya que hizo posible la realización de este proyecto.

Al Dr. Ricardo Velasco Carrillo por su valioso apoyo y paciencia.

A los miembros del Comité de Revisión de Tesis: El Dr. Francisco García Barrientos y MPA. Carlos Wild Santamaría por sus aportaciones en este trabajo.

A mis compañeros de maestría Perla, Taurino y Jorge por su invaluable apoyo, pero sobre todo, por su amistad.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUCCION	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo general.....	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. HIPOTESIS	13
4. REVISIÓN DE LITERATURA	14
4.1 Generalidades del Forraje Verde Hidropónico (FVH)	14
4.1.1 Historia	14
4.1.2 Concepto	15
4.2 Importancia de la producción de Forraje Verde Hidropónico.....	15
4.3 Ventajas y desventajas del FVH	16
4.3.1 Ventajas:	16
4.3.2 Desventajas.....	17
4.4 Factores que intervienen en la producción de FVH.....	18
4.4.1 Iluminación	18
4.4.2 Temperatura	19
4.4.3 Calidad de la semilla.....	20
4.5 Proceso de producción FVH	20
4.6 Utilización de FVH en alimentación animal	23
4.7 Patógenos que afectan la producción de FVH	24
4.7.1 Productos utilizados para combatir patógenos	26

4.7.2	Trabajos realizados sobre patógenos en FVH	26
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
5.1	Metodología	28
5.1.1	Localización.....	28
5.1.2	Material vegetal	28
5.1.3	Tratamientos.....	28
5.1.4	Etapas de producción.....	30
5.1.5	Manejo de la semilla	30
5.1.6	Experimentación.....	30
5.2	Diseño experimental y variables evaluadas.	31
5.3	Análisis estadístico	31
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
6.1	Incidencia de hongo.....	33
6.2	Germinación	37
6.3	Altura de la planta.....	40
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7.1	Conclusiones	45
7.2	Recomendaciones	45
8.	LITERATURA CITADA.....	46
A N E X O S.....		49
ANEXO 1. Área de Producción de Forraje Verde Hidropónico.....		49
ANEXO 2. Unidades Experimentales		49
ANEXO 3. Producción de FVH		50
ANEXO 4. Muestreo y recolección de datos		52

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Productos químicos y dosis de aplicación para los cultivos de FVH de trigo, triticale y maíz.....	27
Cuadro 2. Productos evaluados en la experimentación	28
Cuadro 3. Análisis de varianza de Incidencia de Hongo para tratamientos y épocas.....	33
Cuadro 4. Prueba de Tukey para las medias de Incidencia de Hongo promedio en las épocas	34
Cuadro 5. Prueba de Tukey para las medias de Incidencia de Hongo en los tratamientos	34
Cuadro 6. Análisis de varianza de Incidencia de Hongo para tratamientos y épocas.....	37
Cuadro 7. Prueba de Tukey para las medias de Germinación para las épocas	38
Cuadro 8. Prueba de Tukey para las medias de Germinación para los tratamientos	38
Cuadro 9. Análisis de varianza de raíz cuadrada de Altura de la planta	40
Cuadro 10. Prueba de Tukey para las medias de Altura promedio para época.....	41
Cuadro 11. Prueba de Tukey para las medias de Altura para los tratamientos	43

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Distribución de los tratamientos en la experimentación.....	29
Figura 2. Promedio de incidencia de Hongo (%) de los tratamientos en las cuatro épocas.	35
Figura 3. Interacción Época y Tratamiento para Incidencia de Hongo	36
Figura 4. Interacción de Época y Tratamiento en Germinación	39
Figura 5. Altura promedio (cm) de los tratamientos a los tres, siete y quince días.	42
Figura 6. Interacción de Época y Tratamiento en Altura	44

RESUMEN

Técnicas de suplementación alimenticia como la producción de forraje verde hidropónico (FVH) surgen ante la necesidad de mantener una producción pecuaria estable. Sin embargo, se han presentado problemas de incidencia de hongo, pese a las recomendaciones presentadas en el manual técnico de la FAO. La presente investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Altamira con el objetivo de evaluar productos con efecto fungicida sobre incidencia de hongo, germinación y crecimiento en la producción de forraje verde hidropónico de maíz en cuatro épocas del año. Los tratamientos aplicados fueron Sorbato de potasio, Benzoato de sodio, Ácido sórbico, Ridomilgold 68 ph, Timsen, Prozycar 50ph, Probacil; además de un testigo sin aplicación alguna. Se utilizó un diseño en bloques aleatorizados completos con arreglo factorial de tratamientos (8x4) con cuatro repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron aplicados después de la siembra de la semilla en charolas de 25 x 50 cm, las cuales fueron las unidades experimentales. De acuerdo al análisis de varianza sobre la variable incidencia, todas las unidades experimentales presentaron incidencia de hongo, siendo el tratamiento con Probacil el que presentó mayor incidencia de hongo. Siendo Verano la estación con registros mayores de incidencia de hongo. No se presentó relación entre los productos fungicidas y la germinación y crecimiento de la semilla. No obstante, se encontró que en Invierno las semillas tuvieron menor porcentaje de germinación.

Palabras clave: incidencia, fungicida, época

SUMMARY

Techniques of nutritional supplementation such as the production of hydroponic green forage (FVH) arise from the need to maintain a stable livestock production. However, fungal incidence problems have occurred, despite the recommendations presented in the FAO technical manual. The present investigation was carried out at the Technological Institute of Altamira with the objective of evaluate products with fungicidal effect on incidence of fungus, germination and growth in the production of green hydroponic forage of corn in four seasons of the year. The applied treatments were Potassium Sorbate, Sodium Benzoate, Sorbic Acid, Ridomilgold 68 ph, Timsen, Prozycar 50ph, Probacil; besides a witness without any application. A complete randomized block design with factorial arrangement of treatments (8x4) with four repetitions was used. The treatments used were applied after sowing the seed in trays of 25 x 50 cm, which were the experimental units. According to the analysis of variance on the Incidence variable, all the products presented an incidence of fungus, Probacil being the one with the highest average. Summer being the season with the highest incidence of fungus records. There was no relationship between the fungicide products and the germination and growth of the seed. However, it was found that in winter the seeds had a lower percentage of germination.

Key words: incidence, fungicide, season

1. INTRODUCCION

En Tamaulipas como en otros estados de la República Mexicana los sistemas de producción bovina sustentan sus prácticas alimenticias en el componente forrajero y la obtención de forraje de calidad nutricional a campo abierto y frecuentemente enfrenta una situación crítica debido a períodos largos de sequía. Para contrarrestar lo anterior, nuevas técnicas de suplementación alimenticia como la producción de forraje verde hidropónico (FVH) surgen ante la necesidad de mantener una producción pecuaria estable.

El FVH es obtenido a través de la germinación y crecimiento temprano de plántulas bajo condiciones controladas de luz, temperatura y humedad. A través de esta técnica se obtiene forraje de alta digestibilidad y calidad nutricional, excelente como complemento en la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas, caballos, conejos, pollos, gallinas, patos, cuyes y chinchillas, entre otros animales (FAO, 2001). Para la producción de FVH, el maíz (*Zea mays* L.) es una opción forrajera por sus características nutritivas, sin embargo debido a que continúan con su proceso fisiológico de respiración favorece la actividad metabólica de microorganismos endófitos (Jovel, 2011) que afectan la producción del mismo. Actualmente, para el control de hongos en la producción de FVH se recomienda aplicar una solución de hipoclorito de sodio al 1% (FAO, 2001). No obstante, a pesar de que se ha implementado lo anterior se ha presentado una gran variedad de hongos fitopatógenos en la semilla de maíz (Peña, Arellano, Quezada, & Munguia, 2010). En el presente trabajo se evaluó el comportamiento de productos con efecto fungicida en la producción de forraje verde hidropónico a base de maíz en cuatro épocas el año en el sur de Tamaulipas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar productos con efecto fungicida en la producción de forraje verde hidropónico de maíz en cuatro épocas del año.

2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar siete productos con efecto fungicida en la incidencia de hongo en cuatro épocas del año.
2. Evaluar el efecto de los productos en relación a la germinación de la semilla en las cuatro épocas del año.
3. Evaluar siete productos con efecto fungicida en relación al crecimiento de las plantas en las cuatro épocas del año.

3. HIPOTESIS

1. Al menos un producto tiene efecto diferente en el control de incidencia de hongos en cuatro épocas del año.
2. Al menos un producto tiene efecto diferente en relación a la germinación de la semilla en las cuatro épocas del año.
3. Al menos un producto tiene efecto diferente en relación al crecimiento de las plantas en las cuatro épocas del año.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del Forraje Verde Hidropónico (FVH)

4.1.1 Historia

El hombre desde su aparición ha buscado la manera de satisfacer sus necesidades alimenticias, dándose cuenta de los recursos con que cuenta y sus restricciones, a lo cual ha buscado la manera de disminuir estas últimas, esto ha traído el establecimiento de técnicas de cultivo de plantas optimizando recursos, como los antiguos egipcios fechados cientos de años antes de Cristo, que describen el cultivo de plantas en agua. Los Babilonios con sus jardines colgantes desde hace 2500 años se mantenían con el sistema hidropónico, la técnica también se usó en los jardines flotantes de los aztecas en México y en los de la China Imperial y Cuba, donde se denomina organopónico (sin suelo). Estos son algunos de los ejemplos de cultivos hidropónicos en la antigüedad. A comienzos de los años 30's W.F Bericke de la Universidad de California estableció ensayos de laboratorio de nutrición vegetal a escala comercial, denominando a este sistema de cultivo en nutrientes *hidroponics*. La hidroponía es una técnica joven que se ha usado bajo una base comercial desde hace 40 años, no obstante, aún en este relativamente corto tiempo, ha podido adaptarse a diversas situaciones, ya que pueden ser usadas en cualquier tipo de región para proveer una producción intensiva de alimentos (Rodríguez, 2005).

La producción del FVH es una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos hidropónicos y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1960; Níñez, 1988).

4.1.2 Concepto

Forraje Verde Hidropónico, se trata de una tecnología de producción de biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o “Green fodder hydroponics” es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, buena calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal (FAO, 2001). Es el resultado del proceso de germinación que se realiza en un período de 9 a 15 días pretendiendo que el grano germinado alcance una altura promedio de 25 cm. (Vargas, 2008).

4.2 Importancia de la producción de Forraje Verde Hidropónico

La ganadería tiene una importancia clave para el mundo, y es una fuente de alimentos básicos para la seguridad alimentaria de la población. Los sistemas de producción pecuaria, son considerados la estrategia social, económica y cultural más apropiada para mantener el bienestar de las comunidades.

La necesidad de intensificar y mejorar la eficiencia en las plantas de producción animal de una manera sostenible, el incremento en la demanda de productos alimenticios, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la erosión del suelo y la contaminación de las agua, así como el crecimiento estacional de los pastos debido a la estacionalidad de las lluvias, son algunos de los factores que han dirigido la investigación hacia la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos (Money, 2005; Rotar, 2006).

Como una alternativa importante se gesta la producción de FVH, que es un forraje vivo de alta digestibilidad y calidad nutricional, excelente como complemento en la alimentación animal y representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas, caballos, conejos, pollos, gallinas, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos.

Según (Valdivia, 1997), durante el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de cambios que le permiten a la plántula en unos pocos días

captar energía luminosa y a través de un proceso de crecimiento acelerado desarrollar su parte radicular y aérea con muy poco contenido de fibra y altos contenidos de aminoácidos en forma libre que se aprovechan fácilmente por los animales.

4.3 Ventajas y desventajas del FVH

4.3.1 Ventajas:

-Ahorro de agua. En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kilogramo de materia seca. Alternativamente, la producción de un kilogramo de FVH requiere de dos a tres litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18%.

-Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en orientación vertical, lo que optimiza el uso del espacio útil.

-Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días.

-Calidad del forraje para los animales. El FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para los animales. Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos. El FVH se aproxima a los valores encontrados para el Concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

-Inocuidad. El FVH producido de acuerdo a las indicaciones establecidas en el Manual técnico de la FAO, representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción.

-Costos de producción. Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción de FVH, revela que considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente.

4.3.2 Desventajas

-Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de FVH preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO₂. Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Se debe tener presente que, por ejemplo, para la producción de forraje verde hidropónico sólo se necesita un fertilizante foliar quelatizado el cual contenga, aparte de los macro y micro nutrientes esenciales, un

aporte básico de 200 partes por millón de nitrógeno. Asimismo el FVH es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja (Marulanda e Izquierdo, 1993).

-Costo de instalación elevado. Una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado que utilizando estructuras de invernaderos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileños han optado por la producción de FVH directamente colocado a piso sobre plástico negro y bajo microtúneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible.

-Trabajo continuo: Por ser una actividad continua donde se manejan ciclos cortos de producción, que exige cuidados especiales implicando un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.

4.4 Factores que intervienen en la producción de FVH

4.4.1 Iluminación

La radiación solar es aprovechada por las plantas para realizar la fotosíntesis, que es la transformación de energía radiante en energía química mediante la asimilación del carbono del CO₂ presente en el aire.

Si no existiera luz dentro de los lugares designados para la producción de FVH, la función fotosintética no podría ser realizada por las células verdes de las hojas y por lo tanto no existiera producción de biomasa. La radiación solar es por consiguiente, básica para el crecimiento vegetal, a la vez es promotora de la síntesis de

compuestos, los cuales serán de vital importancia para la alimentación animal (Carranco, 2005).

Al comienzo del ciclo de producción del FVH la presencia de luz durante la germinación de las semillas no es deseable, por lo que hasta el tercer y cuarto día de sembradas las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue, pero con óptimo riego para favorecer la aparición de brotes y el posterior desarrollo de las raíces. Después de estos días se exponen las bandejas a una iluminación bien distribuida, pero nunca directa de la luz solar. Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas (aumento de la evapotranspiración, endurecimiento y quemaduras de las hojas).

Cuando la producción de FVH se localiza en recintos cerrados y aislados de la luz solar, en los dos últimos días de producción, se exponen las bandejas a la acción de la luz, para que el forraje obtenga su color verde intenso característico, y por lo tanto complete su riqueza nutricional óptima (FAO 2002, citado por Carranco, 2005).

4.4.2 Temperatura

Las plantas tienen diferentes comportamientos según las condiciones climatológicas en que se encuentren. (Wilson y Ford, 1973 citado por Carranco, 2005) menciona que el calor intenso afecta el cultivo de maíz, por lo que los cuidados de producción deben ser extremados. La temperatura es una de las variables más importantes en la producción de FVH, ello implica efectuar un debido control sobre la regulación de la misma.

La variabilidad de las temperaturas óptimas para la germinación y posterior crecimiento en el FVH es diverso, es así que los granos de avena, cebada y trigo, entre otras, requieren temperaturas bajas para germinar, el rango oscila entre 18 y 21° C, no obstante el maíz es muy deseado por el volumen de FVH que produce,

aparte de su gran riqueza nutricional necesita temperaturas ptimas que varían entre los 25 y 28°C (FAO, 2001).

4.4.3 Calidad de la semilla.

El éxito del FVH comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio y disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje no inferior al 75% de germinación para evitar pérdidas en los rendimientos del forraje verde hidropónico (FAO, 2001).

4.5 Proceso de producción FVH

La FAO (2001) en su manual técnico de FVH recomienda el siguiente proceso para la producción de forraje verde hidropónico.

-Selección de las especies de granos utilizados en FVH. La elección del grano a utilizar depende de la disponibilidad local y/o del precio a que se logren adquirir. La producción de FVH utilizando semillas de alfalfa no es tan eficiente como con los granos de gramíneas debido a que su manejo es muy delicado y los volúmenes de producción obtenidos son similares a la producción convencional de forraje.

-Selección de la semilla: En términos ideales, se debería usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Sin embargo, por una razón de eficiencia y costos, el productor puede igualmente producir FVH con simiente de menor calidad pero manteniendo un porcentaje de germinación adecuado. Si los costos son adecuados, se deben utilizar las semillas de los cultivos de grano que se producen a nivel local. Es muy conveniente también que las semillas elegidas para la producción de forraje, se encuentren libres de piedras, paja, tierra, semillas partidas las que son luego fuente de contaminación, semillas de otras plantas y

fundamentalmente saber que no hayan sido tratadas con agentes pre emergentes o algún otro pesticida tóxico.

-Lavado de la semilla: Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1% ("solución de lejía", preparada diluyendo 10 ml de hipoclorito de sodio por litro de agua). El lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias. El desinfectado con el hipoclorito elimina prácticamente los ataques de microorganismos patógenos al cultivo de FVH. El tiempo en el que las semillas permanecen en la solución de hipoclorito o "lejía", no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos. El dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas causando importantes pérdidas de tiempo y dinero. Finalizado el lavado se realiza un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.

-Remojo y germinación de las semillas. Esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición. Este tiempo se divide a su vez en dos períodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas se procede a sacarlas, escurrirlas y orearlas durante una hora. Acto seguido se sumergen nuevamente por 12 horas para finalmente realizarles el último oreado. Mediante este fácil proceso se induce la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que se efectúa sobre el embrión. El cambiar el agua cada 12 horas facilita y ayuda a una mejor oxigenación de las semillas. Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente las semillas a razón de un mínimo de 0,8 a 1 litro de agua por cada kilogramo de semilla.

-Dosis de siembra. Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2.2 a 3.4 kilogramos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja.

-Siembra en las bandejas e inicio de los riegos. Realizados los pasos previos, se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre-germinadas, la cual no deberá sobrepasar los 1.5 cm de altura o espesor. Luego de la siembra se coloca por encima de las semillas una capa de papel (periódico) el cual también se moja. Posteriormente se tapan las bandejas con un plástico negro recordando que las semillas deben estar en semioscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Mediante esta técnica se le proporciona a las semillas condiciones de alta humedad y una óptima temperatura para favorecer la completa germinación y crecimiento inicial. Es importante recordar que el FVH es una biomasa que se consumirá dentro de un período muy reducido de tiempo. Una vez detectada la brotación completa de las semillas se retira el plástico negro y el papel.

-Riego de las bandejas El riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente excesos de agua que estimulan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo. Al comienzo (primeros cuatro días) no deben aplicarse más de 0.5 litros de agua por metro cuadrado por día hasta llegar a un promedio de 0.9 a 1.5 litros por metro cuadrado. El volumen de agua de riego está de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de FVH. Es importante recordar que las cantidades de agua de riego deben ser divididas en varias aplicaciones por día. Lo usual es entregarle el volumen diario dividido en 6 o 9 veces en el transcurso del día, teniendo éste una duración no mayor a 2 minutos.

-Solución nutritiva Apenas aparecidas las primeras hojas, entre el 4° y 5° día, se comienza el riego con una solución nutritiva. No se debe olvidar que cuando se llega los días finales de crecimiento del FVH (días 12 o 13) el riego se realizará exclusivamente con agua para eliminar todo rastro de sales minerales que pudieran haber quedado sobre las hojas y/o raíces. Es decir, si se está aplicando un litro de

solución nutritiva por metro cuadrado y por día, el día 12 y 13 se aplicarán dos litros por metro cuadrado y por día. Este es un detalle importante de recordar como condición de manejo al planificar las cosechas.

-Cosecha y rendimientos: En términos generales, entre los días 12 a 14, se realiza la cosecha del FVH. Sin embargo si se requiere de forraje, se puede efectuar una cosecha anticipada a los 8 o 9 días.

4.6 Utilización de FVH en alimentación animal

La FAO (2001) asegura 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. El FVH ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal. Entre los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado lo siguiente:

- Ganancia de peso en cerdos con una alimentación en base a FVH “ad libitum”.
- 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.

Investigaciones recientes sobre producción de FVH para la alimentación animal, registraron una ganancia de peso significativa en cabritos cuando se alimentó con FVH, esto significa que hubo un incremento de 2.7 kg por cada 3 días de suplementación con FVH de maíz (Ventura, 2014). De igual forma (Sánchez *et al* 2013) afirman que la ganancia diaria de peso en borregos alimentados con FVH fue de 159 g/día. En la alimentación de borregos Pelibuey con propósito de engorda, el uso de FVH de trigo se muestra como una alternativa técnicamente factible y económicamente viable en relación a otros tipos de dieta. Así mismo se observó

aumento en la producción de leche de cabra, suplementada con FVH, de igual forma, se obtuvo leche de calidad aceptable con 44.2 y 37.2 g/l de grasa y proteína respectivamente (García *et al* 2013).

4.7 Patógenos que afectan la producción de FVH

La semilla como organismo vivo continúa con proceso fisiológico de respiración, dando como resultado humedad, energía en forma de calor, lo que favorece la actividad metabólica de otros organismos vivos que se convierte en focos de contaminación para la misma semilla, causando daños en la calidad de la semilla (Jovel, 2011).

Los hongos que deterioran los productos vegetales pueden ser adquiridos en el campo como ejemplo se tiene a *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* y otros, además de los fitopatógenos. Las especies difieren según el vegetal, el clima y la región geográfica. Requieren una humedad relativa ambiente del 90 a 100% y un contenido de agua en las semillas de 22 a 23%, con un amplio rango de temperatura entre 0 y 30°C, aunque algunos pueden crecer a 35°C o más. Los mohos crecen sobre materiales vegetales produciendo el deterioro de los mismos, y forman metabolitos que se conocen como micotoxinas (Carrillo, 2003). De éstas, las más dañinas son las de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* cuyas toxinas llamadas aflatoxinas causan severos daños a los seres humanos y a los animales cuando éstos tóxicos son ingeridos con los alimentos; además, estas sustancias son altamente cancerígenas y muy peligrosas en su manejo (Prince, 2014). Por lo anterior, productores que han implementado la tecnología para producir FVH, han reportado algunos inconvenientes con aparición de hongos, debido a esto, diversas investigaciones se han llevado a cabo para ayudar con la problemática. Algunos de estos trabajos son los siguientes:

- El FVH es nutricional y naturalmente balanceado y de mayor calidad que los concentrados comerciales. Sin embargo, el FVH presenta ciertos problemas como la probabilidad de contaminación con hongos fitopatógenos que

pueden afectar la calidad y el rendimiento del producto final. A pesar de que existen tratamientos de las semillas previos a su uso en FVH, no se han desarrollado métodos de control fúngico durante la etapa de producción (Nava *et al* 2010).

- Existen algunos problemas con la aparición de hongos principalmente debido a la humedad, ya que se presenta hasta un 90% durante la germinación y producción de este método, lo cual provoca problemas fitosanitarios difíciles de controlar y eliminar. También la semilla no germinada causa un problema de contaminación por descomposición, generando así el medio propicio para el desarrollo de estos patógenos. La aparición de hongos puede desembocar en la generación de micotoxinas, las cuales si llegan a ser ingeridas por el ganado pueden causar efectos tóxicos (Peña *et al* 2010).
- La producción de plantas en cultivo hidropónico se puede ver afectada por hongos, en donde se observan, podredumbre de la semilla en germinación. Así como también podredumbres en las plántulas, además síntomas de toxicidad, deficiencia de nutrimentos, lo cual afecta el crecimiento y calidad del cultivo. Los microorganismos que aparecen en la zona de la raíz, hacen que el agua que escurre se torne lechosa, con un olor desagradable y puede generar problemas de salud en los animales que lo consumen. (Ramírez, 2014).
- La desinfección de las semillas especialmente de la avena debe realizarse con un producto diferente al hipoclorito de sodio, el mismo que debe tener una acción fungiestática y fungicida que evite la proliferación de mohos que generan producción de micotoxinas, las mismas que desencadenan problemas digestivos de los animales que consumen el FVH. Para futuras investigaciones se podría probar con productos a base de yodo, amonio cuaternario o peróxido de hidrógeno (Arroyo & Guachalá, 2005).

4.7.1 Productos utilizados para combatir patógenos

Con el paso de los años se ha visto la importancia de implementar diferentes estrategias que permitan eliminar o inhibir la presencia de microorganismos contaminantes de los diferentes productos alimenticios mejorando así la calidad y seguridad de los mismos. Es por esto que el hombre se vio en la necesidad de utilizar algunas sustancias con propiedades antimicrobianas. Los antimicrobianos son sustancias de carácter sintético o natural capaces de inhibir el crecimiento y/o destruir microorganismos. Los compuestos químicos son reconocidos por ser capaces de actuar como conservadores de alimentos. Algunos antimicrobianos sintetizados químicamente reconocidos como GRAS (generalmente reconocidos como seguros) son: ácido propiónico, ácido sórbico, ácido benzóico y benzoatos, parabenos, nitrito de sodio entre otros. (Adarme & Rincones, 2008).

El biocontrol también es uno de los principales componentes del manejo de patógenos y parásitos. El combate biológico consiste en el manejo de poblaciones de la plaga utilizando a sus enemigos naturales, puede ser de forma natural o inducida. El auge del control biológico de uso agrícola en reemplazo de los químicos se sustenta porque son más limpios ecológicamente y menos contaminantes. Estos compuestos no son tóxicos para las plantas (Carrillo, 2003).

Algunas bacterias son utilizadas como control de patógenos, debido a su comportamiento versátil, por ejemplo, los *Bacillus subtilis* que promueven e inducen resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum*, el cual provoca marchitez y pudrición de las raíces (Armenta Bojórquez & Garcia Gutiérrez, 2010).

4.7.2 Trabajos realizados sobre patógenos en FVH

Según la investigación realizada por (Peña, et al 2010) en relación a los productos químicos utilizados: sorbato de potasio, benzoato de sodio, ácido sórbico, ácido, propiónico, ácido fosfórico, sales cuaternarias de amonio, ozono y quitosán (Cuadro 1) para el control de los hongos en el forraje verde hidropónico, se encontró que

todos dan un cierto grado de control sobre la germinación de esporas, siendo las dosis altas probadas las que tuvieron un mejor desempeño.

Cuadro 1. Productos químicos y dosis de aplicación para los cultivos de FVH de trigo, triticale y maíz

Tratamiento	Producto químico	Dosis ppm		
		Inferior	Normal	Superior
T1	Sorbato de potasio	2500	5000	10000
T2	Benzoato de sodio	500	1000	2000
T3	Ácido sórbico	500	1000	2000
T4	Ácido propionico	5000	10000	20000
T5	Ácido fosfórico	5000	10000	20000
T6	Sales de amonio	1000	2000	4000
T7	Testigo	0	0	0

Así mismo (Prince, 2014) evaluó el comportamiento de cuatro tipos de hongos en FVH con semilla de maíz y trigo; utilizando riegos con agua cruda, agua con ozono, agua con Sorbato de Potasio y agua con Benzoato de sodio al 1% respectivamente. Obteniendo los mejores resultados utilizando Agua con Sorbato de Potasio y agua con Benzoato de Sodio

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Metodología

La presente investigación consistió en la producción de Forraje Verde Hidropónico utilizando semillas de maíz, misma que tuvo una duración de quince días. Transcurridos los primeros dos días se procedió a la fase de aplicación de tratamientos, retirándolos el día doce de producción para la eliminación de residuos. La cosecha se realizó a los quince días iniciada la producción. Los muestreos se realizaron a los cinco, diez y quince días para la toma de datos.

5.1.1 Localización

El experimento se realizó en el área de forraje verde hidropónico de Instituto Tecnológico de Altamira ubicado en la carretera Tampico-Mante, km 24.5, Altamira, Tamaulipas, México. Localizado en las coordenadas 22° 25' 32.1" Latitud N, y 97° 56' 41.3" Longitud O, del meridiano de Greenwich, a una altura de 26 msnm con una precipitación de 1100 mm (CONAGUA, 2012)

5.1.2 Material vegetal

El material vegetativo utilizado fue semilla de maíz (*Zea mays* L.), obtenida en la región por su disponibilidad y precio.

5.1.3 Tratamientos

Los tratamientos empleados fueron ocho (Cuadro 2) que corresponden a ocho productos comerciales que actúan como fungicidas, mismos que fueron aplicados después de la siembra de la semilla en charolas de 25 x 50 cm, las cuales fueron las unidades experimentales.

Cuadro 2. Productos evaluados en la experimentación

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis sugerida
T1	Sorbato de potasio *		2000 ppm
T2	Benzoato de sodio*		10000 ppm
T3	Ácido sórbico*		2000 ppm

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis sugerida
T4	Ridomilgold 68 ph	Mancozeb; Metalaxil- M	250 gr./100 L
T5	Timsen		1 gr./ L
T6	Prozycar 50ph	Carbendazim	2.5 L/ m ²
T7	Probacil	Bacillus subtilis	3 kg/ha
T8	Testigo**	Cloro	10ml/L

*Tratamientos recomendados por Peña *et al* (2010), ** FAO

Los ocho tratamientos se ordenaron en cuatro filas (repeticiones) quedando distribuidos de forma aleatoria, así como lo muestra la Figura 1.

T1	T3	T8	T7
T3	T6	T5	T2
T5	T1	T3	T6
T8	T5	T2	T4
T7	T4	T1	T8
T2	T2	T6	T1
T4	T8	T7	T5
T6	T7	T4	T3
REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3	REPETICIÓN 4

Figura 1. Distribución de los tratamientos en la experimentación

5.1.4 Etapa de producción

La producción comenzó con la instalación de un sistema hidropónico, el cual consistió en tres estantes metálicos, uno de 3 x 1.20 m, y dos de 3 x 0.50 m, todos con un 3% de inclinación en donde se instaló un sistema de riego por aspersión. Una vez instalado el sistema de riego se implementó la tecnología de producción de forraje verde hidropónico (FAO, 2001) en las cuatro estaciones del año. Las primeras etapas de producción consistieron en:

5.1.5 Manejo de la semilla

Lavado. Se colocó la semilla de maíz en una malla de 0.5 mm y se lavó con agua potable hasta retirar toda impureza.

Desinfección. Se desinfectaron las semillas utilizando hipoclorito de sodio al 1 % (10 ml/L) (FAO, 2001).

Remojo. Las semillas se sumergen en agua limpia durante 24 h, se dividió a su vez en dos períodos de 12 h cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas se procede a drenarlas y orearlas durante una hora.

Dosis de siembra. Se pesó un kg de semilla y se distribuyó uniformemente en las charolas de plástico, previamente desinfectadas y colocadas en el estante metálico.

5.1.6 Experimentación

Establecimiento de los tratamientos y manejo del cultivo

En la experimentación se implementaron las etapas posteriores de producción de FVH propuestas por la FAO, las cuales consistieron en:

Siembra. Una vez que el maíz fue colocado en las charolas, se realizó la primera aplicación de tratamientos, las dosis que se utilizaron fueron las descritas en el Cuadro 3. Posteriormente las charolas se cubrieron con papel estraza y plástico negro, para favorecer una germinación homogénea.

Riego y aplicación de los tratamientos. Después de dos días de haber sembrado, se retiró el papel estraza y el plástico y se continuó con la aplicación de los

fungicidas. La aplicación de los tratamientos se realizó dos veces al día mediante el uso de atomizadores, aplicando el producto diluido en 0.5 L de agua al día por cada unidad experimental. A partir del día 6 se inició la aplicación de solución nutritiva, a todas las charolas, mediante un sistema automático de riego por aspersión, temporizando entre cinco y seis riegos al día con duración de 1 min. La aplicación de los tratamientos y solución nutritiva se realizó de forma alterna.

Cosecha. Al día 12 y 13 se detuvo la aplicación de la solución nutritiva y tratamientos respectivamente. Posteriormente se regó con agua para eliminar residuos de productos utilizados.

5.2 Diseño experimental y variables evaluadas.

Se utilizó un diseño en bloques aleatorizados completos con arreglo factorial de tratamientos (8x4) con cuatro repeticiones. La unidad experimental está conformada por una charola. Los factores de estudio fueron los tratamientos con efecto fungicida y las estaciones del año. El primero a siete niveles más un testigo, y el segundo las cuatro estaciones del año. Las variables a medir fueron:

Incidencia de hongo. Se tomaron dos muestras de un área 6 cm x 8 cm de cada unidad experimental y se contaron cada una de las semillas infestadas. Los datos se transformaron a porcentaje.

Germinación. Esta se realizó a los cinco días contando el total de semillas germinadas que se encuentran en un área de 6 cm x 8 cm tomando dos muestras por unidad experimental. Los datos se transformaron a porcentaje.

Altura: A los 5, 10 y 15 días se seleccionaron diez plantas aleatoriamente y se midieron desde la semilla hasta el ápice.

5.3 Análisis estadístico

Se verificaron los supuestos de normalidad para las tres variables utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se transformó la variable de incidencia de hongo y altura a raíz cuadrada. Para las tres variables (porcentaje de germinación, raíz

cuadrada de altura, raíz cuadrada de incidencia de hongo) se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Finalmente, para conocer el efecto de los productos químicos y biológicos en la presencia de los hongos en el FVH, las medias de los tratamientos se separaron por una prueba de Tukey utilizando el software IBM® SPSS®, Statistics 21.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Incidencia de hongo

Se realizó Análisis de varianza para la Raíz cuadrada de Incidencia de Hongo que se muestra en el Cuadro 3 donde se observa que existe significancia estadística ($P < 0.05$) para época, tratamiento e interacción (época * tratamiento).

Cuadro 3. Análisis de varianza de Incidencia de Hongo para tratamientos y épocas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F _{cal.}	P
Bloque	3	0.922	0.307	1.592	.197
Época	3	16.312	5.437	28.152	.000
Tratamiento	7	24.468	3.495	18.098	.000
Época*Tratamiento	21	34.742	1.654	8.566	.000
Error	93	17.962	0.193		
Total	127	94.406			

Respecto al promedio incidencia de hongo en cada una de las épocas del año, la prueba de Tukey, Cuadro 4, muestra que no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en las épocas de primavera, otoño e invierno (38.7, 41.2 y 41.6 % respectivamente). Pero sí para el verano, donde el valor promedio fue de 51.3 %.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para las medias de Incidencia de Hongo promedio en las épocas

ÉPOCA	PROMEDIO INCIDENCIA DE HONGO (%)	
PRIMAVERA	38.7	a
INVIERNO	41.2	a
OTOÑO	41.6	a
VERANO	51.3	b

Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa ($P < 0.05$)

Para los tratamientos, Cuadro 5, la prueba de Tukey para promedio de incidencia de hongo muestra dos grupos, uno formado por Sorbato de Potasio, Ácido Sórbico, Ridomil Gold, Prozycar, Benzoato de Sodio que no presentan diferencia entre ellos y el grupo dos formado por Probacil, Timsen y Testigo que no mostraron diferencia entre ellos. Siendo el Sorbato de Potasio y Benzoato de Sodio los tratamientos que se encuentran en el grupo con menor promedio de incidencia de hongo, esto pone en evidencia el éxito que tuvo Prince (2014) al utilizar Sorbato de Potasio y Benzoato de Sodio al 1 % respectivamente.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para las medias de Incidencia de Hongo en los tratamientos

TRATAMIENTO	PROMEDIO INCIDENCIA DE HONGO (%)	
Sorbato de Potasio	36.4	a
Ácido Sórbico	36.8	a
Ridomil Gold	34.2	a
Prozycar	41.1	a
Benzoato de Sodio	41.8	a
Testigo	49.0	b
Probacil	49.2	b

TRATAMIENTO	PROMEDIO INCIDENCIA DE HONGO (%)	
Timsen	52.6	b

Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa ($P < 0.05$)

La Figura 2 muestra la comparativa de promedios, en porcentaje, de Incidencia de Hongo de cada uno de los tratamientos en las cuatro épocas del año.

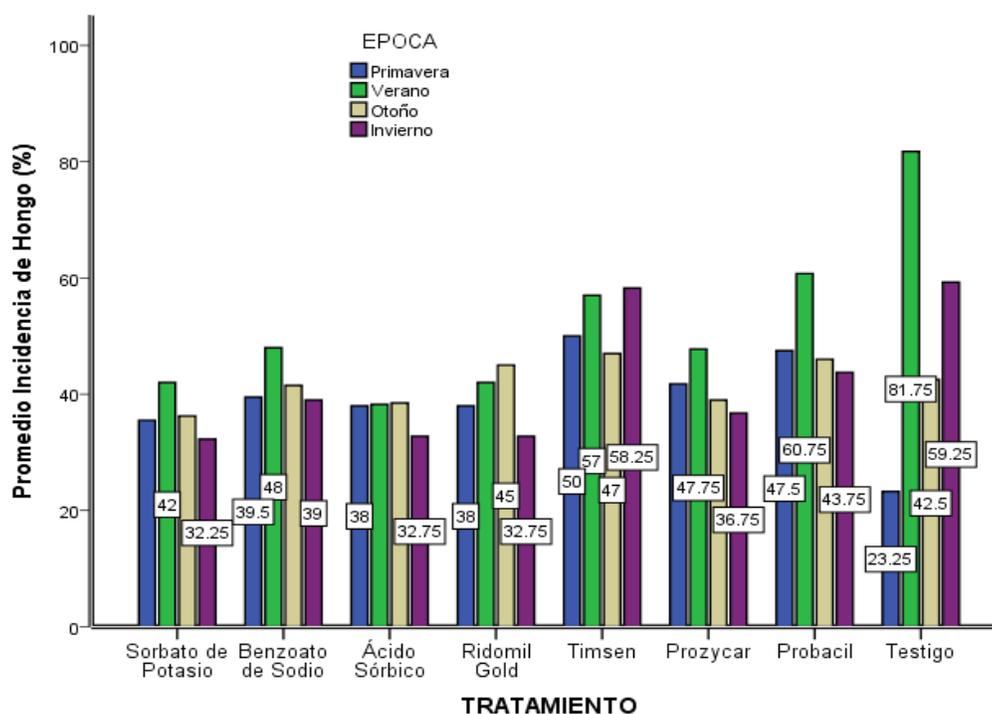


Figura 2. Promedio de Incidencia de Hongo (%) de los tratamientos en las cuatro épocas.

Se muestra en la Figura 3 cierto paralelismo en los tratamientos (Sorbato de potasio, Benzoato, Prozycar, Probacil) a lo largo de las cuatro épocas con un ligero incremento en la época de verano, lo que indica que tienen un comportamiento similar en las cuatro épocas. Sin embargo el Ridomil presenta mayor incidencia en el otoño. También se observa que el Testigo muestra un incremento en el verano producto de la interacción época*tratamiento.

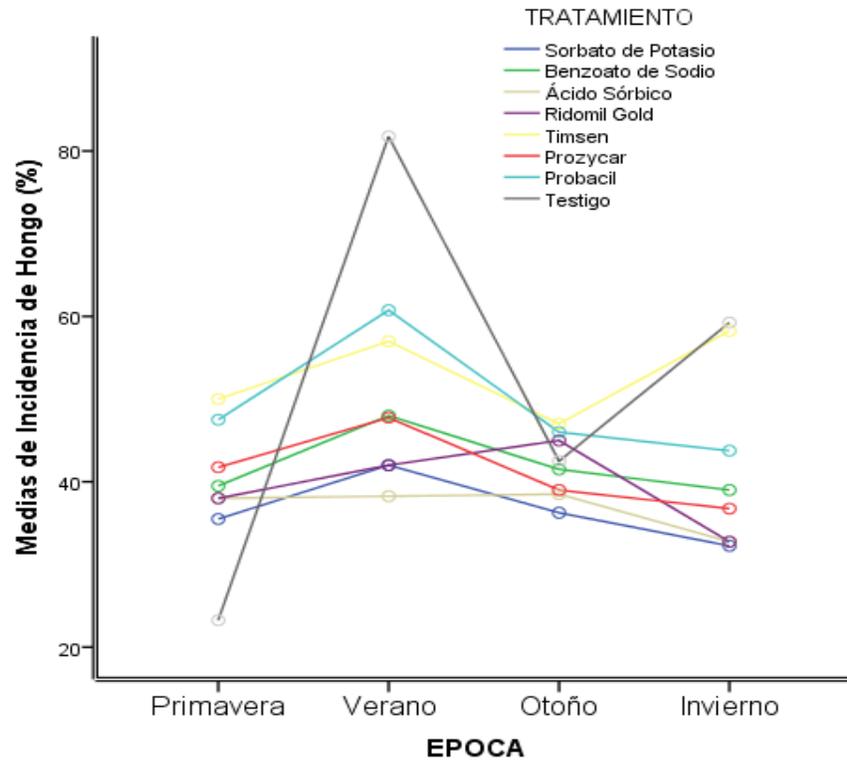


Figura 3. Interacción Época y Tratamiento para Incidencia de Hongo.

6.2 Germinación

Se realizó Análisis de varianza para Germinación, Cuadro 6, donde se observa que existe significancia estadística ($P < 0.05$) para época, tratamiento e interacción (época * tratamiento).

Cuadro 6. Análisis de varianza de Incidencia de Hongo para tratamientos y épocas

Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F _{cal}	P
Bloque	3	2.156	.719	.204	.894
Epoca	3	12896.906	4298.969	1217.639	.000
Tratamiento	7	158.094	22.585	6.397	.000
Epoca * Tratamiento	21	391.219	18.629	5.277	.000
Error	93	328.344	3.531		
Total	127	13776.719			

Respecto a Germinación en las épocas del año, la prueba de Tukey, Cuadro 7, muestra que se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en cada una de las épocas.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para las medias de Germinación para las épocas

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	
Invierno	66.44	a
Otoño	85.00	b
Primavera	90.16	c
Verano	91.59	d

Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa ($P < 0.05$)

Para los tratamientos, Cuadro 8, la prueba de Tukey para Germinación muestra tres grupos, uno formado por Prozycar, Ácido Sórbico y Testigo, que no presentaron diferencia entre ellos, el grupo dos formado por Probacil y Timsen, y el grupo tres formado por Benzoato de Sodio, Ridomil Gold, Sorbato de Potasio que no mostraron diferencia entre ellos.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para las medias de Germinación para los tratamientos

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	
Prozycar	82.13	a
Ácido Sórbico	82.31	a
Testigo	82.38	a
Probacil	82.63	b
Timsen	83.25	b
Benzoato de Sodio	83.75	c

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	
Ridomil Gold	84.50	c
Sorbato de potasio	85.44	c

Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa ($P < 0.05$)

Se presenta en la Figura 4 cierto paralelismo entre las épocas del año, sin embargo, para primavera, verano y otoño se muestra interacción en los tratamientos Ácido Sórico, Ridomil Gold, Prozicar y Testigo.

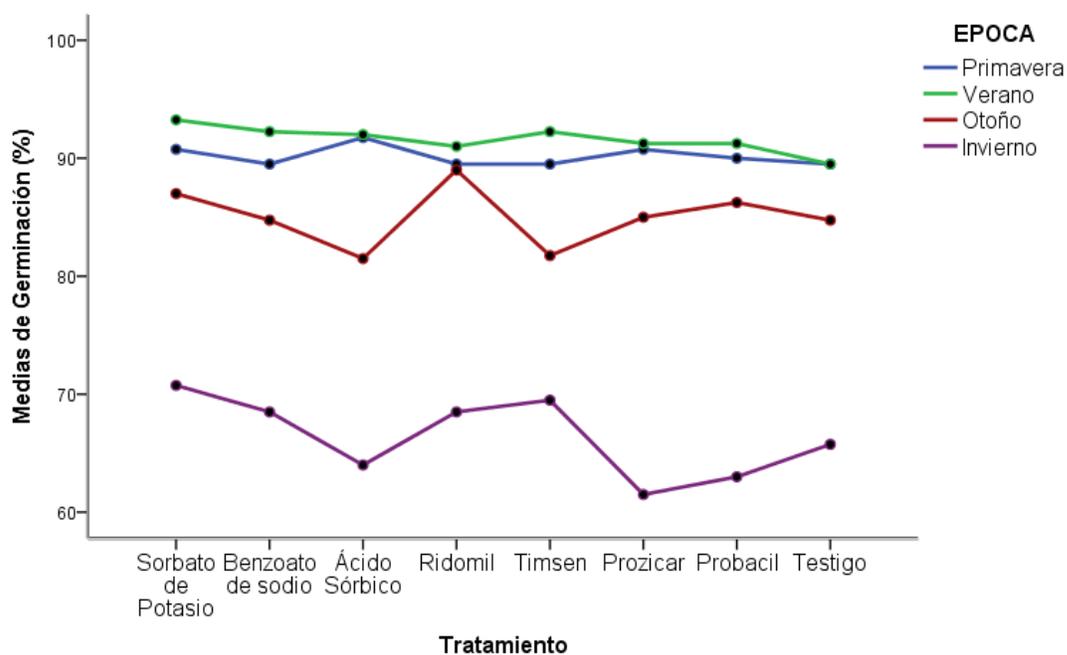


Figura 4. Interacción de Época y Tratamiento en Germinación

6.3 Altura de la planta

Se realizó Análisis de varianza para la Raíz cuadrada de Altura de la planta que se muestra en el Cuadro 9 donde se observa que existe significancia estadística ($P < 0.05$) para época, tratamiento e interacción (época * tratamiento).

Cuadro 9. Análisis de varianza de raíz cuadrada de Altura de la planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F _{cal}	P
Bloque	3	.491	.164	1.639	.180
Época	3	243.359	81.120	813.190	.000
Tratamiento	7	3.478	.497	4.981	.000
Fecha	2	125.573	62.787	629.409	.000
Época * Tratamiento	21	13.821	.658	6.598	.000
Época * Fecha	6	3.525	.588	5.890	.060
Tratamiento * Fecha	14	1.855	.132	1.328	.190
Época * Tratamiento * Fecha	42	5.745	.137	1.371	.072
Error	285	28.430	.100		
Total	383	426.277			

En el promedio Altura de la planta, Cuadro 10, la prueba Tukey no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) en las épocas de primavera y Verano (15.58 y 16.96 % respectivamente). A diferencia del invierno y otoño en donde se presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) en la Altura, presentando un promedio de 4.81 y 8.81 %

respectivamente. Esto comprueba que la época de siembra es un factor crítico en un sistema de producción para obtener un alto rendimiento (Ramirez *et al* 2010).

Cuadro 10. Prueba de Tukey para las medias de Altura promedio para época

ÉPOCA	ALTURA PROMEDIO (cm)	
Invierno	4.81	a
Otoño	8.81	b
Primavera	15.58	c
Verano	16.96	c

Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa ($P < 0.05$)

En la Figura 4 se presentan las medias de la variable altura a los 3, 7 y 15 días de siembra de cada uno de los tratamientos en las cuatro épocas.

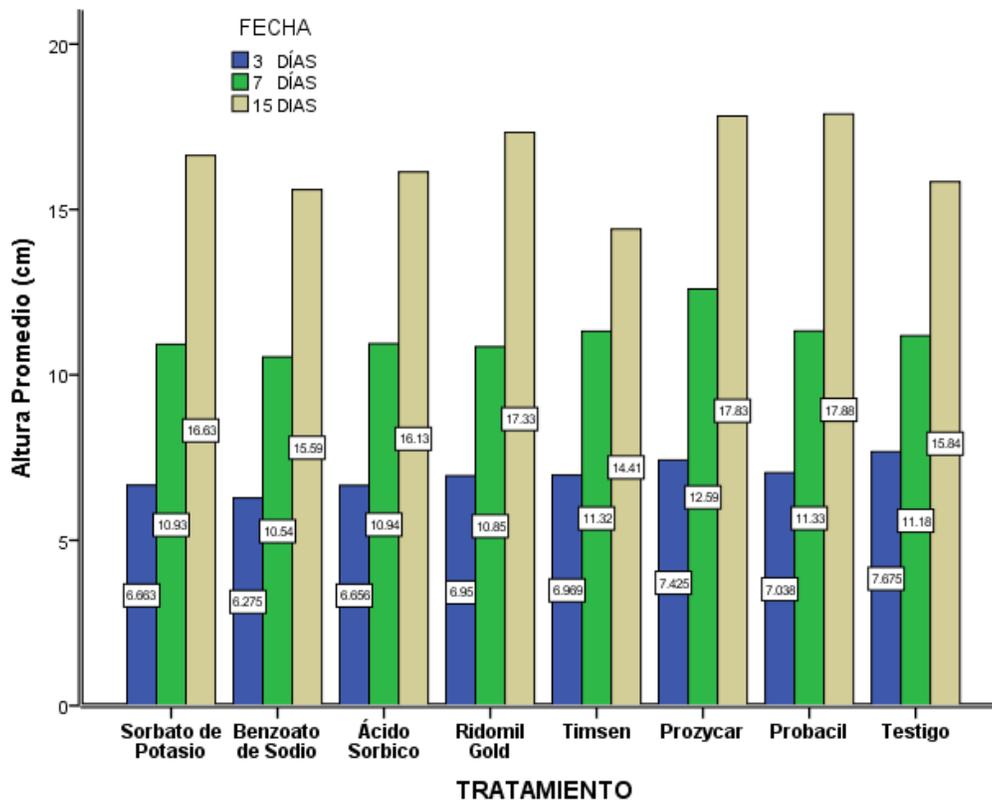


Figura 5. Altura promedio (cm) de los tratamientos a los tres, siete y quince días.

Para los tratamientos, Cuadro 11, la prueba de Tukey para Altura muestra tres grupos, uno formado por Benzoato de Sodio, el grupo dos formado por Sorbato de Potasio, Ácido Sórbito, Timsen, Ridomil Gold, que no hubo diferencia entre ellos y el grupo tres formado por Testigo, Probacil y Prozycar que no mostraron diferencia entre ellos.

Cuadro 11. Prueba de Tukey para las medias de Altura para los tratamientos

TRATAMIENTO	ALTURA PROMEDIO (%)	
Benzoato de Potasio	9.51	a
Sorbato de Potasio	9.95	b
Ácido Sórbico	10.06	b
Timsen	10.19	b
Ridomil Gold	10.22	b
Testigo	10.76	c
Probacil	10.92	c
Prozycar	11.61	c

Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa ($P < 0.05$)

Se muestra en la Figura 6. Cierta paralelismo existente entre los tratamientos y las cuatro épocas del año, producto de su interacción, observando un claro descenso en la Altura de la Planta.

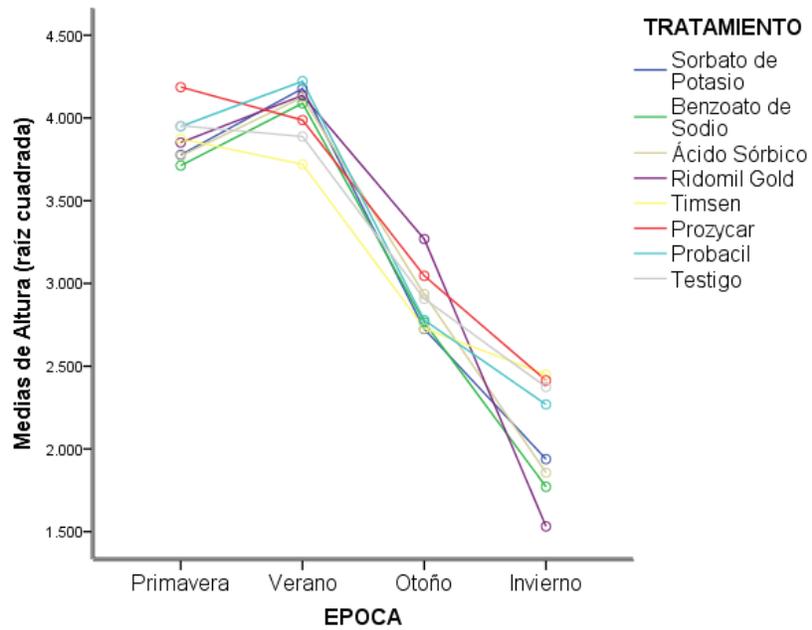


Figura 6. Interacción de Época y Tratamiento en Altura

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, Sorbato de Potasio, Ácido Sórbico, Ridomil gold y Prozycar y Benzoato de Sodio fueron los tratamientos que presentaron resultados con menor incidencia de hongo durante las cuatro épocas. Caso contrario de Probacil y Timsen que mostraron resultados con mayor incidencia de hongo.

Con respecto a las épocas del año, invierno fue la que mostró menor incidencia de hongo, siendo verano la época con mayor incidencia.

Sorbato de Potasio fue el tratamiento con mayor porcentaje de germinación, en contraposición de Prozycar y Acido Sórbico, los cuales tuvieron un mayor efecto sobre la germinación de la semilla, obteniendo menores porcentajes. De igual manera en relación época-germinación de semilla, se obtuvo mayor porcentaje de germinación en primavera y verano; caso contrario para otoño e invierno con porcentajes menores en germinación.

En relación al crecimiento de la planta, Probacil fue el tratamiento que presentó mayores promedios de altura. De igual forma para las épocas de primavera y verano, con mayores promedios de altura de la planta.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar semillas de buena calidad con bajo contenido de impurezas que puedan coadyuvar en la presencia de hongos y bacterias. Así mismo es recomendable continuar con investigaciones en donde se utilicen productos y dosis diferentes a las del presente experimento.

8. LITERATURA CITADA

- Adarme, V. T., & Rincones, L. (2008). *Evaluación de Cuatro Antimicrobianos para el Control de Levaduras Contaminantes de un Proceso de Fermentación de Ácido Cítrico*. Bogotá, D.C.
- Aguilera, G. L., & Olalde, P. V. (2007). *Micorrizas Arbusculares*. Redalyc. Universidad Autónoma de México Toluca, México.
- Armenta Bojórquez, A. D., & Garcia Gutiérrez, C. (2010). Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. *Ra Ximhai, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*.
- Arroyo, P. A., & Guachalá, H. W. (2005). *Evaluación de cinco concentraciones de ácido giberélico (ag3) y tres dosis foliares de ácido húmico en tres cereales cultivados con forraje verde hidropónico en la provincia de imbabura*. Ibarra, Ecuador.
- Carranco, Z. M. (Diciembre de 2005). *Evaluación de Variedades de Maíz y Densidad de Siembra en la Producción de Forraje Verde Hidropónico*. Marín, Nuevo León, México.
- Carrillo, L. (2003). *Microbiología agrícola*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional
- CONAGUA. (2012). Comisión Nacional del Agua. *Instituto Tecnológico de Altamira*. Cd. Altamira, Tamaulipas, México.
- FAO. (2001). *Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico*. Santiago de Chile.
- García, C. M., Salas, P. L., Esparza, R. J., Preciado, R. P., & Romero, P. J. (2013). *Producción y Calidad Físicoquímica de Leche de Cabras Suplementadas con Forraje Verde Hidropónico de Maíz*. Agronomía Mesoamericana.
- Gonzalez, E. M., Ceballos, J. M., & Benavides, O. B. (2015). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz *zea mays* L. en Invernadero con Diferentes Niveles de Silicio*. Revista de ciencias agrícolas, 9.
- Hernández, C. M., & Valdez, M. G. (2012). *Sequia Meteorologica*. SEMARNAT.

- Jovel, R. L. (Noviembre de 2011). *Evaluación de Tres Métodos de Almacenamiento de Semilla de Maíz (Zea mays L.) y su Efecto en los Atributos de Calidad en Zamorano*. Zamorano, Honduras.
- Nava, R. E., Iliná, A., Ramirez, E. G., Segura, C. E., & Martínez, H. (2010). *Efecto de Extractos de Origen Natural Sobre el Sistema de Producción de Forraje Verde Hidropónico*. Saltillo, Coahuila.
- Peña, M., Arellano, G., Quezada, M., & Munguia, L. (2010). *Evaluación de Productos Químicos para el Sistema Productivo de Forraje Verde Hidropónico*. Coahuila, México.
- Prince, A. R. (2014). *Evaluación de la Eficiencia en el Control de Hongo de Forraje Verde Hidropónico Mediante el Uso de Productos Químicos*. Torreón, Coahuila.
- Ramirez, D. J., Wong, P. J., Ruiz, C. J., & Chuela, B. M. (2010). *Cambio de Fecha de Siembra del Maíz en Culiacán, Sinaloa, México*. Revista Fitotecnia Mexicana, 61-68.
- Ramírez, V. M. (2014). *Tipos y Clasificación de Hongos que Afectan al Forraje Verde Hidropónico en la Comarca Lagunera*. Torreón, Coahuila.
- Rodriguez, M. E. (Noviembre de 2005). *Proyecto de Inversión para la Producción de FVH en Sta. María Chachoapan Nochxitlan, Oaxaca*. Heróica Cd. de Huajuapán de León, Oaxaca.
- Salamanca, S., & Silva, M. d. (1998). *Las Micorrizas como Alternativa para el Manejo Sostenible de los Agrosistemas Tropicales*. Villavicencio.
- Sánchez, D. C., Moreno, P. E., Contreras, M. E., & Morales, G. J. (2013). *Producción de Forraje Verde Hidropónico de Trigo y Cebada y su Efecto en la Ganancia de Peso en Borregos*. Chapingo, Serie Horticultura.
- Valdivia, E. (1997). Producción de Forraje Verde Hidroponico. *Conferencia Internacional de Hidroponia Comercial*, (pág. 59). Lima, Perú.
- Vargas, F. C. (2008). Comparación productiva de FVH de Maíz, Arroz y Sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana*, 233-240.

Ventura, M. O. (2014). *Ganancia de Peso en Cabritos de Raza Alpina Suplementados con Forraje Verde Hidropónico de Maíz en la Comarca Lagunera*. Torreón, Coahuila.

ANEXOS

ANEXO 1. Área de Producción de Forraje Verde Hidropónico



Área de producción



Soportes metálicos

ANEXO 2. Unidades Experimentales



ANEXO 3. Producción de FVH



Selección de semilla



Lavado de semilla



Remojo de semilla



Dosis de siembra



Siembra



Aplicación de tratamientos

+

ANEXO 4. Muestreo y recolección de datos



Viernes. 17 mayo. 10:00 hrs fin, por fin.