



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE TLAJOMULCO.**

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

CON EL TEMA:

**“OBSERVACIÓN DE CULTIVO HIDROPÓNICO EN ELEMENTO”
FALTANTE Y APOYO EN RUSTIFICACIÓN**

QUE PRESENTA:

ANA MARÍA ROJAS GARCÍA

No. DE CONTROL:

15940240

EMPRESA:

SERVICIOS AGRICOLAS DE TEQUILA, S.A. DE C.V.

ASESOR INTERNO:

Mc. Osvaldo Amador Camacho

ASESOR EXTERNO

Mc. Karla Liliana Vega Ramos

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. DICIEMBRE 2019

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mis padres que con la ayuda de Dios me han apoyado para poder lograr mis metas, mismas que se convierten en las de ellos también, no ha sido fácil llegar hasta aquí, el camino ha sido difícil algunos posiblemente pensaron que no se podría concluir o incluso que jamás se podría si quiera comenzar, sin embargo aquí estamos demostrando que con un poco de esfuerzo y sacrificios todo es posible, que los limites no existen.

A familiares y amigos que siempre me han motivado e impulsado a seguir adelante y enfrentar los retos que la vida te va dando.

A mis compañeros de carrera en especial a los que se convirtieron en buenos amigo.

A mis maestros y de más personal del Instituto que se preocupó realmente por mi aprendizaje y bienestar.

Por último pero no menos importantes mis compañeros del laboratorio de verdad muchas gracias por su apoyo y sobre todo su paciencia.

RESUMEN

El presente trabajo pretende dar a conocer las diferentes características del agave una vez que se induce a una deficiencia de macro y micronutrientes a través de un cultivo hidropónico. Las cuales se reflejan principalmente en la parte aérea a lo largo de las hojas, dependiendo que elemento es el que no se encuentra en la solución será la característica que se presente, a su vez el lugar de la hoja en donde se manifieste algún cambio de coloración nos indicará que elemento es el faltante. Se hará mención sobre el proceso de rustificación de plantas in vitro y la importancia que juega en la actualidad.

El experimento se realizará con el método hidropónico de raíz flotante, una bomba que proporcionará a la parte radicular el oxígeno necesario para su óptimo desarrollo mientras que la nutrición será a base de una solución nutritiva.

Por otra parte, también se tocará el tema de la rustificación, la cual nos hablara del proceso de aclimatación de las plantas que fueron micro propagadas.

ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN.....	7
2.-DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PUESTO.....	8
2.1.- ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	9
3.-ANTECEDENTES.....	10
3.1.- ANTECEDENTES DEL AGAVE.....	10
3.1.1.- MÁS ALLÁ DE LA HISTORIA.....	10
3.1.-2 ÉPOCA PREHISPÁNICA.....	10
3.1.3 LA COLONIZACIÓN.....	11
3.2.-ANTECEDENTES DE LA HIDROPONÍA.....	12
4.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
5.- PROBLEMAS A RESOLVER.....	15
5.-JUSTIFICACIÓN.....	16
6.-OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS.....	17
7.-ALCANCES Y LIMITACIONES.....	18
8.-CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN LA QUE PARTICIPE.....	19
9.-CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO.....	20
10.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
10.1.-RUSTIFICACIÓN.....	21
10.1.1.-MATERIAN Y EQUIPO.....	22
10.1.2.-PROCEDIMIENTO.....	23
10.2.-EXPERIMENTO –ELEMENTO FALTANTE-.....	24

10.2.1.-SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	25
10.2.2.-AGUA DESTILADA.....	26
10.2.3.-HIELERAS.....	26
10.2.4.-MATERIAL DE OXIGENACIÓN.....	27
10.2.5.-MATERIAL VEGETATIVO.....	27
10.2.6.-MATERIAL TOMA DE DATOS.....	28
11.-SALINIDAD Y ACIDEZ.....	29
11.1.-PH	29
11.1.1.-CE.....	30
11.1.2.-MONITOREO.....	30
12.-NUTRICIÓN.....	31
13.-PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	34
14.-RESULTADOS.....	35
15.- CONCLUSIÓN.....	55
16 COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	56
17.-BIBLIOGRAFÍAS.....	57

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1 Plantas con Agar.....	27
Figura 2 Charola con Sustrato	22
Figura 3 Guantes de Nitrilo	23
Figura 4 Solución Bactericyn, Agua Corriente.....	23
Figura 5 Bote de plantulas	25
Figura 6 Lavado de plantas.....	25
Figura 7 Planta en sustrato	25

INTRODUCCIÓN

Los agaves utilizados para la elaboración o extracción de bebidas son un recurso natural con un elevado potencial e importancia económica. Su uso y aprovechamiento representan una alternativa productiva sostenible, a través del desarrollo y aplicación de estrategias basadas en sistemas de manejo agrícola y procesos de producción específicos, tales como la obtención de productos destinados a un mercado especializado, que incluyen tanto taxones silvestres como cultivados (especies, subespecies, variedades). Las bebidas que se extraen de plantas del género *Agave* spp., han alcanzado importancia a nivel nacional e internacional. Asimismo, el consumo de bebidas fermentadas y destiladas, se ha incrementado. (Reynoso, 2012)

La denominación del Origen del Mezcal (DOM) reconoce 11 estados de la república mexicana y cerca de 35 especies de agave. Oaxaca es el estado con más tradición y con mayor diversidad de especies de agave para la elaboración de mezcal. En la última década, se ha incrementado el consumo de la bebida de mezcal, fundamentalmente con el uso de agave “Espadín” (*Agave Angustifolia* Haw). El uso de otras especies generalmente se ha realizado con plantas silvestres y son pocas las especies cultivadas.

El tequila es una de las bebidas más famosas a nivel nacional y mundial. Se obtiene de la planta *Agave tequilana* Weber, mejor conocido como *Agave azul* (Bautista y Barboza, 2001). El agave es una planta que pertenece a la familia de las agaváceas, es de hojas largas, fibrosas, de color verde azulado, cuya parte aprovechable para la elaboración del tequila es la piña o cabeza.

La hidroponía es una técnica de producción o cultivo sin la necesidad de utilizar el suelo, en la cual se abastece de agua y nutrientes a través de una solución nutritiva completa y brindándole las condiciones necesarias para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta. Existen diversos tipos de sistemas

hidropónicos. La elección de un sistema hidropónico depende de los recursos disponibles, así como de las plantas que se desean cultivar.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Servicios Agrícolas de Tequila, S.A. DE C.V.

Domicilio: Circunvalación Sur 51ª. Colonia las fuentes C.P 45070

Misión

Aprovechar la ventaja competitiva de integración vertical desde el campo hasta el consumidor final.

Visión

-Obtener un crecimiento sostenido de utilidades del negocio que nos permita duplicar en cinco años y preveer a los accionistas

-Cosechar agave de 6 años, con 22% de ART, de 30 Kg. Y con menos de 10% de merma

Valores

-Trabajamos con un amplio sentido de negocio agregando valor a todo lo que hacemos.

-Enfocamos nuestras actividades a la mejora continua.

- A través del trabajo en equipo mejoramos nuestros resultados individuales y de la compañía.

-Mantenemos una calidad de vida que nos permite creer y desarrollar mejor nuestras actividades.

-Comunicación y compromiso son elementos fundamentales en nuestra cultura de trabajo.

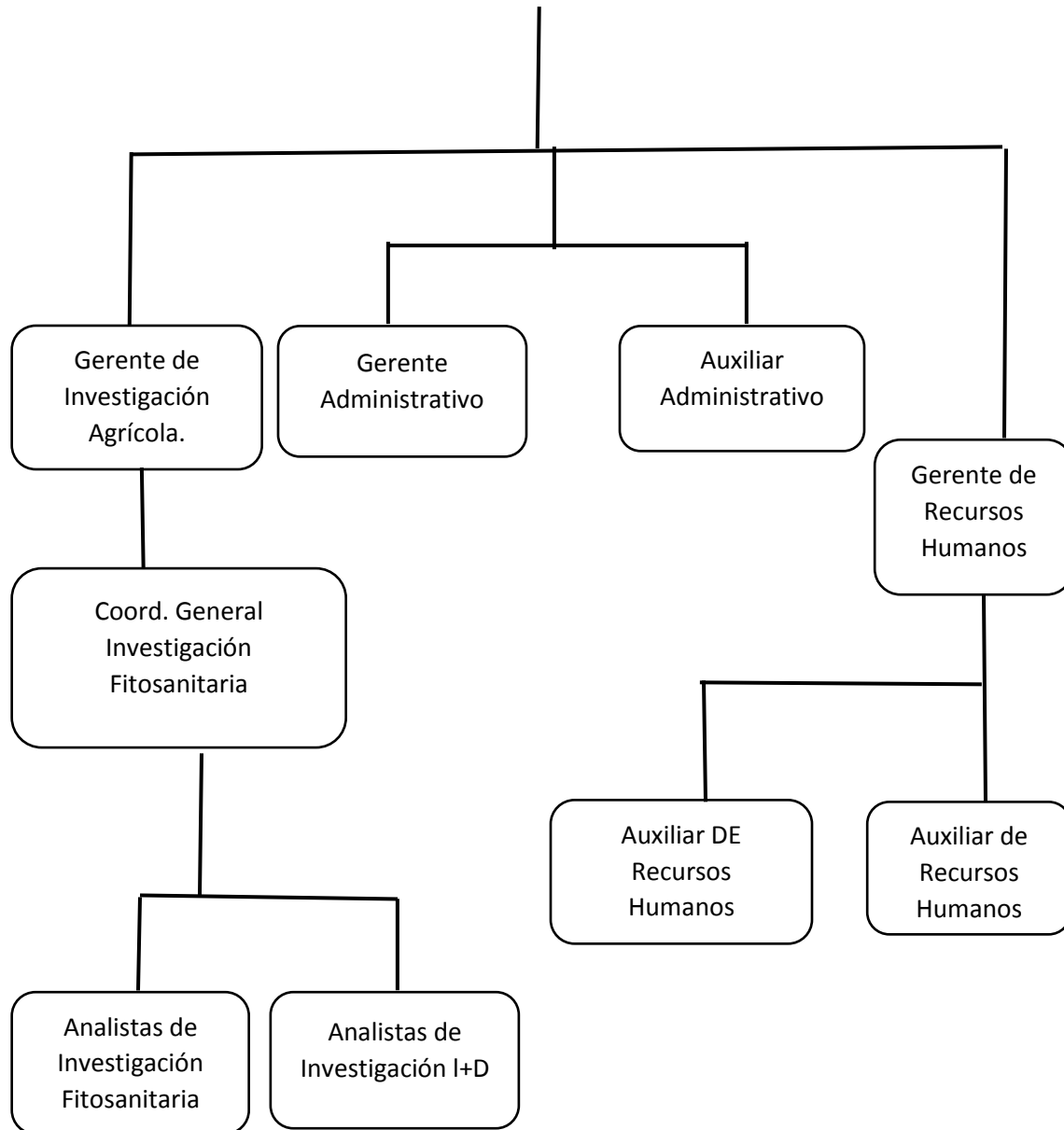
Correo electrónico: lfmendez@cuervo.com.mx

Teléfono: 33 17 01 0534

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

DIRECTOR DE OPERACIÓN AGRICOLA



ANTECEDENTES

Antecedentes del Agave

Más allá de la leyenda

“La Diosa Mayahuel es símbolo de la fertilidad de la tierra. Al ser convertida en maguey, brindó a los hombres (Mexicas) los dones necesarios para sobrevivir” Mayahuel volviendo fértil a la tierra, para que diera frutos y Quetzalcóatl, enseñando a los humanos los secretos para que los aprovecharan, son los Dioses buenos y nobles. Tezcatlipoca es el Dios envidioso y rencoroso que, mostró el poder de su espejo negro, para que el Dios bueno viera todo el entorno distorsionado.

Época prehispánica

Quienes han escrito nuestra historia establecen que en lo que ahora son los estados de Jalisco, Nayarit, Colima, Aguascalientes y una fracción de los estados de Sinaloa, Zacatecas y San Luis Potosí, existió una alianza de tribus indígenas; la zona que ocuparon se llamó Chimalhuacán. Los chimalhuacanos, llamados así debido al penacho (Chimalli) que portaban, se dedicaron a trabajar el campo de manera solidaria, elaborando herramientas con las piedras de obsidiana a las que denominaban tecatlís.

A los hombres que trabajaban las piedras se les llamó Tecatlís o Tecuilos, por lo que, a la fuerza de los usos y costumbres, el poblado que ocupaban (cuyo verdadero nombre fue Teochinchán) se le terminó llamando Tecuila y finalmente Tequila.

La colonización

A las primeras producciones de tequila, se les dio en llamar “Vino Mezcal de Tequila”, ya que su elaboración procedía de los alrededores del poblado de Tequila (región de la Nueva Galicia en la parte occidental de México).

Un poco antes de que empezara la segunda mitad del siglo XVI (1542), los hacendados que producían el Vino Mezcal sólo para su consumo vislumbran la oportunidad de comercializarlo, sobre todo, en los estados en los que han sido descubiertas las minas de Zacatecas, Guanajuato y Bolaños.

En 1608, el gobernador de la Nueva Galicia y presidente de la Real Audiencia, es quien designa los primeros impuestos al Vino Mezcal, encontrando una veta, para obtener recursos y financiar obra pública. El primer acueducto de Guadalajara se construyó con fondos que provenían de la recaudación impositiva a la producción del Vino Mezcal, y años más tarde se construye gran parte del Palacio de Gobierno, donde aún hoy, despachan los gobernantes.

En 1740 Malaquías y José Antonio de Cuervo, producen Vino Mezcal en su taberna “La Chorrera” ubicada en la Cofradía de las Animas.

En 1758, José Antonio Cuervo adquiere la Hacienda de la Cofradía de las Ánimas, cuyas tierras ya contaban con grandes extensiones sembradas de agave.

En 1795, José Guadalupe Cuervo hijo de Antonio, recibe la primera autorización oficial para producir y comercializar el vino mezcal.

La Rojeña de José Cuervo, ubicada en Tequila, Jal., es la primera fábrica que empezó a elaborar lo que hoy conocemos como tequila.

Casi al finalizar el siglo XVIII y principios del XIX, el vino mezcal vuelve a ser objeto de prohibiciones y censuras, sin embargo, se empieza a dar el primer

crecimiento importante para la industria tequilera al establecerse fábricas como La Cruz, fundada en 1805 por José María Castañeda, misma que es adquirida por Cenobio Sauza, cambiándole de nombre en 1888 por el de La Perseverancia, nombre que conserva hasta la fecha; en 1807 la taberna de Cuervo cambia de nombre por el de la Rojeña.

Antecedentes de la hidroponía

La mayoría de los primeros trabajos en nutrición vegetal se efectuaron utilizando técnicas hidropónicas. En los años treinta y más adelante, con la llegada de la Segunda Guerra Mundial, hubo un impulso fuerte de la hidroponía. Es durante ese tiempo cuando la hidroponía en desarrollada con un enfoque propio, como un sistema de producción agrícola intensiva.

En el año de 1666, Robert Boyle probó que las plantas podían crecer en agua y jugos derivados del estiércol. Dos siglos después Woodward, Morceau y Saussure realizaron algunos experimentos aislados. (partículas sólidas del suelo en agua suministran alimento a la planta).

En los años de 1848, 1859 y 1861 Fürst zu Salm H., Knop, Sachs. "Cultivos en Agua" y algunas técnicas relacionadas, aplicadas al estudio de la nutrición de las plantas. A Knop y Sachas puede atribuirse los principios hidropónicos.

En 1840 Justus Von Liebig. "Cultivos en Agua" en investigación acerca de la aplicación de fertilizantes químicos por separado (N-P-K-Ca-Mg). Demostró la esencialidad de los macronutrientes utilizando técnicas hidropónicas.

En 1929 el Prof. "Cultivo de Agua" de jitomate a escala comercial. (No compite con cultivos intensivos en suelo bajo invernadero). Problemas con el soporte de cultivos y problemas en el abastecimiento de oxígeno. Presencia de pH, a pesar del uso de sulfato de hierro. Dificultad operativa para la generación de las semillas y el crecimiento inicial de las raíces.

Año 1936, Ellis y Swaney. "Cultivo en Grava" de diversos cultivos. (No compete con cultivos intensivos en suelo bajo invernadero. Sumistro insuficiente de oxígeno y de hierro). Las raíces tienen buen anclaje con lo que se resolvió el problema de soporte. Fue muy difundido durante la Segunda Guerra Mundial.

En 1968, diversos autores. "Cultivo en Tezontle" (lavas volcánicas). Estas lavas son sustratos porosos, lo que garantiza una oxigenación adecuada (en estos sustratos la película de agua es continua, aunque delgada, que permite una difusión eficiente del oxígeno hacia la raíz). En sustratos no porosos (como agua la grava, etc.) se requieren efectuar muchos riegos por día para proporcionar una buena oxigenación. Sobrepasa 15-20% en rendimiento a los cultivos tradicionales en suelo. La producción es constantemente alta.

En la época moderna diversos autores utilizan diversos métodos de cultivos hidropónicos simplificados. Menores costos iniciales, mayor uno de mano de obra por unidad de superficie, factibles de realizar por productores de nivel medio. Sistemas como: NFT y el "Cultivo de la Luna de Roca" tiene grandes posibilidades. (Baca, 2016)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como es bien conocido, el cultivo del agave es perenne y dependiendo de la especie que se hable y con el fin que se procesara para obtener el producto terminal deseado, será el tiempo que se lleve para llegar a su punto de

maduración. Se llega a este punto cuando se alcanzan ciertas características físicas y químicas, este proceso nos lleva varios años.

Con la creciente demanda de las diferentes bebidas derivadas del agave, se encuentra la necesidad de producir más en menos tiempo. Esto se logra dándole a la planta una nutrición de acuerdo a las necesidades que la especie lo requiere, proporcionándole las condiciones y la nutrición requerida, la planta realizara sus procesos de una forma más rápida reduciendo con esto el tiempo de maduración.

PROBLEMAS A RESOLVER

- Evaluar los diferentes tratamientos, en diferentes especies.
- Mantener pH y CE adecuados
- Llevar a cabo la captura y acomodo de los datos obtenidos
- Mantener las hieleras sin contaminaciones
- Temperatura de la solución, ambiente e invernadero
- Nivel de la solución cubriendo la raíz
- Rustificación de plantas in vitro

JUSTIFICACIÓN

Aclimatar las plantas micro propagadas, para que al momento de ser llevadas a campo abierto no existan pérdidas significativas por consecuencia de una mala adaptación.

Generar información para las distintas especies de mayor interés, y la hidroponía en invernadero es una herramienta útil y rápida ya que se proporcionan las condiciones para su rápido desarrollo y con esto observar de cerca los diferentes y constantes cambios que se manifiestan en la planta al ser inducidas a una deficiencia.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

GENERALES

Identificar las respuestas del agave induciendo deficiencias nutrimentales y determinar la respuesta en el desarrollo radicular y la sintomatología de la planta como el color utilizando solución nutritiva en hidroponía.

ESPECÍFICOS

- Establecer las vitroplantas en condiciones ex vitro, llevándolas al invernadero las trasplantadas para una fácil adaptación.
- Conocer el proceso de rusificación y como es que lleva a cabo su adaptación al medio ambiente para posterior a este ser llevado a campo.
- Identificar los síntomas de deficiencia visual en dos especies de agave.
- Evaluar el desarrollo radicular con nutrición completa y con elemento faltante en solución nutritiva hidropónica.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

Colaborar en armonía con todo el personal relacionado al proyecto para obtener resultados satisfactorios y en un futuro con la información obtenida dar solución a los problemas que se presenten en el cultivo.

LIMITACIONES

Restricción de cierta información la cual por confidencialidad de la empresa no puede ser expuesta.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN LA QUE PARTICIPO

Servicios Agrícolas está comprometido a generar impacto positivo para sus grupos de interés y comunidades.

Cuenta con un área de Investigación donde su objetivo es crear proyectos que impacten directa y naturalmente en la producción y desarrollo de nuevas y mejores técnicas.

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Perteneciente a la familia Agavaceae, son plantas monocotiledóneas (Liliopsida)

Esta familia abarca aproximadamente 20 géneros y 500 especies, de distribución tropical y subtropical, frecuentemente de clima árido.

Son plantas rizomatosas y, por lo tanto perennes; de hojas por lo regular carnosas, dispuestas en roseta, en la base o en la parte terminal del tallo enteras o dentadas; flores perfectas o unisexuales, actinomorfas, en inflorescencia racimosa o paniculada, a menudo sobre un escapo vertical, de gran desarrollo, estambres 6, libres o adnados a la base de una corola tubulosa; anteras biloculares; ovario supero o ínfero, trilocular, placentación axilar; fruto capsula o baya (H. S. Grantry)

MATERIALES Y MÉTODOS

RUSTIFICACIÓN

Una vez que el cultivo in vitro finaliza su ciclo es momento de realizar la rustificación. Corresponde al enraizamiento o etapa de pre-trasplante; tiene como objetivo producir una planta autotrófica que pueda sobrevivir en las condiciones del trasplante al suelo.

-Las plántulas no sobreviven a trasplantes bruscos.

-Se debe tener un estricto control fitosanitario.

- Transferencia final a la etapa de medio ambiente y puede comprender dos etapas: Invernadero y campo (Tineo, s.f)

La planta será retirada del agar en el que se encuentra, se lava y desinfecta posteriormente se colocara en una charola con sustrato, se le proporciona alimento (solución) para finalmente llevarlas a invernadero, en el cual permanecerán algunos meses en lo que se van adaptando a condiciones más naturales.



Figura 2 Charola con Sustrato



Figura 1 Plantas con Agar

MATERIAL Y EQUIPO:

- Semilleros de plántulas convenientes (60 pozos, 200 pozos, etc.)
- Agua corriente
- Guantes de nitrilo
- Sustrato
- Reactivos y Soluciones
- Solución bactericyn
- Solución MS



Figura 4 Solución Bactericyn, Agua Corriente



Figura 3 Guantes de Nitrilo

PROCEDIMIENTO

1. Lavar con agua y jabón y sanitizar la charola donde se sembrarán las plántulas con solución de cloro.
2. Preparar el recipiente con el sustrato suficiente para que la planta quede fija.
3. Lavar la planta al grifo de agua para remover los restos de medio de enraizamiento con la precaución de no dañar las raíces.
4. Aplicar la solución de bactericyn
5. Establecer las plantas en el sustrato hasta que queden fijas.
6. Añadir solución MS alrededor de cada plántula.
7. Etiquetar semillero con su rótulo correspondiente (Especie de Agave, fecha de rustificación).
8. No mezclar diferentes códigos de identificación en 1 solo semillero.
9. Pasar plántulas a invernadero con malla sombra y riego.
10. Designar espacios en invernadero para los diferentes códigos de identificación de plántulas.



Figura 5 Bote de plantulas

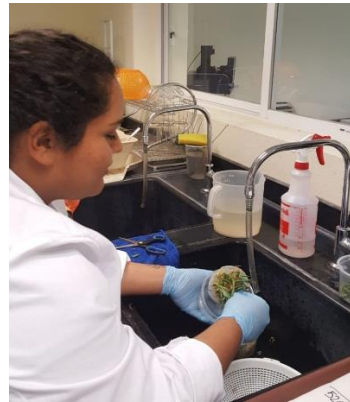


Figura 6 Lavado de plantas



Figura 7 Planta en sustrato

EXPERIMENTO –ELEMENTO FALTANTE–

PROCEDIMIENTO

- 1.- Preparación de materiales, soluciones nutritivas y reactivos.
- 2.- Establecimiento de infraestructura para el cultivo hidropónico.
- 3.- Preparación de material vegetativo, toma de datos.
- 4.- Establecimiento del cultivo en los diferentes tratamientos.
- 5.- Toma de datos, fotografías y observaciones.



Figura 8 Peso de fertilizantes



Figura 9 Montaje de hieleras



Figura 10 Toma de datos



Figura 11 Toma de fotografía

SOLUCIÓN NUTRITIVA

La solución nutritiva está compuesta de diferentes maneras, esto con base al tratamiento que corresponde.

Los diversos sistemas hidropónicos tienen en común para su operación de la denominada solución nutritiva. La preparación y manejo adecuado de ésta constituyen la base del éxito de los mismos. La solución nutritiva consiste en agua de buena calidad agronómica, en la cual están disueltos: oxígeno, bióxido de carbono y todos los nutrientes requeridos en la planta para el crecimiento y desarrollo óptimo. Los nutrientes en general, a partir de fuentes inorgánicas, sin embargo, en ocasiones pueden ser de origen orgánico, como por ejemplo el quelato de hierro (Baca, 2016).

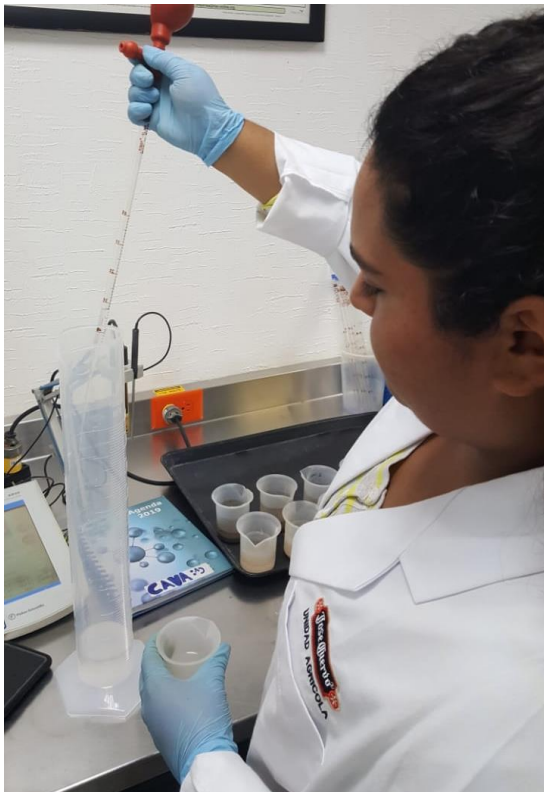


Figura 12 Preparación de soluciones



Figura 13 Hieleras Terminadas

AGUA DESTILADA

Esta se utilizara para preparar todas y cada una de nuestra soluciones, al igual que para lavar nuestras plantas de agave.

HIELERAS

Estas serán forradas con una bolsa negra, de forma que la luz no entre al interior de la hielera. A las tapaderas se les aran los orificios para que entre la planta con o sin canastilla, dependiendo de la especie que se establezca en esa hielera.

Cada hielera tendrá una Solución Nutritiva diferente con base al tratamiento correspondiente.



Figura 14 Preparación de Hieleras

MATERIAL DE OXIGENACIÓN

Este consta de:

- Bomba
- Timer
- Mangueras (con y sin orificios)
- Conexiones

La bomba en conjunto con las conexiones y mangueras nos proporcionara la oxigenación necesaria a nivel radicular, mientras que el timer nos sirve para determinar los tiempos de aireación.

MATERIAL VEGETATIVO

Se conforma por las plantas seleccionadas, esto con base a características fenotípicas lo más uniforme posible.



Figura 15 Material vegetativo

MATERIAL PARA LA TOMA DE DATOS

Estos son:

- Regla Flexible
- Bernier o pie de rey
- Tablas de Munsell
- Balanza granataria



Figura 16 Material toma de datos



Figura 17 Balanza

SALINIDAD Y ACIDEZ

Para esto se utiliza un electrodo portátil

pH y CE OPTIMOS PARA EL EXPERIMENTO

PH= 6-6.5 CE= 1.5-2.5

pH

El valor del pH oscila en una escala de 1 a 14. En esta escala, el punto medio neutral es 7; los valores inferiores a 7 representan condiciones ácidas, mientras que los valores superiores a 7 representan condiciones básicas (alcalinas).

El pH influye en el estado químico de los nutrientes, por lo que resulta necesario representar rangos específicos de pH para cultivar exitosamente ciertos cultivos. Fuera de ese rango o intervalo no pueden tener lugar las relaciones bioquímicas, o bien ocurren con mayor dificultad.

El pH de la solución nutritiva es un factor determinante en la formación y la magnitud de la concentración del HPO_4^{2-} y por eso es importante la responsable preparación de ortofosfato dibásico de calcio (CaHPO_4) en la solución nutritiva (Baca,2016)



Figura 18 Lectura pH Y C.E

Conductividad Electrica

La CE elevada en el agua de riego puede ocasionar la acumulación excesiva de sales en la zona de las raíces. Además, la CE alta afectará la disponibilidad de fertilizante, lo cual debe tomarse en cuenta al diseñar un plan de fertilidad.

MONITOREO

Resulta ser extremadamente importante un buen monitoreo, en general, pH, C.E y contaminaciones que se puedan presentar; así mismo debe contar con una buena oxigenación en los tiempos ya previamente determinados.

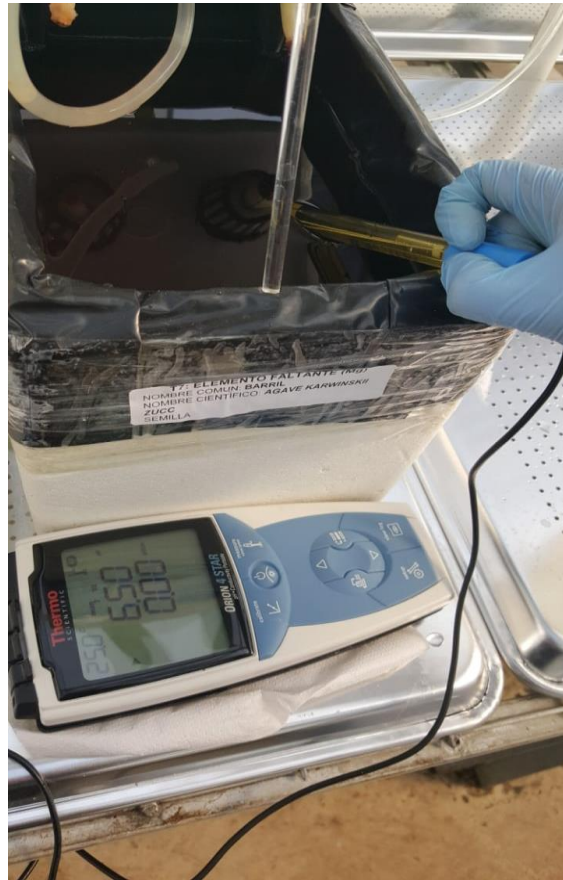


Figura 19 Potenciómetro portátil

NUTRICIÓN

Esta contara de 7 diferentes tratamientos, los cuales se componen de una solución con solamente agua destilada, una completa, en la cual se proporcionaran macros y micronutrientes, por último, las 5 soluciones faltantes se inducirán a la deficiencia de un nutriente.

TRATAMIENTO	#
AGUA DESTILADA	1
COMPLETA	2
- CALCIO	3
-NITROGENO	4
-P FOSFORO	5
-K POTACIO	6
-MG MAGNESIO	7

Importancia de los elementos

Nutriente	Ejemplos de funciones esenciales en la fisiología de las plantas	Movilidad dentro de las plantas
N	- Síntesis de carbohidratos y proteínas	Alta
P	- Producción de energía dentro de la planta - División celular	Alta
K	- Potencial osmótico, control de apertura de los estomas y regulación del estrés por sequía - Síntesis de muchas enzimas esenciales, catalizador - Transporte de iones, azúcares y otros carbohidratos y enzimas - Sabor (azúcares) y firmeza (equilibrio hídrico y regulación osmótica) del fruto	Alta
Ca	- Elemento crucial para la formación de la pared celular (no solo en el fruto sino en las hojas y en las cañas también)	Muy baja
Mg	- Parte de la molécula de clorofila → sin magnesio, no hay plantas jóvenes, no hay energía	Media-alta

Figura 20 Tabla elementos 1

S	- Parte de las moléculas de los aminoácidos esenciales	Alta
Fe	- Esencial para la síntesis de la clorofila → sin hierro, no hay plantas verdes, no hay energía	Muy baja
Mn	- Esencial para la síntesis de la clorofila → sin manganeso, no hay plantas verdes, no hay energía	Muy baja
B	- Formación de la pared celular - Germinación del polen - Transporte de azúcar y metabolitos	Muy baja
Zn	- Esencial para la síntesis de hormonas como las auxinas y otras. - Sin zinc = plantas atrofiadas, diferenciación de flores pobre, floración pobre y brotación deficiente	Variable, baja si es insuficiente
Cu	- Variabilidad del meristemo - Metabolismo del nitrógeno - Vías de carbohidratos	Variable, baja si es insuficiente
Mo	- Parte de la molécula de las enzimas nitrato-reductasa y nitrogenasa, la cual es esencial para la síntesis de aminoácidos y la utilización de amonio y nitratos por parte de la planta.	Baja

Figura 21 Tabla elementos 2

La ley del mínimo de Liebig dice que el nutriente que se encuentra menos disponible es el que limita la producción, aún cuando los demás estén en cantidades suficientes.

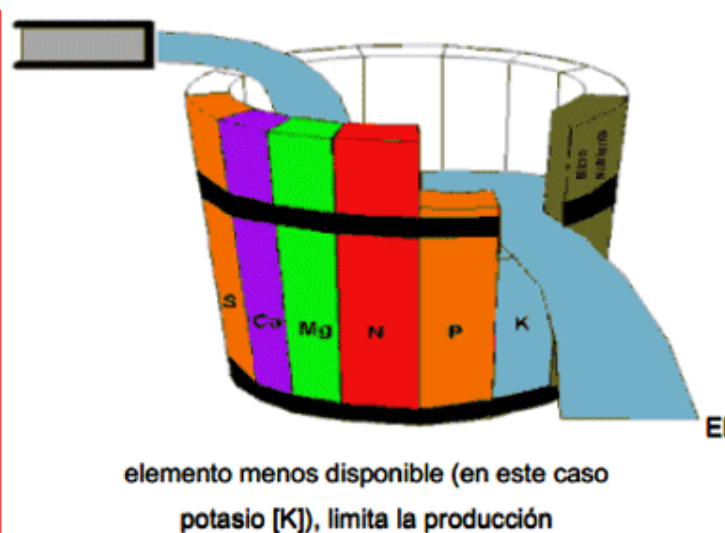


Figura 22 Ley del mínimo

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Los patógenos que nos pueden atacar, dado a que es un experimento que está montado dentro de un invernadero, difícilmente mas no imposible, se observara la presencia de insectos, cabe mencionar que este no queda libre de otros patógenos , tales como hongos y bacterias, los cuales por el microclima que se crea resulta ser muy favorable para su desarrollo.



Figura 23 Triangulo de las enfermedades

Durante nuestro experimento se observó la presencia de algunos hongos y bacterias. A lo cual se le dio tratamiento con un Bactericida y un Fungicida diluidos en agua destilada. En esta mezcla serán lavadas las plantas afectadas, así como se realizaba un cambio de S.N y desinfección de la hielera

RESULTADOS

RUSIFICACIÓN

Se llevo a cabo exitosamente al alcanzar un buen número de plantas rusificadas y adaptadas en invernadero.

El invernadero contaba con unas bases (mesas) metálicas sobre las cuales se ponían las charolas de las plantas, sobre las bases en la parte aérea se contaba con un sistema de riego por aspersion. Para el riego se utilizaba una solución la cual era preparada en dos tinacos, y se llevaba a cavo inyectado la solución de los tinacos a las tuberías que van dentro del invernadero, los riegos se realizaban automáticamente tres veces al día.



Figura 24 Estructura dentro del invernadero

El sustrato que se utilizaba en las charolas es previamente esterilizado, al igual que las charolas son lavadas y sanitizadas.

Se rustificaban de 200 a 400 plantas aproximadamente al día. Por lo regular eran de diferentes especies, cada una de estas contaban con un código de identificación, para llevar un buen control.



Figura 25 Planta sin agar



Figura 26 Plantas en charola

EXPERIMENTO -ELEMENTO FALTANTE-

Hasta donde se participó el experimento se logró evaluar que tanto le afecto el elemento faltante en cada solución a cada una de las especies a nivel radicular y ligeramente en el área foliar.



Figura 27 Experimento tequilana



Figura 28 Experimento espadín

Las diferencias en el crecimiento de raíz entre las dos especies fue muy marcado, dado que cada una de ellas respondió distinto, una se mostro mas susceptible que la otra.



Figura 29 Raíz tequilana



Figura 30 Raíz espadín

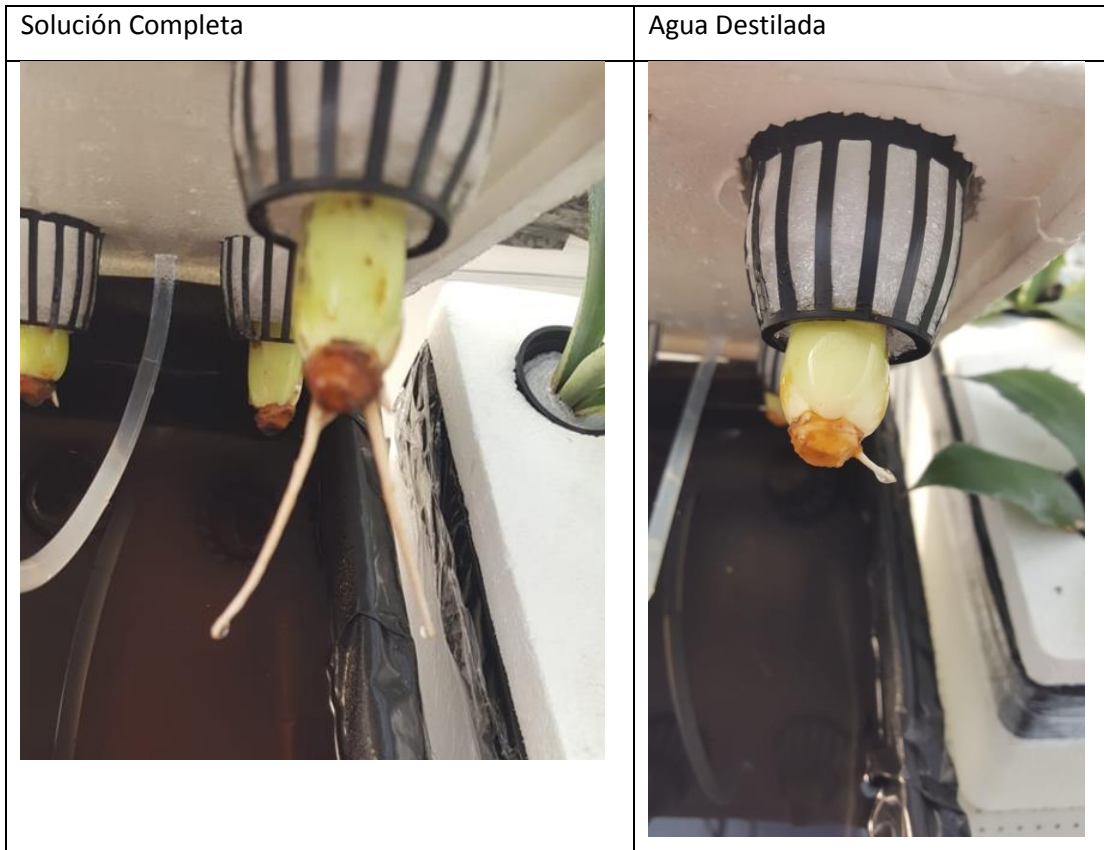
TEQUILANA

La especie Tequilana demostró ser más susceptible en su nutrición, ya que el desarrollo de la planta en general se mostro afectado tanto en la parte radicular, con poco desarrollo de raíz y en la vegetativa con ligeros cambios de coloración a lo largo de la hoja.



Figura 31 Planta tequilana

Tratamiento #1 (Agua Destilada)





Tratamiento #2 (Completo)



Solución Completa





Tratamiento #3 (-Ca)

Solución Completa	Deficiente de Calcio
 <p>A photograph showing a plant stem, likely a cuttings, placed in a black and white striped container. The stem is yellowish-green and has a brown, fibrous root system that has developed and is extending downwards. The roots are thick and appear healthy. The background shows other similar containers in a laboratory or greenhouse setting.</p>	 <p>A photograph showing a plant stem, similar to the one in the complete solution, placed in a black and white striped container. The stem is yellowish-green and has a brown, fibrous root system that is significantly stunted and less developed compared to the complete solution. The roots are thin and appear weak. The background shows other similar containers in a laboratory or greenhouse setting.</p>



Tratamiento # 4 (-N)

Solución Completa	Deficiente de Nitrógeno
	



Tratamiento #5 (-P)

Solución Completa	Deficiente de Fósforo
 A photograph of a tomato plant growing in a black plastic nursery tray. The plant is healthy, with a green stem and two long, thin, light-colored roots extending downwards. The plant is held in a black plastic cage. The background shows other similar plants in the tray.	 A photograph of a tomato plant in a similar black plastic nursery tray. The plant appears unhealthy, with a yellowish-green stem and two shorter, thicker, and more reddish-brown roots. The plant is held in a black plastic cage. The background shows other similar plants in the tray.

Tratamiento #6 (-K)

Solución Completa	Deficiente de Potasio
	

Tratamiento #7 (-Mg)

Solución Completa	Deficiente de Nitrógeno
 <p>A photograph of a tomato plant growing in a hydroponic system. The plant is healthy, with a thick, green stem and two long, white roots extending downwards. It is held in a black and white striped net pot. The background shows other similar plants in a dark environment.</p>	 <p>A photograph of a tomato plant in a hydroponic system, showing signs of nitrogen deficiency. The plant is held in a black and white striped net pot. The stem is thin and yellowish, and the roots are short and sparse. A clear plastic tube is visible in the foreground.</p>

Espadín

La especie de espadín no mostro mucha susceptibilidad a los diferentes tratamientos de nutrición que se le proporciono. Desarrollo raíz de manera abundante y en la parte aérea no se presentaron cambios notables.



Figura 32 Planta espadín

Tratamiento #1 (Agua Destilada)

Solución Completa	Agua Destilada
 <p>The image shows a micropropagation setup for Agave angustifolia. Several explants are held in black mesh baskets, which are suspended by clear plastic tubes. The explants are submerged in a dark, nutrient-rich solution. The baskets are placed in a white container lined with black plastic. A label at the bottom of the container reads: "T2- SOLUCIÓN COMPLETA", "NOMBRE COMÚN: ESPADIN", "NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA", "RAW", "MICROPROPAGADA".</p>	 <p>The image shows a micropropagation setup for Agave angustifolia in distilled water. Several explants are held in black mesh baskets, which are suspended by clear plastic tubes. The explants are submerged in a clear liquid. The baskets are placed in a white container lined with black plastic. A label at the bottom of the container reads: "T1- AGUA DESTILADA", "NOMBRE COMÚN: ESPADIN", "NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA", "RAW", "MICROPROPAGADA".</p>

Tratamiento #2 (Completo)

Solución Completa



Tratamiento #3 (-Ca)

Solución Completa	Deficiente de Calcio
 <p data-bbox="349 1402 657 1449">12. SOLUCIÓN COMPLETA NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAY MICROPROPAGADA</p>	 <p data-bbox="966 1312 1226 1354">ELEMENTO FALTANTE: Ca NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAY MICROPROPAGADA</p>

Tratamiento #4 (-N)

Solución Completa	Deficiente de Nitrógeno
 <p>12. SOLUCIÓN COMPLETA NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAW MICROPROPAGADA</p>	 <p>14. ELEMENTO FALTA (N) NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAW MICROPROPAGADA</p>



Tratamiento #5 (-P)

Solución Completa	Deficiente de Fosforo
 <p data-bbox="272 1480 808 1528">SOLUCIÓN COMPLETA NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA FAM: MICROPOACEAE</p>	 <p data-bbox="841 1354 1377 1396">ELEMEN TO AL YANTE (-P) NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA FAM: MICROPOACEAE</p>

Tratamiento #6 (-K)

Solución Completa	Deficiente de Potasio
 <p data-bbox="349 1402 657 1449">16. SOLUCIÓN COMPLETA NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAY MICROPROPAGADA</p>	 <p data-bbox="998 1444 1274 1465">16. ELEMENTO FALTANTE (K)</p>

Tratamiento #7 (-Mg)

Solución Completa	Deficiente de Magnesio
 <p>12. SOLUCIÓN COMPLETA NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAY MICROPROPAGADA</p>	 <p>13. ELICÓN ESPADIN AL TANTE (Mg) NOMBRE COMÚN: ESPADIN NOMBRE CIENTÍFICO: AGAVE ANGUSTIFOLIA RAY MICROPROPAGADA</p>

CONCLUSIÓN

El proyecto en el que participe me llamó la atención desde el momento en el que me dijeron el nombre, ya que era algo totalmente nuevo para mí. Dado al cultivo que sería establecido en hidroponía, pues hasta donde yo tenía entendido es un cultivo que la demanda de agua no es alta.

Resulta ser satisfactorio trabajar en esto ya que es una nueva experiencia y por lo tanto nuevos conocimientos dentro del área.

Siendo la rustificación un proceso llevado a cabo posterior del cultivo invitro y anterior al establecimiento de la planta en campo, es muy importante darle un buen manejo desde que la planta es retirada del medio de cultivo, de lo contrario se podrán presentar pérdidas. Durante el tiempo que las charolas con las plantas estén en el invernadero debe de mantenerse un riego constante con los nutrientes necesarios para el buen desarrollo, también se debe de cuidar la temperatura y humedad.

En cuando al experimento hidropónico queda claro que todas las especies se comportan diferente aun teniendo las mismas condiciones y nutrición. Algunos tratamientos reflejaron mas la deficiencia a la cual fueron inducidos.

El método hidropónico utilizado llega a ser de muy buen apoyo para este tipo de experimentos ya que nos permite observar la parte radicular y no solo la aérea. A parte de que muestra ser bueno para la recopilación de nuevos datos, los mismos que nos servirán para dar una mejor recomendación en campo, ya que conocemos como es que actúa y se manifiesta visualmente la falta de cada elemento.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- Trabajar en equipo y en sincronización para terminar tareas en tiempo.
- Concentración y paciencia
- Observación
- Identificar deficiencias
- Agilidad en la rustificación
- Preparación de Solución Nutritiva
- Montaje de estructura hidropónica

BIBLIOGRAFÍA

- Baca Castilli, G., Rodriguez Cruz , E., & Quevado Nolasco, A. (2016). *LA SOLUCIÓN NUTRITIVA EN HIDROPONIA* . México : Impresos Studio Litografico.
- Bautista, J., & Barboza, J. (Abril de 2001). *El agave tequilana Weber y la producción de tequila*.
Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/236586037_El_agave_tequilana_Weber_y_la_produccion_de_tequila
- Acanextequila. (2000). *Acanextequila*. Obtenido de Academia Meixcana del Tequila, A.C.:
<http://www.acanextequila.com.mx/index.html>
- GeneracionVerde. (8 de Abril de 2017). *Generacion Verde*. Obtenido de Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar: <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos>
- Hidropon[ia. (2019). *Hidroponia.org*. Obtenido de Hidroponia Asociación Hidroponica Mexicana: <https://hidroponia.org.mx/index.php/hidroponia-tipos-de-sistemas-de-cultivo>
- Reynoso, R. (2012). Identificación taxonómica de agaves (Agave spp.) utilizados para la elaboración. *Agroproductividad*, 9-17.
- Tineo, L. (s.f.). ASPECTO NUTRICIONAL DE LAS PLANTAS CULTIVADAS IN VITRO. *Curso de Cultivo de Células y Tejidos Vegetales in vitro*. Obregón, Sonora, México.