

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Ganancia de peso del forraje verde hidropónico utilizando diferentes fertilizantes

Por:

Delia Aydé Samaniego Triana

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2023

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

Ganancia de peso del forraje verde hidropónico utilizando diferentes fertilizantes

Por:

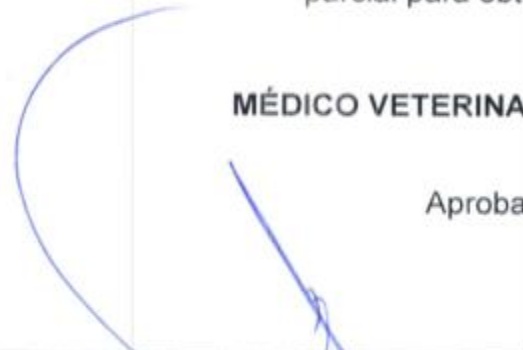
Delia Aydé Samaniego Triana


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


MC. Isidro Pérez Esparza
Vocal suplente


MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2023

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

Ganancia de peso del forraje verde hidropónico utilizando diferentes fertilizantes

Por:

Delia Aydé Samaniego Triana


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
Coasesor


MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2023

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por permitirme terminar esta etapa de mi vida con salud, bendiciones y amor.

A **mi Alma Terra Mater** por darme las herramientas, conocimientos y un estilo de vida que llevare para siempre.

A **mis Padres** Arturo Samaniego y Delia Triana por apoyarme a concluir esta etapa de mi vida y su apoyo incondicional.

A mi **hijo** Naym Arturo Favela Samaniego por acompañarme desde que comencé esta carrera y estar siempre conmigo, inspirándome para ser una mejor persona.

A mis **hermanos** Valente y Ximena, por estar conmigo en todo momento, darme felicidad, buenos momentos.

A mí **tía** Mireya Samaniego por impulsarme a ser una mejor persona en el ámbito laboral, el ejemplo que me brinda de sus logros y el apoyo incondicional que me ha ofrecido.

A mi **novio**, Juan Ferdini por apoyarme desde el día que nos conocimos, y brindarme sus conocimientos para desarrollarme mejor como persona y médico veterinario día con día.

A mi **asesora** y gran amiga M.C. Olivia García Morales por el apoyo, paciencia, a lo largo de toda mi carrera, y mi asesor el Dr. Fernando Ulises Adame de León

A mis **amigas** Marisa, Andrea, Eugenia por comprenderme y apoyarme en todos los aspectos y compartir grandes momentos y experiencias.

A mi **amigo** Guillermo gracias por el apoyo, el compañerismo, los buenos deseos y los momentos que pasamos juntos.

A mis **profesores** por guiarme en esta hermosa carrera.

DEDICATORIAS

A mis **padres**, Arturo Alberto Samaniego Álvarez y Delia Triana Sosa por creer en mí, apoyar este sueño de terminar una carrera porque sin ustedes yo no lo hubiera conseguido y siempre impulsarme con los valores que me inculcaron a ser una mejor persona y ser una excelente Profesionista.

A mi **hijo** Naym Arturo, por ser inspiración, mi compañero de vida.

A mis **profesores**, por haberme compartido su conocimiento, en especial a la Dra. Olivia García Morales y el Dr. Fernando Ulises Adame de León.

INDICE

RESUMEN.....	iv
INTRODUCCION.....	1
Hipótesis.....	2
Objetivo.....	2
REVISION DE LITERATURA	3
Hidroponía	3
Función de los nutrientes en el FVH.	5
Ubicación del sitio del experimento:.....	10
Material utilizado:.....	10
Diseño del experimento:.....	11
Selección de la Semilla:	11
Desinfección de la semilla.	12
Remojo y germinación de las semillas.	12
Extendido de la semilla.	13
Fertilización.	14
Mediciones.	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	36

RESUMEN

Para resolver la carencia de alimento para el ganado durante las sequías críticas en el Norte de México, es necesario simplificar las técnicas de producción de alimento, hacerlas accesibles y de fácil implementación por las familias del medio rural, donde prácticamente se carece de todos los insumos. El implementar el uso de Forraje Verde Hidropónico (FVH) es una opción, pero es necesario simplificar su implementación y manejo a condiciones de campo. Es importante conocer las necesidades reales del manejo del FVH como su sanidad y particularmente su nutrición. Para determinar la diferencia que existe entre el FVH fertilizado por vía foliar y a través del agua de riego comparado con el no fertilizado, se produjo FVH irrigado con agua corriente (agua cruda), agua corriente con fertilizante comercial disuelto y aplicado en el riego y agua corriente (agua riego) y con fertilizante foliar para la aspersión manual (agua foliar). Se utilizaron tres diferentes tipos de grano; Maíz, trigo y sorgo escobero. Los contenedores se irrigaron a las 08.00, 14.00 y 20.00 h durante 13 días, midiendo diariamente el crecimiento y registrando el peso ganado. Se utilizó un modelo completamente al azar, determinando que el FVH irrigado con agua conteniendo el fertilizante para riego, creció significativamente más ($p < .05$) que el fertilizado de manera foliar y que el que no fue fertilizado, pero su peso no varió significativamente en ninguno de los casos. El cultivo generado con semilla de trigo creció y pesó de una manera altamente significativa ($p < .01$) más que el resto de los cultivos, alcanzando peso y altura mayor y con mejor presentación. Estos hallazgos aportan a la simplificación del proceso dado que es posible obtener resultados similares usando o no fertilizante.

Palabras clave: Forraje verde hidropónico, Fertilizante, Crecimiento

INTRODUCCION

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es un sistema de cultivo que aumenta significativamente el rendimiento esto se debe a que requiere de poco espacio y una cantidad mínima de agua. Esta forma de cultivo se hace en ausencia de suelo, estimulando el nacimiento de un sistema radicular alimentado solamente con agua y en algunos casos minerales, de forma controlada (Rodríguez S, 2003). La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) puede ser una alternativa para los ganaderos de regiones en donde hay escasez y/o disponibilidad de agua, factores climáticos o de tierras laborales no favorables.

El FVH es una tecnología donde se produce biomasa vegetal a partir semillas viables en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas (cebada, avena, maíz, trigo...). El FVH es una alternativa de alimento de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal, producido rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias (FAO,2001), dentro de este contexto, el FVH es una alternativa de producción de forraje para la alimentación para animales domésticos, rumiantes y pequeños rumiantes y es especialmente útil durante periodos de escasez de forraje verde cuando se presentan problemas ambientales y/o económicos.

Hipótesis

El uso de fertilizantes diluidos en el agua para riego o aspersión foliar, mejora significativamente la ganancia de peso y el crecimiento de FVH, cuando se compara con el riego sin tratamiento.

Objetivo

Determinar si es necesario utilizar riegos con fertilizante para obtener crecimiento y ganancia de peso significativamente mejores cuando se compara contra el riego utilizando solamente con agua y poder recomendar por ello menor tecnología en la producción de FVH.

REVISION DE LITERATURA

Hidroponía

Significa produce en agua, producir sin tierra. Inicialmente se limitó a usar agua, pero actualmente existen muchas técnicas y sustratos para producir mediante hidroponía (Carrasco e izquierdo, 1996)

Según la revisión que hacen Sneath y McIntosh (2003), en el año 1600 Jan Van Helmont documento como las plantas obtenían sustancias nutritivas a partir del agua, John Woodward estudio como las plantas pueden obtener sus nutrientes a partir de diversos sustratos y encontró que el crecimiento de las plantas era el resultado de diferentes sustancias en el agua.

En 1939 se hicieron los primeros trabajos sobre el uso de FVH en animales, por I. Leitch (Sneath and McIntosh, 2003), haciendo estos estudios en vacas lecheras, ganado, cerdos y pollos. Al final del siglo XIX, John Woodward investigo sobre el tema, realizando germinaciones de diferentes granos, utilizado tambien agua de diferentes orígenes, analizando los componentes de forraje resultante (Huterwal, 1960, Niguez 1988)

El Dr. William Gericke, profesor de fisiología vegetal de la Universidad de California, instaló con éxito unidades de cultivo sin tierra al aire libre entre 1929 y 1930, nombrando esta técnica como hidroponía, razón por la que se le considera padre de la hidroponía (Guzman,2004).

El FVH se produce bajo una técnica de cultivo que permite el control del gasto de agua, con los elementos de un microclima, para poder producirlo en condiciones adversas. Resulta ser un buen alimento para animales destinados producción de carne o de leche, es económico y fácil de producir y puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para diversos animales (Sánchez, 2000).

El FVH es un alimento que alcanza un tamaño aproximado 20 a 30 cm de altura en un periodo de tiempo de 9 a 15 días y de adecuada palatabilidad para los animales,

su valor nutritivo que resulta de la germinación de las semillas. Es rico en vitaminas especialmente la A y E contiene carotenoides que van de 250 a 350 mg por kilogramo de materia seca (MS), posee una elevada cantidad de hierro, calcio, fósforo, su digestibilidad es elevada debido a la escasa presencia de lignina y celulosa (Juarez,2007).

Según algunos estudios científicos el tiempo óptimo para la cosecha de FVH no debe excederse del día 12, a partir de aquí hay un marcado descenso de su valor nutricional, sin embargo por estrategia de manejo interno muchos establecimientos realizan la cosecha a los días 14 o 15 (Bonner y Galston, Koller, Simon y Meany, Fordham et al, citados por Hidalgo, 1985).



Función de los nutrientes en el FVH.

Macronutrientes.

Nitrógeno: principal constituyente de la clorofila, proteínas y ácidos nucleicos ayuda al desarrollo y crecimiento de los tejidos vivos (Suquilanda, 2006).

Potasio: su presencia es más abundante en el citoplasma, también se encuentra en cloroplastos y vacuolas contribuyendo al alargamiento celular (Pía y Viniegra, 2007).

Fósforo: algunas de sus funciones son contribuir a la formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces lo que resulta en un crecimiento rápido y vigoroso, contribuyendo también en la multiplicación celular (Suquilanda, 2006).

Micronutrientes

Calcio. Es necesario para la mitosis, contribuye a la estabilidad de las membranas y también es constituyente de las paredes celulares (Pía y Viniegra, 2007).

Magnesio. Es necesario para la formación de azúcar, componente de la clorofila y contribuye a regular la asimilación de otros nutrientes (Suquilanda, 2006).

Azufre. Contribuye al mantenimiento del color verde intenso, es un componente de las proteínas y está asociado con la transferencia de azúcar dentro de la planta (Pía y Viniegra, 2007).

Cobre. Es el componente de muchas enzimas y es un estimulante para la formación de vitamina A en la mayoría de las plantas (Pía y Viniegra, 2007).

Hierro. Participa en las reacciones enzimáticas, en los procesos de respiración, actúa como transporte de oxígeno y también es necesario para la formación de clorofila (Suquilanda, 2006).

Manganeso. Actúa como componente estructural de las metalproteínas (Pía y Viniegra, 2007).

Molibdeno. Es un catalizador de varias reacciones enzimáticas y también participa en los procesos de respiración de las plantas (Suquilanda 2006).

Zinc. Participa en la producción de clorofila, carbohidratos, promotor de las funciones metabólicas por lo tanto es necesario para fomentar el crecimiento (Suquilanda 2006).

Compuestos fitoquímicos. Estos se relacionan con la bioactividad, uno de los más importantes son los compuestos fenólicos (CF) y la concentración de los ismos depende principalmente de factores intrínsecos como son tipo de planta, especie de planta, variedad, tipo de tejido y otros factores extrínsecos como son ambientales y de manejo (Pérez 2012)

Se han evaluado diferentes métodos de producción relacionados con el crecimiento del FVH y hay pocos reportes que garanticen una diferencia importante entre ellos. Rivera (et al 2010), encontraron que el empleo de soluciones nutritivas adicionadas con fertilizante comercial líquido comercial (Nitrofoska® y Quimifol®) tienen un efecto favorable en la producción e FVH de maíz. Aunque no se mostraron variaciones significativas en la altura y porcentaje de materia seca.

La necesidad de nutrientes en las plantas se adiciona en la solución nutritiva ya cantidad de nutrientes requeridos por la planta depende del tipo de planta, especie, variedad, etapa y condiciones ambientales. En los cultivos hidropónicos es de suma importancia la solución nutritiva a utilizar ya que de ahí depende la nutrición de las mismas, la calidad y la cantidad de producción (Herrera, 1999).

En el caso de la producción de FVH se realizan riegos constantes en tiempos determinados con agua potable llegando a la germinación hasta que las plántulas alcanzan una altura de 3 a 4 centímetros, a partir de ese momento se deben aplicar riegos con una solución nutritiva para garantizar un crecimiento óptimo del forraje (Juárez-López et al, 2013). El riego con soluciones ricas en nutrientes permite incrementar la producción de biomasa, mejorar la calidad tanto en crecimiento como en nutrientes y optimizar el tiempo de corte (Núñez-Torres y Guerrero-López, 2021). Dentro de los factores que se buscan en el FVH uno de los más importantes es la

calidad, ya que participa en diversos aspectos relacionados con la nutrición animal para algún fin productivo específico (Castillo, 2022).

En experimentos con FVH se han evaluado diversos factores como crecimiento y ganancia de peso y se compara con el forraje producido en parcelas inducidas se ha determinado la utilidad práctica del uso del FVH se incrementa. En el Ecuador se compararon dos forrajes avena (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum vulgare*) en un sistema de FVH, frente al sistema de producción convencional a campo abierto. Los parámetros a evaluar fueron altura de la planta de cada cultivo para cada uno de los sistemas productivos, así como la producción de biomasa, la proteína cruda y la relación costo-beneficio. Al comparar estos parámetros el trigo de FVH obtuvo 17,67 cm, en la producción de biomasa el trigo fue mejor, alcanzando 23.57 kg/m², en cuanto a valor nutritivo siempre fue mejor el FVH en beneficio-costo, el trigo FVH obtuvo un puntaje mayor de 1,46 frente a la avena FVH 0,67 (Morales B, et Al 2020).

La forma en que se produce el FVH permite cubrir un amplio espectro de mejores posibilidades y oportunidades de producción ya que son etapas muy cortas donde incluye el cuidado y tratado de la semilla, pasando por la germinación y desarrollo de la plántula por un periodo muy corto de tiempo donde el punto crítico es en el proceso de germinación.

La germinación esta definida como una reacción continua de procesos metabólicos donde se define la forma derivada de la información genética dando como resultado la transformación de un embrión a una plántula con la capacidad de valerse por sí misma y transformarse en una planta (Tito Mamani,2017). De esta germinación depende el desarrollo de una nueva planta, una vez geminada y desarrollada, la movilización de nutrientes se de forma acelerada, la nueva planta consume sus reservas de nutrientes e inicia el desarrollo de nuevas estructuras y la planta tiene que empezar a fabricar sus propios nutrientes (Tito Mamani, 2017). Una vez aparecidas las primeras hojas, esta planta está en capacidad de realizar todas sus

funciones como fotosíntesis; y se debe exponer a condiciones óptimas de luz, oxigenación y nutrientes (Tito Mamani, 2017).

El suministro de elementos esenciales para la producción de forraje verde hidropónico se hace a través de riegos, para el cultivo hidropónico se realiza adicionando soluciones nutritivas (Torres R, 2013, Salas-Perez,2010). El resultado de este tipo de sistemas depende de varios factores como son las condiciones ambientales, el ciclo de cultivo, la variedad de la especie forrajera entre otros más (Salas-Perez,2010).

Especies de granos utilizados en FVH.

En esencia, para la producción de FVH se utilizan granos de: maíz, trigo, avena y sorgo. Para la elección de la disponibilidad, el precio y la finalidad con que se pretende producir.

Selección de la Semilla:

De manera general se debe utilizar semilla de origen conocido, buena calidad, que esta adaptada a las condiciones locales, de germinación probada, que este disponible y sea de alto rendimiento, aunque se ha utilizado semilla de menor calidad que mantenga un porcentaje de germinación adecuada y los resultados no tienen una variación significativa. También es importante asegurarse de que la semilla este libre de piedras, paja, semillas en fracciones, libre de tierra porque puede ser una fuente de contaminación al igual que semillas de otras plantas y sobre todo asegurarse que no hayan sido tratadas con un agente toxico como pesticidas.

Estas deben lavarse y desinfectarse preferentemente con una solución desinfectante como hipoclorito de sodio al 1%; entre otras cosas, esta desinfección se hace con la finalidad de eliminar microorganismos como bacterias y hongos que pudieran ser fitopatógenos, eliminar residuos, contaminantes y dejarlas limpias (Rodríguez, Chang, Hoyos, 2000). Se recomienda dejar las semillas en hipoclorito de sodio al 1% un tiempo no mayor de tres minutos ni menor de 30 segundos. Si se excede el tiempo puede llevar a la pérdida de la viabilidad de estas semillas

causando pérdidas importantes tanto en tiempo como en dinero. Al finalizar con el proceso de desinfección se tiene que enjuagar a profundidad las semillas, este último enjuaga se debe hacer con agua limpia para iniciar el remojo e inducir a la germinación de las semillas. Preferentemente se deben colocar las semillas en una bolsa de tela para poder sumergirlas por completo en agua limpia por un tiempo no mayor a 24 horas; en este periodo de tiempo se divide a su vez en dos periodos de 12 horas, en donde se dejan escurrir, a las 12 horas, un periodo de una hora aproximadamente para lograr una completa imbibición (FAO, 2001).

En la producción de FVH se necesita contar con horas luz (de 13 a 16 horas) puede ser luz natural o artificial. Por lo que la producción se puede realizar sin problema en áreas techadas que cuenten con infraestructura necesaria para colocar las charolas y el espacio será dependiente de el número de charolas que se necesite producir (Romero, 2008).

Factores como calidad y variedad de la semilla, tiempo de remojo, humedad, suministro de nutrientes, densidad de siembra, profundidad, temperatura y presencia de hongos influyen en el rendimiento y la calidad del FVH, también se recomienda que la semilla no exceda el 12% de humedad (Rodríguez, 2006). En cuanto a la temperatura, cada semilla tiene un grado óptimo para su germinación y posteriormente para su crecimiento, en el caso de la avena, trigo y cebada el óptimo es de 18-21°C, en el caso del maíz el óptimo en promedio es de 25-28°C para la germinación el óptimo es de 15°C y para su crecimiento es de 24-30°C (Rodríguez, 2006; FAO, 2001). (Marcelino Zagal-Tranquilino. Et al. 2016).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio del experimento:

Este trabajo fue realizado en el laboratorio de microbiología ubicado dentro de la Unidad de Diagnostico en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna que se encuentra en la dirección periferico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe de Torreón Coahuila, con coordenadas 25.556690 N y 103.374527 W.

El laboratorio de microbiología no presentó condiciones de esterilidad o limpieza extrema ni de clima controlado, se buscó que las condiciones fueran semejantes a las de cualquier bodega o sitio de trabajo ubicado en el área rural. El agua para riego fue obtenida de los grifos de abastecimiento de la red general.

Material utilizado:

Semilla de Maíz

Semilla de Trigo

Semilla de Sorgo

Charolas para hidroponía con drenaje

Bascula

Regla

Fertilizante Fructi K

Fertilizante Ferti Coop

Coladera

Tinas de 5 L

Diseño del experimento:

Para dar inicio al experimento se preparó el área y los espacios para la ubicación de las charolas con los diferentes granos, no se hizo desinfección ni esterilización solamente limpieza, se asignaron los espacios para cada una de las charolas y con un pvc se adaptaron canaletas para el drenaje de las mismas. Como el experimento se llevó dentro del laboratorio este fue realizado en fechas donde no se tenía clases para no interferir con las actividades que ahí se realizan y también no dar al forraje condiciones de limpieza controlada.

El estudio tuvo como objetivo identificar los beneficios que tiene el fertilizante en el crecimiento y ganancia de peso de FVH. Utilizando semillas de trigo, sorgo y maíz, en un proceso de crecimiento de 12 días.

Se utilizó un diseño completamente al azar, se trabajó con granos de maíz, trigo y sorgo, que son fáciles de conseguir en la región, con tres tratamientos de nutrición que fueron a) agua corriente, b) agua con fertilizante en el riego (o agua suelo) y c) agua con fertilizante foliar. Se irriego tres veces al día a las 08.00, 14.00 y 20.00 h y se tomaron medidas de peso y crecimiento a las 08.00 h antes de dar el primer riego.

Selección de la Semilla:

Se utilizaron semillas de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento

Las semillas elegidas para nuestra producción de forraje, se encontraron 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.



Semilla de Maíz

Semilla de sorgo

Semilla de trigo

Desinfección de la semilla.

Las semillas se lavaron y desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. (Rodríguez, Chang, Hoyos,2000). El desinfectado con el hipoclorito elimina prácticamente los ataques de microorganismos patógenos al cultivo de FVH. Finalizando el lavado se procedió a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.



Remojo y germinación de las semillas.

Esta etapa sumergimos por completo las semillas en agua limpia por un periodo no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición. Este tiempo lo dividimos como lo recomienda la FAO (2001) en 2 periodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas procedimos a sacarlas y oréalas (escurrirlas) durante 1 hora (FAO,2001).



Extendido de la semilla.

La semilla estuvo necesariamente en un proceso de remojo durante al menos 12 horas y oreado de una hora, después se extendió en una charola plástica que no tienen reacción física, química o mecánicamente con los embriones o plántulas en crecimiento. Se siguió la recomendación de utilizar una superficie plástica de no más de 1.0 metros cuadrados y al menos 5 centímetros (cm) de profundidad para el acomodo del sistema radicular en crecimiento.

La semilla se extendió con una densidad tal que no aparecieran espacios en la superficie no cubiertos con la semilla, para evitar la deshidratación del material por exposición al medioambiente. De acuerdo a lo recomendado el espesor de la capa de semilla fue mayor o igual a 1.00 centímetros. De esta manera el contacto entre las semillas evitará la entrada excesiva de aire (López Aguilar, 2012).

Las charolas tuvieron una inclinación de 2.54 cm, es decir, 3.8% y el líquido de riego se recolectó en una canaleta y se eliminó diariamente para evitar la contaminación innecesaria del ambiente.



Fertilización.

Se utilizaron dos sistemas de fertilización y un testigo. Los tratamientos fueron un compuesto comercial ferti-coop para disolverlo en agua de riego (en suelo o superficie) y fruti-K para fertilización foliar.

Durante los tres primeros días se utilizó solamente agua corriente para el riego. Para el lote 1 se continuó utilizando solamente agua durante los 12 días del experimento. Para el lote 2, a partir del cuarto día se inició el riego con agua adicionada con fertilizante diluido y aplicado directamente sobre la raíz, solamente el riego de las 08:00 horas. El lote 3 fue irrigado en sus tres horarios y durante los 12 días del experimento con agua corriente, pero en el riego de las 08:00 horas y a partir del cuarto día se inició con la fertilización foliar del fertilizante mediante un aspersor manual.



Contenido de Fruti-K

Nitrógeno total	10.0 %
Fósforo asimilable	5.0 %
Potasio soluble	30.0 %
Azufre	2.4 %
Boro (B)	1.0 %
Zinc	5.0 %
Agentes quelantes	1.0 %
Ácidos Flúvicos	0.5 %
Anti apelmazantes e inertes	45.1 %

Contenido de ferti coop

Nitrógeno	17.0 %
Fósforo	17.0 %
Azufre	17.0 %
Magnesio	2.74 %
Azufre	3.30 %

Se prepararon soluciones Stock 10 X, se homogenizaron completamente y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su utilización. Cada vez que se requirió su uso, se diluyeron 100 ml de la solución concentrada en 900 ml de agua corriente para su uso en el riego directo o en la fertilización foliar. La aplicación foliar se hizo mediante aspersión tipo aerosol simulando el regado de las parcelas de la comarca

Mediciones.

Antes de extender las semillas, se destararon las charolas para eliminar cualquier distorsión. Se inicio la toma de muestras desde el día de su depósito en las charolas, el cual fue llamado día 0 (cero), este fue el peso de la semilla humedecida y drenada.

Posteriormente y cada día a las 08.00 h se pesaron las charolas antes del primer riego y se eliminó el peso de la tara.

Después de haber depositado las semillas en las charolas, a partir del segundo día de producción empezamos a tomar muestras siguiendo el siguiente protocolo.

Protocolo de muestras de forraje verde hidropónico para revisar el crecimiento y el peso foliar.

Las medidas de altura de los cultivos fueron tomadas el día 7 y el día 12 del experimento con un flexómetro desde la base de cultivo hasta la altura máxima la altura promedio del cultivo, es decir, donde se encontró el maso del cultivo. Se evito tomar más mediciones para prevenir alguna contaminación.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la ganancia de peso de cada uno de los cultivos son presentados en la Tabla 1. Todos los cultivos iniciaron con una base de 1.2 kg de semilla de maíz, trigo o sorgo y como se explicó en el apartado de materiales y métodos, se dejaron pregerminar en agua durante a las 15 horas antes de drenarse y realizar la primera pesada. Todos ellos hidrataron de manera diferente, presentándose una relación inversa entre el tamaño del grano y la cantidad de humedad captada. El maíz, el grano de mayor tamaño, absorbió 800 gr de humedad, que representa el 67 % con relación a los 1.2 Kg iniciales, situándose en 2000 gr de peso hacia el día del extendido de la semilla o día1 del experimento. El trigo, la semilla del tamaño mediano, absorbió por su parte 1250 gr de humedad, que representa el 104 % del peso inicial de 1200 gr, y finalmente el sorgo, que es la semilla más pequeña, absorbió en 15 h de remojo 1800 gr de humedad, que representa el 150 % del peso original presentó en los primero 3 días, la tasa de ganancia de peso más acelerada de los tres cultivos. El maíz, la semilla de mayor tamaño, tuvo el crecimiento más pausado del experimento. Esto coincide con lo reportado por Salas Pérez, et al, (2012), quien reporta que el crecimiento más acelerado del maíz hidropónico se da después del último tercio de su cultivo, es decir, después del décimo día de establecido el cultivo.

En la tabla 2 se muestran las ganancias de peso diarias promedio de cada uno de los cultivos, en donde se evidencia claramente que el trigo es la semilla que mejor se comporta en crecimiento y ganancia de peso al menos durante los primeros 13 días.

Tabla 2: ganancia promedio diaria de peso por cultivo en gramos:

DIAS	MAIZ	TRIGO	SORGO
Del día 1 al día 2	80	200	150
Del día 2 al día 3	70	566	120
Del día 3 al día 4	50	1192	130
Del día 4 al día 5	96	685	182
Del día 5 al día 6	103	557	103
Del día 6 al día 7	100	683	165
Del día 7 al día 8	133	417	110
Del día 8 al día 9	213	276	107
Del día 9 al día 10	100	274	93
Del día 10 al día 11	94	216	57
Del día 11 al día 12	83	200	50
Del día 12 al día 13	100	167	66

Entre el primero y el segundo día, el trigo ganó 200 gramos, comparado con 150 gr del sorgo y apenas 80 del maíz. A lo largo del experimento el trigo se comportó como el cultivo de mayor ganancia de peso diario, reportando incrementos promedio diarios de peso de casi 450 gr diarios. El mayor incremento de peso del trigo se dio hacia el cuarto día donde se reportó un incremento de casi 1200 gramos, manteniéndose arriba de los 400 gr hasta el día 8 y posteriormente se redujo significativamente este incremento. El sorgo por su parte, tuvo también su máxima ganancia de peso hacia los primeros 8 días y posteriormente decayó significativamente. En el caso particular del maíz, después del día 13 aun continuó su ganancia de peso. Estos resultados difieren de otros reportes, que señalan que el mejor crecimiento se da hacia la última etapa del desarrollo del cultivo hidropónico (Morales, et al, 2010). Conforme con nuestros reportes, habrá que ponderar la utilidad de levantar el producto hacia el octavo o noveno día para el caso del trigo o del sorgo, dado que su ganancia de peso después de este tiempo se vuelve lento y si existe poca disposición de espacio en el sitio del crecimiento o mucha demanda de alimento, puede acelerarse la producción. El ahorro de 5 días para el aprovechamiento puede ahorrar cerca del 40 % en el tiempo y rendir en más de 50 % la cantidad de forraje producido por unidad de tiempo.

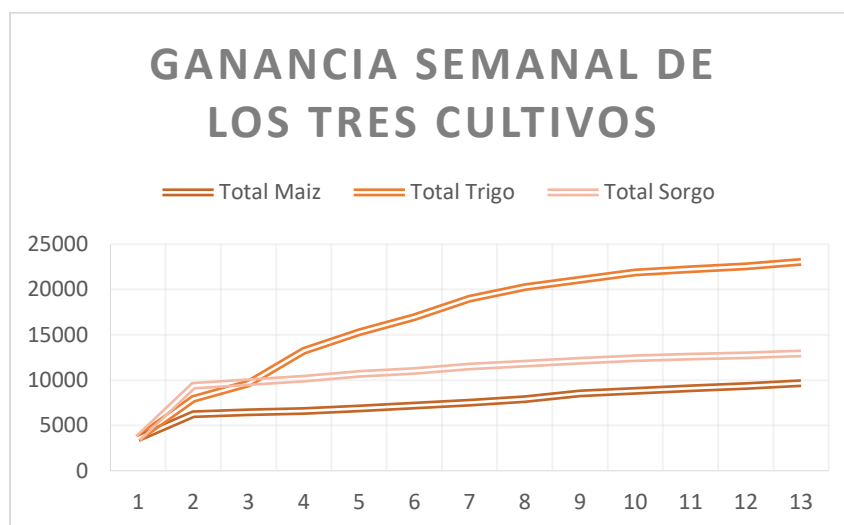
Tabla 3. Suma de la ganancia diaria acumulada de los tres tipos de cultivo en un período de 13 días.

GANANCIA DIARIA DE PESO. SIN Y CON FERTILIZANTE													
	seco	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Maiz agua	1200	2080	2150	2200	2300	2400	2500	2650	2850	2950	3050	3120	3250
Maiz suelo	1200	2080	2150	2200	2300	2400	2500	2650	2840	2940	3020	3100	3150
Maiz foliar	1200	2080	2150	2200	2290	2400	2500	2600	2850	2950	3050	3150	3270
Total Maiz	3600	6240	6450	6600	6890	7200	7500	7900	8540	8840	9120	9370	9670
Trigo agua	1200	2700	3250	4450	5180	5700	6400	6750	7000	7100	7200	7300	7400
Trigo suelo	1200	2700	3250	4425	5100	5750	6400	6850	7250	7600	7750	7800	8050
Trigo foliar	1200	2550	3150	4350	5000	5500	6200	6650	6830	7200	7300	7450	7600
Total Trigo	3600	7950	9650	13225	15280	16950	19000	20250	21080	21900	22250	22550	23050
Sorgo agua	1200	3100	3200	3250	3400	3480	3650	3750	3800	3880	3950	4000	4100
Sorgo suelo	1200	3150	3280	3450	3625	3725	3850	3980	4100	4200	4250	4300	4350
Sorgo foliar	1200	3150	3280	3450	3670	3800	4000	4100	4250	4350	4400	4450	4500
Total Sorgo	3600	9400	9760	10150	10695	11005	11500	11830	12150	12430	12600	12750	12950

Al hacer una comparación del rendimiento total de los tres cultivos durante los 13 días del experimento, se observa claramente que el cultivo que obtiene los mejores rendimientos en tiempo y peso y en peso por unidad de tiempo es el trigo. En la tabla 3 se aprecia que a partir del cuarto día la ganancia diaria de peso del trigo, con respecto al maíz y al sorgo es muy acelerado. La ganancia de peso del trigo es altamente significativa ($P < .01$) cuando se compara contra los otros dos cultivos. Hacia el día 8 del experimento, el peso del trigo prácticamente duplica al del sorgo y es 2.57 veces mayor que el del maíz. Estos reportes coinciden con algunos reportes de la literatura (Cerrillo, et al, 2012), que determinan que el mejor rendimiento del FVH se obtiene utilizando semilla de trigo.

Esta diferencia en ganancia de peso promedio se esquematiza más claramente en la gráfica 1, donde se aprecia claramente la diferencia en este crecimiento. Se puede apreciar que en los primero dos días el crecimiento del trigo fue modesto,

pero a partir del tercero y particularmente del cuarto día, el crecimiento del trigo se aceleró significativamente hasta prácticamente duplicar en rendimiento a los otros dos cultivos. En esta gráfica se evidencia más claramente que después del noveno día, la ganancia de peso del trigo y del sorgo, prácticamente se estabiliza y abre el debate sobre la pertinencia de utilizar el forraje como alimento a partir del día 8 o 9 y logrando con ello un fuerte ahorro de tiempo y más producción en un espacio limitado.



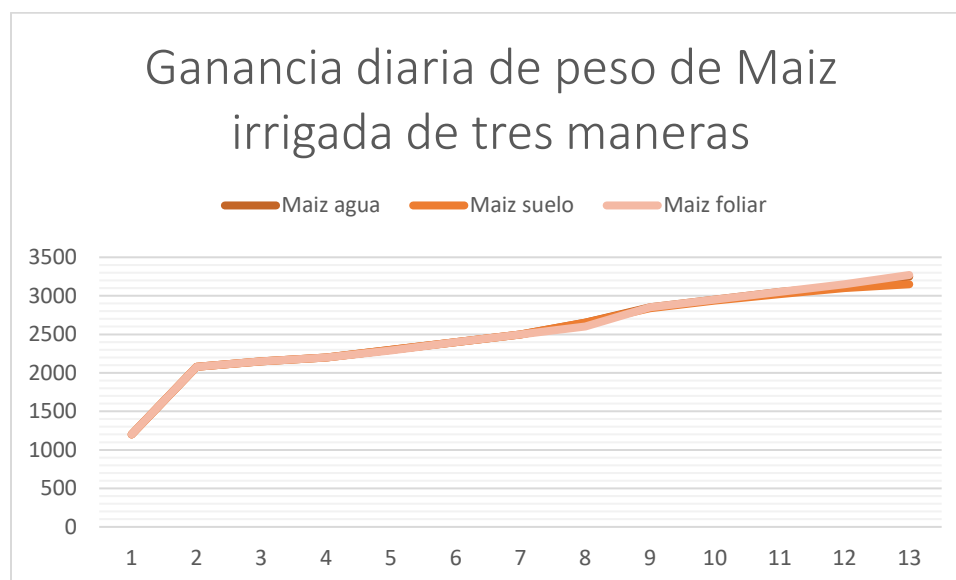
Gráfica 1. Suma de la ganancia diaria de peso de cada uno de los tres cultivos, independientemente de si fueron o no fertilizados.

Cuando se hace la comparación entre el peso ganado por los diferentes cultivos con relación al sistema de alimentación de los cultivos, para el caso del maíz puede asegurarse que no existe diferencia de ningún tipo entre los tres tratamientos. En la tabla 4 se evidencia que no existe diferencia de ningún tipo ($P > .05$) entre fertilizar o no fertilizar el FVH de maíz, contrario a lo que reporta la literatura (Rivera, et al, 2010), quienes sostienen que la fertilización de cualquier tipo resulta en un crecimiento significativo en el peso y talla de los cultivos hidropónicos. Este hallazgo, aporta una evidencia de que no es necesario un manejo muy técnico en fertilización del FVH y este puede producirse bajo condiciones precarias y poco demandantes de tecnología. En la gráfica 2 se aprecia claramente que el

crecimiento es sostenido entre los tres tratamientos y todavía hasta el final del experimento el crecimiento se mantiene sin diferencia.

Tabla 4. Ganancia diaria de peso del maíz irrigado con agua corriente o agua cruda, con fertilizante en el agua para riego y con fertilización foliar.

GANANCIA DIARIA DE PESO. SIN Y CON FERTILIZANTE													
	seco	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Maiz agua	1200	2080	2150	2200	2300	2400	2500	2650	2850	2950	3050	3120	3250
Maiz suelo	1200	2080	2150	2200	2300	2400	2500	2650	2840	2940	3020	3100	3150
Maiz foliar	1200	2080	2150	2200	2290	2400	2500	2600	2850	2950	3050	3150	3270
Total Maiz	3600	6240	6450	6600	6890	7200	7500	7900	8540	8840	9120	9370	9670



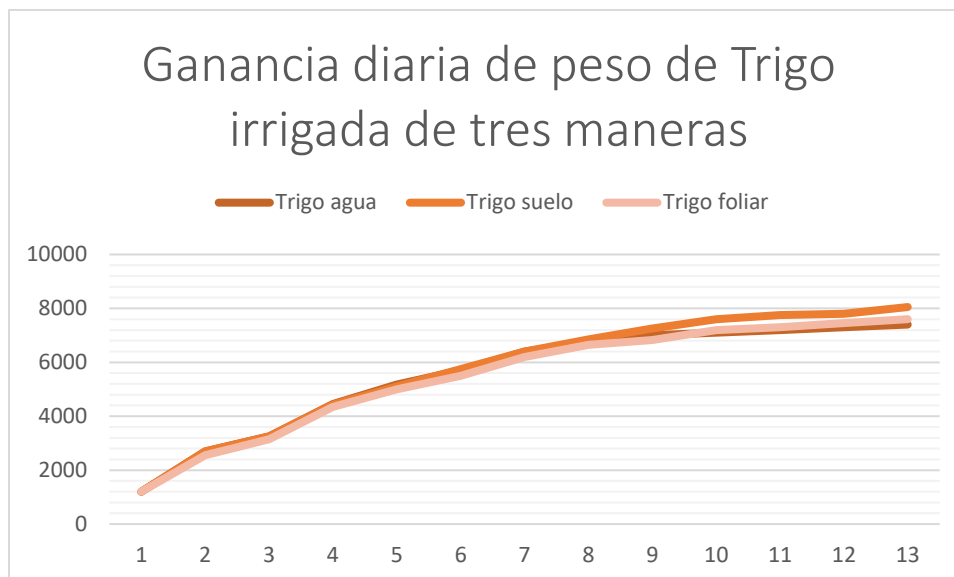
Gráfica 2.- Comportamiento de la ganancia diaria de peso del maíz irrigado con agua cruda, con fertilizante en el agua para riego y fertilizado de manera foliar.

La ganancia diaria de peso registrada para el trigo, independientemente de si fue o no fertilizada, se mantuvo siempre igual, sin diferencia estadística significativa hasta el día 11. A partir de este día y hasta el final del experimento en el día 13, se observa una mayor ganancia de peso entre los fertilizados y el no fertilizado. El fertilizado en el agua para riego tuvo un peso significativamente mayor ($P < .05$) que el fertilizado en forma foliar y que el no fertilizado (verlo en la tabla 5), pero no se observó una diferencia significativa entre el fertilizado de manera foliar y el no fertilizado. La diferencia en este último caso fue de apenas 200 gramos.

Tabla 5.- Ganancia diaria de peso del FVH de trigo irrigado con agua corriente o agua cruda, con fertilizante en el agua para riego y con fertilización foliar.

Trigo agua	1200	2700	3250	4450	5180	5700	6400	6750	7000	7100	7200	7300	7400
Trigo suelo	1200	2700	3250	4425	5100	5750	6400	6850	7250	7600	7750	7800	8050
Trigo foliar	1200	2550	3150	4350	5000	5500	6200	6650	6830	7200	7300	7450	7600

El comportamiento de la ganancia diaria del trigo sujeto a los tres tipos diferentes de riego se aprecia mejor en la gráfica 3, en ella puede apreciarse que la ganancia es prácticamente la misma en los primeros 9 días, pero el trigo irrigado con agua conteniendo fertilizante en el agua para riego, fue ganando paulatinamente más peso hasta generar una diferencia significativa ($p < .05$) en tres los tres tratamientos. Aunque al final del período los resultados obtenidos concuerdan con los reportados en la literatura (Morales, et al, 2020). Durante los primeros 9 días, cuando la tasa de ganancia de peso fue la más pronunciada en los tres tratamientos, no se observó alguna diferencia en la ganancia de peso, por lo que hasta este día es irrelevante el uso de cualquier tratamiento de fertilización. En los próximos 5 días, la ganancia máxima no superó los 800 gr, por lo que en este momento es pertinente plantearse la necesidad de darlo como alimento y reiniciar un nuevo cultivo y utilizar las instalaciones para instalar un nuevo cultivo.



Gráfica 3.- Comportamiento de la ganancia diaria de peso del FVH de trigo irrigado con agua cruda, con fertilizante en el agua para riego y fertilizado de manera foliar.

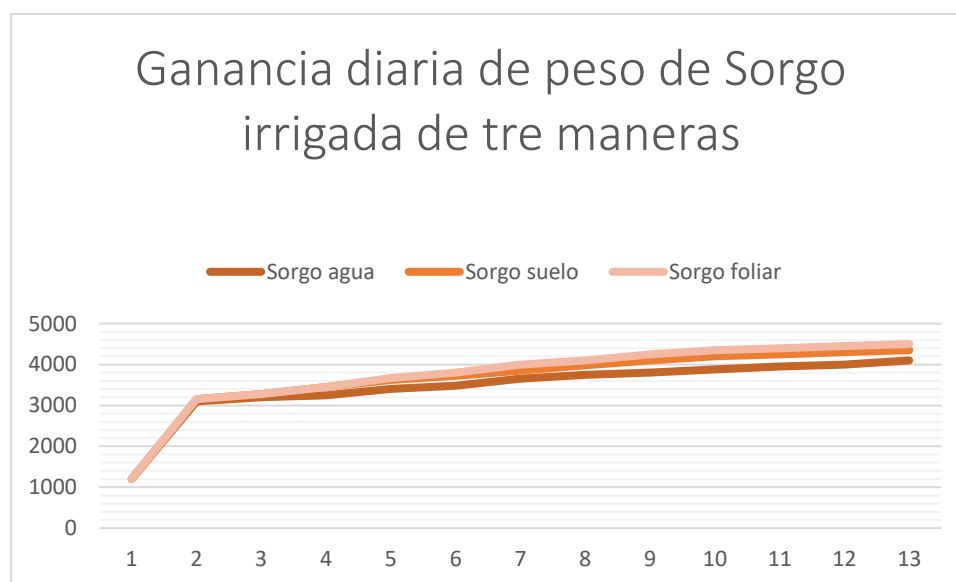
La ganancia diaria de peso de los FVH provenientes de semilla de sorgo e irrigados con tres diferentes fuentes de alimentación se muestran en la tabla 6 y se esquematizan en la gráfica 4. En estas y posiblemente por el tamaño pequeño del grano y de la poca disponibilidad de azúcares del mismo, se aprecia una diferencia importante después del tercer día entre los cultivos que son fertilizados contra los que solo se irrigaron con agua. Hacia el final del experimento, se aprecia una diferencia significativa ($p < .05$) entre el FVH fertilizado de manera foliar y el irrigado solamente con agua corriente, aunque hubo mayor peso entre el fertilizado en el agua para riego y el no fertilizado, su diferencia no fue estadísticamente importante.

En la gráfica 4 puede apreciarse claramente el momento en que llega a ser diferente la velocidad de ganancia de peso, lo que ocurre alrededor del tercer día. Esta diferencia se fue acentuando hasta generar diferencias estadísticas significativas. Pero otro hecho remarcable, es que después del día 7 ya no se observa una ganancia de peso importante con relación al día 13. Esto genera la inquietud de

suspender en este momento su crecimiento y darlo como alimento. Con esto, el tiempo de crecimiento se reduce prácticamente a la mitad y posibilita obtener un nuevo FVH y por lo mismo una ganancia de forraje de prácticamente el doble en una unidad de tiempo determinada. A manera de aportación, recomiendo no llevar el crecimiento del sorgo más allá del día 6 o 7 y darlo como alimento en un período de tiempo realmente corto.

Tabla 6.- Ganancia diaria de peso del FVH de sorgo irrigado con agua corriente o agua cruda, con fertilizante en el agua para riego y con fertilización foliar.

Sorgo agua	1200	3100	3200	3250	3400	3480	3650	3750	3800	3880	3950	4000	4100
Sorgo suelo	1200	3150	3280	3450	3625	3725	3850	3980	4100	4200	4250	4300	4350
Sorgo foliar	1200	3150	3280	3450	3670	3800	4000	4100	4250	4350	4400	4450	4500



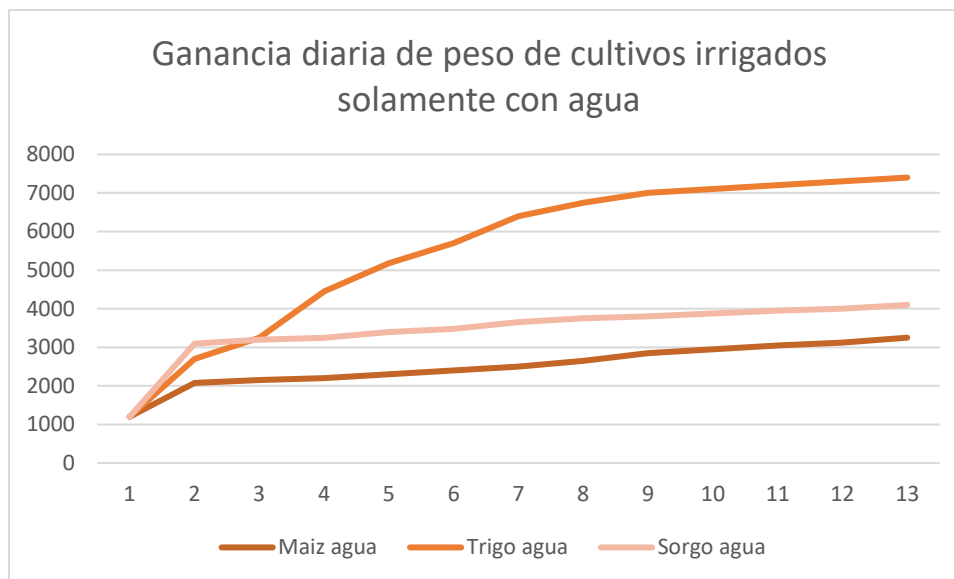
Gráfica 4.- Comportamiento de la ganancia diaria de peso del FVH de sorgo irrigado con agua cruda, con fertilizante en el agua para riego y fertilizado de manera foliar.

Al evaluar el mejor comportamiento de los tres cultivos en condiciones de no fertilización, se observa que sin duda el trigo en cualquier condición tuvo los mejores rendimientos. En la tabla 7 y en la gráfica 5 se aprecia claramente que a partir del tercer día hay un despegue en la ganancia de peso del trigo con relación al sorgo y al maíz. En la gráfica 5 se aprecia que incluso el sorgo tiene mejor comportamiento que el maíz en condiciones de solamente agua, pero siempre se mantiene muy por debajo en rendimiento que el trigo. El sorgo fue significativamente mejor en su ganancia de peso ($p < .05$) que el maíz a partir del segundo día, pero ambos se mantuvieron muy por debajo ($p < .01$) de la ganancia del trigo en prácticamente todo el período.

Tabla 7. Datos de la ganancia diaria de peso de los tres cultivos irrigados solamente con agua corriente.

Maiz agua	1200	2080	2150	2200	2300	2400	2500	2650	2850	2950	3050	3120	3250
Trigo agua	1200	2700	3250	4450	5180	5700	6400	6750	7000	7100	7200	7300	7400
Sorgo agua	1200	3100	3200	3250	3400	3480	3650	3750	3800	3880	3950	4000	4100

Como se describió anteriormente, después de la novena semana el trigo ya no gana peso de manera significativa, ya que en 4 días solamente incrementó 400 gramos, es decir, 100 gramos por día y obliga a replantear la pregunta de si es conveniente mantenerlo en condiciones de crecimiento por 4 o 5 días más o se recomienda iniciar un nuevo ciclo de crecimiento.



Gráfica 5. Comportamiento de la ganancia diaria de peso del FVH de maíz, trigo y sorgo irrigado solamente con agua corriente.

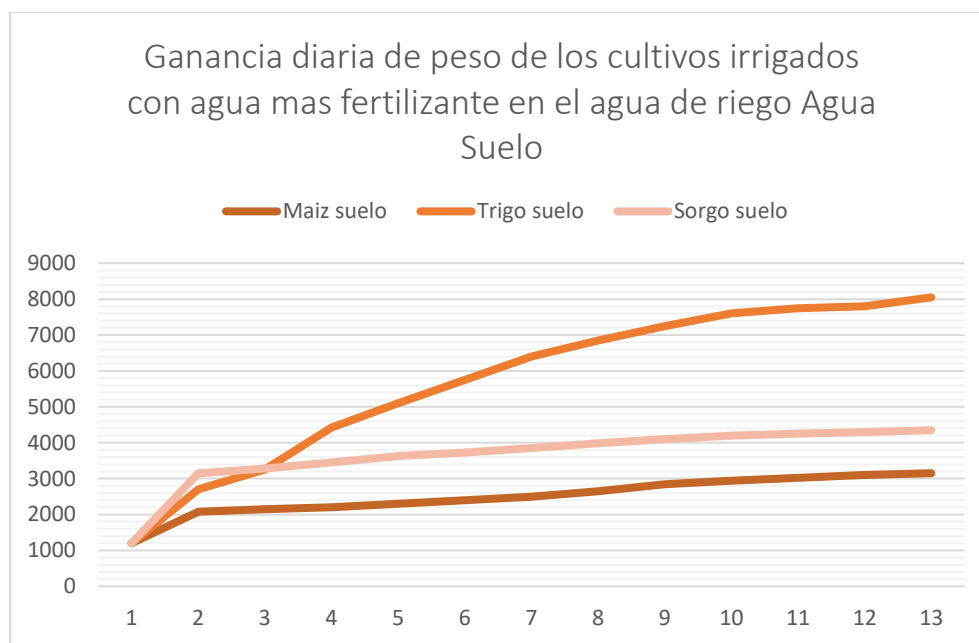
La literatura referencia continuamente (Morales-Rodríguez, et al, 2012), que desde el cuarto día debe aplicarse fertilizante en los cultivos de FVH para obtener el mejor resultado en rendimiento, sin embargo, en este trabajo se evidencia que es más importante el tamaño del grano que el tipo de fertilización en la producción hidropónica. En la tabla 8 nuevamente se manifiesta que el trigo es el grano que mejor se comporta en la producción de Forraje Verde Hidropónico en condiciones extensivas. Hacia el final del experimento, hay una ganancia de peso que es 2.56 veces superior en el trigo que en el maíz y 1.85 veces más que el sorgo, en ambos casos, la diferencia es altamente significativa ($p < .01$).

Tabla 8. Datos de la ganancia diaria de peso de los tres cultivos irrigados directamente con agua con fertilizante.

Maíz suelo	1200	2080	2150	2200	2300	2400	2500	2650	2840	2940	3020	3100	3150
Trigo suelo	1200	2700	3250	4425	5100	5750	6400	6850	7250	7600	7750	7800	8050
Sorgo suelo	1200	3150	3280	3450	3625	3725	3850	3980	4100	4200	4250	4300	4350

En la gráfica 6 se observa un comportamiento semejante al del uso solamente del agua corriente, pero también se hace manifiesto que, a partir del tercer día, el crecimiento del trigo se despegó del resto de los cultivos y se mantiene arriba de ellos en alrededor de 200 %. Nuevamente en el caso de los tres cultivos, es pertinente cosechar y utilizar como alimento hacia el séptimo día del crecimiento del cultivo.

Gráfica 6. Comportamiento de la ganancia diaria de peso del FVH de maíz, trigo y sorgo irrigado directamente con agua conteniendo fertilizante.



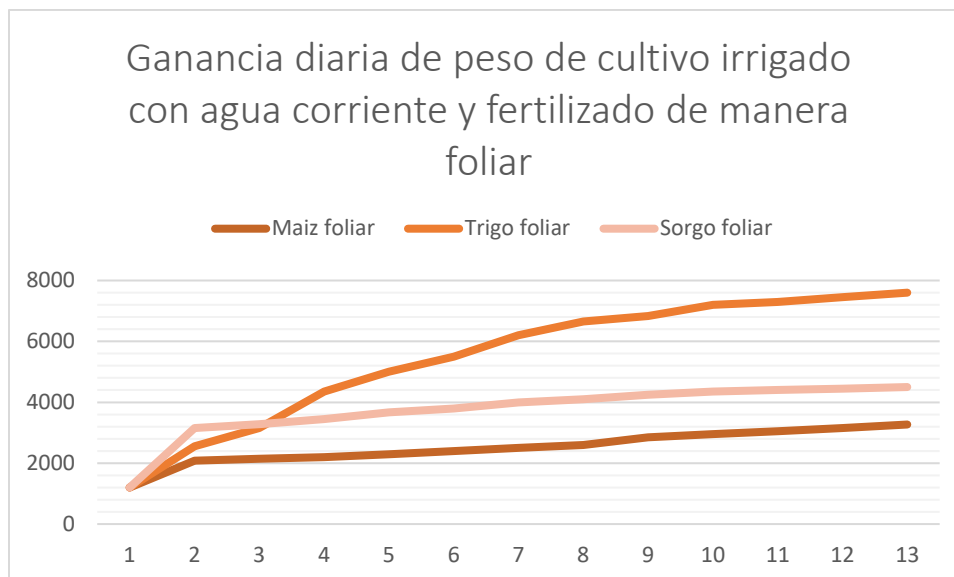
En la tabla 9 se muestran los datos del crecimiento o ganancia de peso diario de los tres cultivos que fueron irrigados con agua corriente pero además recibieron una

aplicación foliar diariamente. Nuevamente hacia el tercer día, el trigo logra el crecimiento más importante de los tres tipos de semilla. Hacia finales del experimento, en el día 13, el peso del trigo fue 2.33 veces más pesado que el maíz y 1.69 veces más pesado que el sorgo. La diferencia en ganancia del peso del trigo con respecto al maíz y al sorgo es altamente significativa ($p < .01$) y el sorgo es significativamente ($p < .01$) mejor que el maíz.

Tabla 9. Datos de la ganancia diaria de peso de los tres cultivos irrigados directamente con agua y una aplicación diaria de fertilizante foliar.

Maíz foliar	1200	2080	2150	2200	2290	2400	2500	2600	2850	2950	3050	3150	3270
Trigo foliar	1200	2550	3150	4350	5000	5500	6200	6650	6830	7200	7300	7450	7600
Sorgo foliar	1200	3150	3280	3450	3670	3800	4000	4100	4250	4350	4400	4450	4500

Sin embargo, los datos se pueden apreciar de mejor manera cuando se grafican, como se muestra en la gráfica 7. Puede observarse una diferencia muy clara del crecimiento del trigo con relación a los otros dos tipos de FVH y también una diferencia entre el sorgo y el maíz. En este caso como los anteriores, es importante reconsiderar los tiempos de producción del FVH y adaptarse a la disponibilidad de espacio y de sustrato (semilla) para aprovechar el tiempo y lograr mejores volúmenes de producción.



Gráfica 7. Comportamiento de la ganancia diaria de peso del FVH de maíz, trigo y sorgo irrigado con agua corriente y fertilizados de manera foliar.

Al evaluar la altura obtenida por los cultivos a los 8 y 13 días después de iniciado su establecimiento, se observa que para el caso del maíz en el día 8, solamente el que es fertilizado en el agua para riego muestra un crecimiento de un cm más que el fertilizado por vía foliar y el no fertilizado, pero en promedio se comportaron de igual manera. Hacia el día 13 si se observa una diferencia de 2 centímetros en su crecimiento máximo los fertilizados con relación al que no recibió fertilizante y solamente un centímetro de diferencia cuando se estimó el crecimiento promedio. Eso coincide con la literatura (Morales, et al, 2012), en cuanto a altura, pero al final de cuentas, no hay diferencia en el peso del producto. Se puede obtener la misma cantidad de forraje cuando se fertiliza que cuando no se fertiliza para el caso del maíz.

Para el caso del trigo si existe una diferencia muy marcada en crecimiento máximo hacia el día 8 cuando se fertiliza y cuando no se fertiliza. El crecimiento máximo para el trigo el día 8 fue el que se fertilizó en el agua de riego con una altura máxima promedio de 33 cm, contra 20 del fertilizado de manera foliar y apenas 18 para el no fertilizado ($p < .01$), aunque no hay una diferencia significativa en su ganancia de

peso. La altura promedio de todo el cultivo también fue diferente, obteniendo una altura promedio de 21 cm contra 15 y 17 para el no fertilizado y fertilizado de manera foliar respectivamente. A los 13 días, la altura máxima obtenida por el fertilizado en el agua de riego alcanzó los 37 cm, mientras que el no fertilizado apenas alcanzó los 22 cm y el fertilizado de manera foliar, alcanzó los 24 cm. El crecimiento fue significativamente mayor ($p < .01$) para el fertilizado en el agua que para los otros dos. En su altura promedio a los 13 días la diferencia es también evidente, 16 cm para el no fertilizado, 18 cm para el foliar y 24 para el del agua para riego. La diferencia es altamente significativa ($p < .01$).

Finalmente, para el caso del sorgo no se observa ninguna diferencia en su ganancia de altura yero como se había comentado, si hay una diferencia importante para la ganancia de peso y al igual que en el resto de los cultivos, es recomendable cosecharlo hacia el séptimo día e iniciar una nueva ronda de cultivo.

ALTURA PROMEDIO DE LOS CULTIVOS				
	DICIEMBRE 12, 2019		DICIEMBRE 16, 2019	
	MAX PROM	PRO M	MAZ PROM	PRO M
MAIZ AGUA	18	16	26	21
MAIZ SUELO	19	16	28	22
MAIZ FOLIAR	18	16	28	22
TRIGO AGUA	18	15	22	16
TRIGO SUELO	33	21	37	24
TRIGO FOLIAR	20	17	24	18
SORGO AGUA	11	10	12	11
SORGO SUELO	11	10	12	11
SORGO FOLIAR	11	10	12	11

Tabla 10. Altura ganada por los cultivos a los 8 y 13 días de cultivo y sujetos a tres diferentes tratamientos de fertilización.





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso masivo del Forraje verde hidropónico en la alimentación animal, no ha terminado por popularizarse debido fundamentalmente al desconocimiento de las reglas elementales para su instrumentación y a una serie de mitos relacionados con su control. Se tiene la creencia que para producir FVH es requisito indispensable contar con un invernadero, tener control del clima dentro del invernadero, utilizar cierto tipo de contenedores o charolas exclusivamente diseñadas para ello, Irrigar los cultivos a horas justas, tener un control muy estricto de la nutrición del FVH y dejar en crecimiento al producto por períodos largos, superiores a los 12 días.

Independientemente de las instalaciones para la producción, de los contenedores, del control del clima y de los tiempos para la irrigación, en este experimento se demuestra claramente que:

1.- No se requiere del uso de un invernadero para que el FVH crezca adecuadamente, porque en condiciones no ideales de crecimiento; dentro de una bodega o cualquier galerón o cuarto cerrado, es posible producir FVH de buena calidad en períodos cortos de tiempo y sin el control obligado de insectos u otros agentes invasores. Este experimento se realizó en un espacio cubierto, con luz natural y sin control alguno del clima o de fauna nociva o contacto con microorganismos indeseables.

2.- El agua que se utiliza para irrigar los cultivos de FVH, no es necesario que sea esterilizada o tratada con algún agente que controle el crecimiento de microorganismos. Generalmente la infección con hongos se produce en las etapas más avanzadas de la producción, por lo que el uso del cultivo como forraje en etapas intermedias de su desarrollo, puede anticiparse a que los hongos se desarrollen. En este trabajo se irrigó con agua corriente, sin algún tratamiento especial y hasta el final del experimento el maíz y el trigo no se contaminaron, mientras que el sorgo tuvo un leve crecimiento de hongos más allá del día 10.

3.- El tiempo ideal para el crecimiento y uso del FVH con fines de alimentación animal, generalmente se ha establecido que sea mayor a 12 días para mejorar su

rendimiento, sin embargo, en este trabajo se demuestra que el sorgo después de su sexto o séptimo día de crecimiento es adecuado para el consumo y con ello se produce un ahorro significativo en el tiempo de producción y mejoramiento del volumen producido por unidad de tiempo y espacio disponible. Después del día 8 de su crecimiento, el trigo ha alcanzado más del 80 % de su peso final y es apto para el consumo animal. No se ha contaminado con hongos y permite el aprovechamiento integral del tiempo y el espacio de producción, sin embargo, para el caso del maíz aplica otra recomendación, el maíz obtiene sus mejores niveles de crecimiento hacia el último tercio de su ciclo de producción.

4.- La recomendación general de alimentar el cultivo por cualquier vía a partir de preparados de nutrientes de alta sofisticación, donde se usan productos de alto valor en el mercado, queda desacreditado en este experimento donde se demuestra que el efecto de la fertilización es indistinguible cuando menos en sus primeros 6 a 9 días de crecimiento. No hay un aporte importante de los fertilizantes al rendimiento en el peso del FVH, especialmente durante los primeros dos tercios del ciclo de producción.

5.- Aunque el cultivo fertilizado en algunos casos es más alto en talla, no se aporta mayor ganancia de peso, por lo que no es un valor serio a considerar.

De manera general se recomienda;

- 1.- Producir el FVH en cualquier sitio disponible que no esté expuesto directamente al sol.
- 2.- Irrigar con agua corriente, sin tratamiento especial.
- 3.- No es necesario preparar fórmulas secretas de fertilizante para alimentar al cultivo especialmente durante los dos primeros tercios de su crecimiento y desarrollo.
- 4.- No es necesario aplicar productos para mejorar el crecimiento en altura sin no aporta mayor ganancia de peso del cultivo.

5.- Es recomendable no dejar crecer el FVH más allá del noveno día, dado que su ganancia de peso después de este tiempo no es tan significativa y puede mejorarse la producción general si se disminuye el tiempo de estancia en el espacio destinado para la producción y también por lo mismo, se impide el desarrollo de patógenos al cosechar antes de que alcancen condiciones de desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

Arano, C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos Aires, Argentina

Carballido, C. 2002. Forraje Verde Hidropónico, Como realizar el cultivo, Mejora la salud animal. <http://www.seragro.cl/?a=983>. Consultado en septiembre del 2012.

Carrasco, G, Izquierdo. J. 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante("NFT") FAO-Univ. de Talca, Santiago Chile.

Cerrillo Soto, M.A. Arturo Saúl Juárez Reyes, José Arnulfo Rivera Ahumada, Maribel Guerrero Cervantes, Roque Gonzalo Ramírez Lozano y Hugo Bernal Barragán, 2012. Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. Interciencia, vol. 37 n° 12

FAO, Manual técnico de forraje verde hidropónico, 2001, Santiago de Chile.

Franco, G. P. (2016). Ventajas y desventajas del forraje verde hidropónico. Blogger. de <http://fvhaprende.blogspot.com/2016/04/ventajas-y-desventajas-del-fvh.html>

Guzmán G.2004 Hidroponía en casa una actividad Familiar, San José CR. Ministerio de Agricultura y Ganadería 25p

Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Herrera, A. L. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra latinoamericana, 17(3), 221-229.

Herrera-Torres, E., María Andrea Cerrillo-Soto, Arturo Saúl Juárez-Reyes, Manuel Murillo-Ortiz, Francisco Gerardo Rios-Rincón, Osvaldo Reyes-Estrada y Hugo Bernal-Barragán, 2010. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. Interciencia, VOL. 35 N° 4

Hydroenvironment. (2017). Que es el forraje verde hidropónico?. Obtenido de http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=125-127

Izquierdo,2005. Hidroponía Popular Oficina Regional de la Fao. Santiago Chile Pp50.

Juárez López P, 2007.Produccion de Forraje Verde Hidropónico, Unidad Académica de Agricultura, Nayarit, México.

Juárez-López, P., Morales Rodríguez, H. J., Sandoval Villa, M., Gómez Danés, A., Cruz Crespo, E., Juárez Rosete, C. R. y Catón, O., (2013). Producción de forraje verde hidropónico. *CONACYT*

Maldonado Torres, R., Álvarez Sánchez, M., Acevedo, D. C., & Ríos Sánchez, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo. Serie horticultura, 19(2), 211-223*

Marcelino, Zagal-Tranquilino., Sergio, Martínez-González., Socorro, Salgado-Moreno., Francisco Escalera-Valente., Bladimir, Peña-Parra., Fernando, Carrillo-Díaz. 2016. Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. S. Cielo. versión On-line ISSN 2448-6132 versión impresa ISSN 2007-428X

Marulanda, C; e Izquierdo, J. 1993. Manual Técnico "La Huerta Hidropónica Popular". FAOPNUD. Santiago, Chile.

Morales O.A.F. 1987. Forraje verde hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán, Chile.

Morales Rodríguez Héctor J, Gómez-Danés A. Juárez López, P, Loya Olgún, L., Ley de Coss, A. 2012. Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (zea maíz) con diferente concentración de solución nutritiva. *Abanico Veterinario* ISSN 2448-6132 editor Sergio Martínez González sisupe.org/revistas_abanico

Morales B, Jiménez L *, Burneo I , Capa D. 2020. Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 21 (3): e 1386

Morales Sinchire, D. B., Jiménez Álvarez, L. S., Burneo Valdivieso, J. I., & Capa Mora, E. D. (2020). Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1386. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1386

Muñoz G, 2008 Evaluación Biológica Y Económica del uso de Forraje Verde Hidropónico en la Producción de Leche. Costa Rica.

Niguez Concha, M. E. 1988. Producción de forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción sede Chillan. Chile.

Núñez-Torres, O. P., & Guerrero-López, J. R. (2021). Forrajes hidropónicos: una alternativa para la alimentación de animales domésticos. *Journal of the SelvaAndina Animal Science*, 8(1), 44-52. <https://doi.org/10.36610/J.JSAAS.2021.080100044>

Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Pérez, L. S., Rivera, J. R. E., Rangel, P. P., Reyna, V. D. P. Á., Velázquez, J. A. M., Martínez, J. R. V., & Ortiz, M. M. (2012). Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. *Inter ciencia*, 37(3), 215-220.

Rivera A, Moronta M, González-Estupiñán M, González D, Perdomo D, García D, Hernández D, 2010. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Trop.*, 28 (1): 33-41.

Rodríguez de la R, 2005. Forraje Verde Hidropónico. Artículo Técnico de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Chihuahua México, tercera edición.

Rodríguez, S. (2000). Hidroponía: Una Solución en Producción en Chihuahua, México. Lima, Perú: Boletín Informativo de la red Hidroponía N° 9.

Rodríguez, S. (2003). Forraje Verde Hidropónico. Boletín informativo No. 21 octubre/Diciembre. Lima, Perú: Universidad Agraria La Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, Departamento de Biología.

Salas-Pérez, L., Preciado-Rangel, P., Esparza-Rivera, J. R., Álvarez-Reyna, V. D. P., Palomo-Gil, A., Rodríguez-Dimas, N., & Márquez-Hernández, C. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 355-360.

Salas Pérez, Lilia; Esparza Rivera, Juan Ramón; Preciado Rangel, Pablo; Álvarez Reyna, Vicente de Paul; Meza Velázquez, Jorge Armando; Velázquez Martínez, José Rodolfo; Murillo Ortiz, Manuel. 2012. Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. *Interciencia*, vol. 37, núm. 3, marzo, pp. 215-220. Asociación Interciencia

Salvador-Castillo, J. M., Bolaños-González, M. A., Cedillo-Avilés, A. K., Vázquez-Chena, Y., Varela-de Gante, S. A., & Meza-Discua, J. L. (2022). Efecto de la aplicación de soluciones nutritivas en la calidad bromatológica del forraje verde hidropónico de Avena sativa y *Hordeum vulgare*.

Sánchez, A. 2000. Una Experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima, Perú.

Santander, F. (2006). Forraje Verde Hidropónico. *El mejor guía*. Obtenido de http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Forraje_verde_hidroponico_Ventajas.htm

Sneath R, y McIntosh F., 2003. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. Meat Livestock Australia. Queensland Government departament of primary Industries

Suquilandia , M. 1995. Fertilización orgánica. Ed. Fundagro. Quito – Ecuador. 63 – 68 p

PÍA, P., & VINIEGRA, G. 2007. Potencial del uso de estiércol en la alimentación de bovinos. México: UNA.

Tito Mamani, A. Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia Murillo del departamento de La Paz (Doctoral dissertation).