

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN *Agave victoriae-reginae* T. MOORE
DE 10 MESES DE EDAD Y BAJO CONDICIONES DE VIVERO.**

POR

OMAR SALAIS LIRA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA

ENERO DEL 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN *Agave victoriae-reginae* T. MOORE DE 10
MESES DE EDAD Y BAJO CONDICIONES DE VIVERO.

TESIS
PRESENTADA POR:

OMAR SALAIS LIRA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:

M. C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL:

M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL:

M. C. CESAR GUERRERO GUERRERO

VOCAL SUPLENTE:

M. C. MARÍA DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

M. C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA

ENERO DEL 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN *Agave victoriae-reginae* T. MOORE DE 10
MESES DE EDAD Y BAJO CONDICIONES DE VIVERO.

TESIS

ELABORADA POR:

OMAR SALAIS LIRA

BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL GRADO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:

M. C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

ASESOR:

M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

ASESOR:

M. C. CESAR GUERRERO GUERRERO

ASESOR:

M. C. MARÍA DE JESÚS RIVERA GONZALES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

M. C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA

ENERO DEL 2008

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER

Por formarme como profesionalista, por haberme cobijado en sus aulas y alimentado de su legado, por ser una institución tan noble realizadora de sueños.

A MIS ASESORES

M.C. Héctor Montaña Rodríguez

Por aceptarme como su tesista, apoyarme y transmitirme experiencia a través de sus consejos.

M.C. Amanda Jaramillo Santos

Por su valiosa ayuda y tiempo dedicado.

M.C. Cesar Guerrero Guerrero

Por las recomendaciones y enorme ayuda en la cuestión estadística de este trabajo.

M.C. Ma. De Jesús Rivera González

Por su gran ayuda y consejos en este trabajo y dentro del laboratorio

Pero sobre todo les agradezco su gran interés y amistad, por haberme apoyado en todo momento en la corrección y la culminación de este trabajo.

A MIS MAESTROS DEL DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

M.C. Eduardo Blanco, Dr. Jesús Vázquez, M.C. Luz Ma. Patricia Guzmán, Biol. Genoveva Hernández y M.C. Emilio Duarte.

Por proporcionarme las bases y herramientas necesarias para enfrentar con honestidad y valor los retos que vienen, por haber cultivado el conocimiento y hacer de mí un profesionalista.

A MI MAMA

Por el apoyo brindado, los consejos, el amor, y ser la fuente de mi fortaleza para poder salir adelante ante todas las adversidades que han surgido en el transcurso de mi vida “Gracias”.

A MIS COMPAÑEROS

Teresa, Elba, Olga Elizabeth, Norma Elica, Guadalupe, Marcos, Bernardo Iván, Juan Luis, Santiago Ernesto, Abel, Carlos Mario y Emanuel por todos los momentos compartidos buenos y malos por que de ellos también se aprende, les deseo el mayor de los éxitos en la vida, “Agroecologos somos y donde se nos necesite andamos”.

AL C. Mario Guillermo Álvarez Velásquez

Por que siempre nos tendió la mano y por todo el apoyo que nos das. “Gracias Memo”

A MIS AMIGOS

Diana J. Espitia, Oscar López, Guadalupe Licon, Verónica Bazaldua, Hanely Nataly Espinosa, María del Rosario, Ricardo Salas, Javier López, Gabriela Gamboa, Ana Doris Antonio, Josué Gumeta, Alma Lizeth Silos, René Herrera y Noé Pimentel por su incondicional amistad y los bellos momentos compartidos.

DEDICATORIAS

A DIOS

Este trabajo esta dedicado a Dios por permitirme culminar con éxito una etapa más de la vida, por proporcionarme la salud, convicción y fortaleza necesaria.

A MI MAMA

Clara Sandra Salais Lira

Especialmente a ti Mami con todo mi corazón por darme la vida, apoyarme en todos los aspectos, por tener paciencia y por haber creído en mí.

A MI ABUELITA

Leobarda Lira Islas

Con todo mi cariño para ti “Mamita” por que siempre estuviste conmigo, por cada bendición tuya y cada uno de tus sabios consejos.

A MIS HERMANOS

Pablo, Jonathan y Alexis Guadalupe

Por todos esos momentos de la infancia que juntos compartimos y reímos, por haber existido y ser parte fundamental de mí.

A LA FAMILIA LÓPEZ OLVERA

Margarito, Carolina, Alfredo y Brayán

Por su gran apoyo, palabras alentadoras y un sinfín de recuerdos grandiosos.

A TI CHATITA

Por estar a mi lado, en los buenos y malos momentos apoyarme cuando más lo necesite, aconsejarme y por brindarme mucho amor y cariño.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS, CUADROS Y GRAFICAS.....	v

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Justificación.....	4
1.2.1 Hábitos reproductivos de <i>Agave victoriae-reginae</i>	4
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Meta.....	5
1.5 Límites.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Nutrición.....	6
2.2 Fertilidad del suelo.....	7
2.3 Origen de los nutrientes.....	8
2.4 Nutrientes minerales.....	8
2.5 Dinámica de los nutrientes en el suelo.....	9
2.6 Los nutrientes en las plantas.....	10
2.7 Los fertilizantes minerales.....	10
2.8 Nutrientes esenciales.....	11
2.9 Origen y distribución de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	14
2.10 Características Botánicas y Taxonómicas de la Noa (<i>Agave</i>	

	<i>victoriae-reginae</i> T. Moore).....	15
2.11	Taxonomía de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	16

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación geográfica del experimento.....	19
3.2	Material biológico.....	19
3.3	Limites.....	19
3.4	Diseño experimental.....	20
3.5	Variables evaluadas.....	20
3.6	Tratamientos aplicados.....	20
3.7	Establecimiento del experimento.....	21
3.8	Esquema de diseño experimental.....	22
3.9	Materiales usados.....	23

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1	Interpretación de resultados.....	24
4.2	Análisis de varianza.....	27
4.3	Discusión de resultados.....	30
4.3.1	Tratamientos.....	30
4.3.2	Partes de la planta.....	30
4.3.3	Tratamientos por días a fertilizar.....	30

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	31
5.2	Recomendaciones.....	31

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICAS.

TABLAS

Tabla 1	Macronutrientes esenciales.....	12
Tabla 2	Micronutrientes esenciales.....	13

FIGURAS

Figuras 1	Ubicación y distribución geográfica de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), en los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León.....	15
Figuras 2	<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore.....	17

CUADROS

Cuadro 1	Resultados estadísticos para peso fresco.....	26
Cuadro 2	Resultados estadísticos para peso seco.....	26
Cuadro 3	Prueba (DMS) Diferencia Mínima Significativa.....	26

GRAFICAS

Grafica 1	Valor promedio del peso fresco de las plantas después de 12 meses de tratamiento.....	28
Grafica 2	Valor promedio del peso seco de las plantas después de 12 meses de tratamiento.....	28
Grafica 3	Valor promedio de peso seco de cada uno de los tratamientos para raíz y tallo.....	29
Grafica 4	Diferencia estadística entre la variable tratamientos por días a fertilizar.....	29

INTRODUCCIÓN

En México debe considerarse a la biodiversidad dentro de los recursos naturales bióticos, ya que la totalidad de especies que existen y la relación entre ellas, es un recurso potencial o de uso actual que en cualquier momento pueden ser útiles para la humanidad o cuyo valor no se conoce o no se ha sabido apreciar (Enkerlin E. C, 1997).

La desaparición las especies silvestres avanza a un ritmo acelerado día a día, exigiendo la aplicación de acciones globales, regionales, y locales para disminuir el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema (García-Mendoza, 1995). Es necesario implementar acciones que vayan encaminadas en la aplicación de programas de desarrollo y estrategias para la conservación de la biodiversidad del país (Mistretta, 2002).

Las regiones de los desiertos del Norte de México, se caracteriza por su gran diversidad de especies y endemismos de plantas perennes, las cuales abarcan a la Familia Agavaceae. Estas representan un componente ecológicamente importante de estos ecosistemas. El 75% (198) de las especies de Agave se encuentran en México, el 55% son endémicas y muchas de ellas se encuentran en peligro de extinción (Eguiarte *et. al.* 2001).

En el estado de Coahuila se presenta gran variedad de condiciones fisiográficas, climáticas y edáficas, factores que han dado lugar a una significativa diversidad de tipos de vegetación y de flora. Esta última se estima en aproximadamente 3,100 especies y taxa infraespecíficos de plantas vasculares (Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez, 2005).

El aislamiento de numerosos sistemas montañosos o enclaves orográficos de Coahuila y la presencia de cuencas endorréicas donde se registran condiciones

edáficas especiales, contribuyen a incrementar el número de elementos de distribución restringida (Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez, 2005).

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) tiene un gran interés comercial en el estado de Coahuila por ser una especie ornamental en peligro de extinción, al igual que muchas otras amenazadas por la irracionalidad del hombre (Eguiarte *et. al*, 2001).

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar el efecto en el desarrollo de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) con diferentes nutrientes (Urea, Foltron y la solución Steinner).

Además de otras investigaciones realizadas anteriormente como es el caso de reproducción por semillas y cultivo de tejidos, se pretende incrementar de manera masiva la producción de Noa a nivel laboratorio, y de esta manera tratar de proteger las poblaciones nativas, que además son endémicas y están catalogadas en la NOM-O59-ECOL-2001 en peligro de extinción.

CAPITULO I

GENERALIDADES.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Noa (*Agave victoriae-reginae*) es considerada como una especie en peligro de extinción, la región de la Comarca Lagunera tenía a principio del siglo XX una extensa población de esta especie y fue desapareciendo por el exceso de su explotación, la demanda de ella como alimento fue el principal uso del recurso (Eguiarte *et. al*, 1999).

La especie se considera como endémica de la región centro norte del país y su distribución se delimita a tres estados; Coahuila, Durango y Nuevo León (Martínez-Palacios *et. al*, 1996).

La experiencia es que existen más regiones hacia el sur de estas zonas con la presencia de la especie y en poblaciones muy considerables pero se debe corroborar con estudios serios que nos permitan determinar su distribución geográfica, densidad de población, su hábitat y datos sobre la biología de la especie (Martínez-Palacios *et. al*, 1996).

El determinar regiones que sean los bancos de germoplasma permitirá la producción de esta especie y con ello evitar el saqueo de la especie por el hombre, esto nos indica que el principal enemigo de la especie es el hombre.

Dentro de la Comarca Lagunera en la sierra de las Noas, en el cañón de Fernández y en la Flor de Jimulco se considera la distribución de la especie muy restringida (Eguiarte *et. al*, 1999).

La producción de esta planta es factible a través de propagación in vitro y por semilla, siendo un mercado virgen, la demanda de la especie es grande y puede ayudar a las zonas marginadas a tener un sustento durante todo el año.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

1.2.1 Hábitos reproductivos de *Agave victoriae-reginae*

Son muy especiales y se caracterizan en un ciclo de vida que es muy amplio, que va de 15 a 20 años o más para llegar a su madurez sexual y su reproducción es única (monocarpico), esta se lleva a cabo raramente mediante propágulos de los estolones, y también por medio de semillas siendo este último el más importante (Vázquez A. C, 1990).

El *Agave victoriae-reginae* T. Moore es una planta que en condiciones de vivero produce hijuelos que se pueden diferenciar de dos maneras: tallos subterráneos, denominados rizomas, que surgen de la base del tallo de la planta madre, después del final del rizoma emerge una nueva planta o hijuelo, estos forman hijuelos directamente de tallo de la planta madre y dependerá inicialmente de esta. Generalmente la reproducción de la Noa se lleva a cabo por mecanismo asexual vegetativo con un crecimiento relativamente lento.

Aunque la producción de semillas es alta, están sujetas a fuerte depredación y efectos ambientales, por lo que su capacidad germinativa se reduce.

Los Agave son plantas que tienen un lento crecimiento, en comparación con otras plantas, requieren muy pocos cuidados, aunque si se les suministra nutrientes y condiciones favorables la respuesta en su crecimiento se da con rapidez, y de forma notoria, en cuanto a ganancia de peso.

Con este trabajo se busca obtener información que nos ayude a determinar cual es la forma en que la Noa (*Agave victoriae-reginae*) puede acelerar su crecimiento, así como su respuesta y adaptación al medio, a través del suministro de diferentes nutrientes con distinto periodo de aplicación.

1.3 OBJETIVOS.

Determinar el efecto de la nutrición vegetal en *Agave victoriae-reginae*, en la etapa de 10 a 18 meses de edad.

Efectos de la periodicidad en la aplicación de nutrientes a 15 y 30 días.

1.4 META.

Determinar el crecimiento del *Agave victoriae-reginae*, a través del peso fresco y el peso seco de la planta.

1.5 LIMITES:

El tiempo a realizar el trabajo es de un año.

El desarrollo del trabajo se realizara en vivero.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1 Nutrición.

Para que una planta pueda vivir, además de energía lumínica, dióxido de carbono y agua, necesita recursos minerales que debe obtener del suelo o del agua (Cagnoni y Pizarro, 2000).

La nutrición determina el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de los procesos fisiológicos de la fotosíntesis (producción de carbohidratos) y la respiración (producción de energía ATP)

En muchos estudios es importante medir el crecimiento. En teoría se podría medir cualquiera de las características del crecimiento, pero existen dos medidas que son las más habituales: las que cuantifican los aumentos de volumen (tamaño) a veces se calcula en forma aproximada midiendo la expansión en solo una o en dos direcciones, tal como longitud, el diámetro o el área. Los aumentos de masa se miden a menudo cosechando la planta completa o la parte de interés, pesándola inmediatamente, antes de que se evapore demasiada agua de ella. Así se calcula la masa fresca, que es una cantidad bastante variable, porque depende del estado hídrico de la planta. Por ejemplo, una hoja suele tener mayor masa fresca por la mañana que a media tarde, simplemente a causa de la transpiración (Salisbury B.F, Ross W.C. 2000).

El crecimiento y desarrollo de las plantas forman una combinación de diversos eventos en diferentes niveles, desde el biofísico y bioquímico hasta el orgánico, que dan como resultado la producción integral en un organismo. Una pequeña cantidad de las sustancias naturales en las plantas controla su crecimiento y desarrollo, pero varios procesos como la iniciación de las raíces, el

establecimiento y terminación de los periodos de letargo y reposo, la floración, formación y desarrollo de los frutos, abscisión, senescencia y ritmo de crecimiento, se encuentran bajo control hormonal. Con frecuencia, en muchas plantas agrícolas pueden modificarse esos procesos en provecho del hombre, mediante la aplicación de sustancias reguladoras de crecimiento vegetal, y es muy posible que, con el tiempo, todos los procesos fisiológicos de las plantas se controlen de esa forma (Lira S.R. 2003).

2.2 Fertilidad del suelo.

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Sánchez P, 2007).

En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales –fertilidad química- pero que no está provisto de buenas condiciones físicas y viceversa (Sánchez P, 2007).

Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces es un suelo fértil, no productivo (Sánchez P, 2007).

2.3 Origen de los nutrientes.

Según Vigo J. (2007) el origen de los nutrientes es:

- a. Reservas naturales del suelo: Composición del suelo, elementos disponibles y cambiables (las arcillas y la materia orgánica, son la fuente de reserva del suelos por ser de naturaleza coloidal) y de las condiciones meteorológicas.
- b. Fertilizantes minerales, una amplia gama de abonos simples y compuestos y, micronutrientes quelatos y complejos y en menos medida los fertilizantes orgánicos (aminoácidos y hormonas).
- c. El agua de riego. Gran cantidad de agua circula por las plantas aportando principalmente elementos como calcio, magnesio, potasio, nitratos, sulfatos y boro.
- d. Fuentes orgánicas. Descomposición y mineralización de residuos vegetales y animales del suelo. Estos pueden ser naturales (reciclaje) o incorporados.
- e. Precipitación (lluvia). Especialmente nitrógeno. El agua de lluvia puede captar y llevar el nitrógeno atmosférico hacia la tierra e incorporarse al sistema suelo-planta.
- f. Microorganismos: Fijación biológica (nitrógeno), micorrizas (fósforo), reacciones óxido reductivas de los elementos.

2.4 Nutrientes minerales

Se clasifican en *macronutrientes* (necesarios en cantidades relativamente altas) (*100 mg o mas por kg de materia seca*): C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg y Fe y *elementos traza o micronutrientes* (*100 mg o menos por kg de materia seca*): Mn, Zn, Cu, Bo, Fe, Cl, Mo.

Cada uno de estos elementos penetra en la planta independientemente, como ion o como molécula, y cada uno tiene sus propiedades características de absorción y difusión, que afectan su capacidad de acceso a la planta. Las plantas adquieren los nutrientes minerales del agua que está en contacto con sus raíces. La disponibilidad de estos elementos depende de la estructura molecular en la que se

encuentran presentes en el suelo o en el agua, y de la temperatura, acidez y presencia de otros elementos (Sánchez P, 1984).

La absorción de los nutrientes para su incorporación al vegetal está influenciada, asimismo, por la propia especie vegetal, que determina la superficie radical efectiva y la exploración mayor o menor del suelo (Sánchez P, 1984).

2.5 Dinámica de los nutrientes en el suelo.

Según Netto (2006) el contacto de los nutrientes con la superficie de la raíz es un requisito importante para que se produzca la absorción de los mismos. La misma se puede producir de dos formas:

1) En forma directa por el crecimiento de las raíces y 2) por movimiento de los nutrientes por difusión o flujo masal desde el suelo hasta la superficie de las raíces.

1) Intercepción directa por la raíz. A medida que la raíz crece, se ubica en estratos de suelo en los que encuentra los nutrientes disponibles para la planta. La cantidad de nutrientes que intercepta en forma directa la raíz se encuentra relacionada con la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo ocupado por la raíz y el porcentaje de suelo explorado por la raíz. En general solo un pequeño porcentaje del total de nutrientes absorbido por la raíz llega por esta vía.

2) Movimiento por difusión y flujo masal de los nutrientes. El mayor porcentaje de los nutrientes se mueve desde el suelo antes de ser absorbido por las raíces. Los mecanismos de transporte involucrados en el movimiento de los nutrientes en el suelo hasta su llegada hasta la superficie de las raíces son la *difusión y el flujo masal*.

Difusión: Cuando las raíces absorben nutrientes se crea un gradiente de concentración de nutrientes entre el suelo y la raíz. El resultado de este gradiente es un movimiento de nutrientes hacia las cercanías de las raíces por difusión. La cantidad de nutrientes transportados por este mecanismo va a estar relacionado

con el gradiente de concentración y con el coeficiente de difusión del nutriente (que varía con el tipo de suelo y la movilidad del nutriente en el suelo).

Flujo masal: Es el movimiento de agua y de los nutrientes que se encuentra disuelto en la masa líquida que llega hasta las raíces como resultado del proceso de transpiración de la planta. La cantidad de nutrientes que llega por este movimiento está relacionado con la concentración del mismo en la solución del suelo y con el volumen de agua que absorbe la planta (Lambers, H, F. S, 1998).

2.6 Los nutrientes de las plantas.

Son los elementos esenciales para el crecimiento de la planta, la cual los toma del suelo o del agua por irrigación, por inundación o de las aguas subterráneas o en un medio hidropónico. Los nutrientes primarios son el nitrógeno, el fósforo y el potasio los cuales son consumidos en cantidades relativamente grandes. Tres nutrientes secundarios son tomados en menores cantidades, pero son esenciales para su crecimiento: el calcio, el magnesio y el azufre. Los micronutrientes o elementos trazas son requeridos en cantidades muy pequeñas (100mg o menos por kg de materia seca), pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro. Además, la presencia del sodio, cobalto y silicio parece ser favorable para algunas especies vegetales, pero no son considerados como nutrientes esenciales (FAO, 1999).

2.7 Los fertilizantes minerales.

Los fertilizantes minerales son fabricados en forma líquida o sólida, generalmente a través de un proceso industrial. Los fertilizantes minerales pueden aportar los nutrientes principales, los nutrientes secundarios, los micronutrientes o una mezcla de nutrientes. Los fertilizantes simples suplen sólo un nutriente, mientras que los complejos pueden suministrar varios. Los fertilizantes compuestos pueden ser el resultado de la mezcla o de enlaces químicos entre los

fertilizantes simples o nutrientes. El término fertilizantes químicos o fertilizantes artificiales es frecuentemente usado para referirse a estos productos, pero es erróneo, porque los nutrientes suministrados por los fertilizantes minerales son iguales a los que se producen en el proceso de mineralización de la materia orgánica a través de la acción de microorganismos en el suelo; en realidad algunos fertilizantes provienen directamente de procesos naturales, tal es el caso del guano, sales de potasio, o nitratos sódicos naturales (FAO, 1999).

Los fertilizantes minerales tienen mayor contenido de nutrientes de las plantas y menor volumen que las fuentes orgánicas de nutrientes. Los fertilizantes de alto grado contienen más nutrientes (hasta un 82 por ciento) que los de bajo grado, por lo que permiten ahorros substanciales en los costos de transporte y manejo (FAO, 1999).

2.8 Nutrientes esenciales.

Según Sierra *et.al.* (2007). Las plantas necesitan 16 elementos para un desarrollo vegetativo y reproductivo normal. Estos elementos son esenciales porque:

- 1) las plantas no pueden completar su ciclo de vida sin ellos.
- 2) los síntomas de deficiencia aparecen cuando el elemento no está presente y desaparecen con la aplicación del mismo.
- 3) cada elemento tiene por lo menos un rol metabólico en la planta

Las funciones de los nutrientes, o el papel que desempeñan en la planta, son muy diversas y numerosas, no sólo por el número de elementos esenciales en sí, sino porque cada uno desempeña varias funciones (Sánchez P, 1984).

Puede decirse que todos forman parte de las enzimas, que tienen la misión de acelerar y hacer posibles las reacciones químicas que tienen lugar en las plantas. Cuando un elemento pertenece a un compuesto enzimático, la acción de la enzima señala el papel desempeñado por el elemento. Puede en otros casos no

formar parte propiamente de la enzima, pero ser necesaria su presencia, lo que ocurre con los micronutrientes (Sánchez P, 1984).

Tabla 1. Macronutrientes esenciales. (Sierra, *et.al.* 2007).

Macronutrientes esenciales, sus funciones y síntomas de deficiencia.		
Nutriente.	Síntomas en la planta	Síntomas de deficiencia
Nitrógeno (N) Elemento de rendimiento y crecimiento.	Componente de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y algunas coenzimas. Promueve crecimiento rápido, ayuda a incrementar la tolerancia al stress y resistencia de enfermedades.	Es un elemento móvil en la planta por lo que los síntomas se desarrollan primero en las hojas más viejas . Si la deficiencia continúa las hojas inferiores mueren. Tallo delgado, erecto y endurecido. Hojas pequeñas, amarillentas.
Fósforo (P) Elemento de energía y raíces.	Componente de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP (transferencia de energía) Estimula el crecimiento de la raíz, promueve el vigor en la planta, acelera la maduración, influye en la floración y formación de semillas.	Es un elemento móvil en la planta por lo que los síntomas se desarrollan primero en las hojas más viejas . Las hojas desarrollan un color púrpura; tallos delgados y cortos. Achaparamiento de plantas.
Potasio (K) Elemento de calidad y química.	Turgidez de la célula, apertura y cierre de estomas, activador enzimático. Control indirecto de fotosíntesis, y acumulación y translocación de carbohidratos. Imparte vigor, ayuda a incrementar la resistencia a enfermedades, la calidad de la fruta.	Es un elemento móvil en la planta por lo que los síntomas se desarrollan primero en las hojas más viejas . Hojas viejas desarrollan áreas grises en los bordes y puntas de la hoja. Se reduce la floración, fructificación y desarrollo de la planta. Reduce la resistencia de la planta a enfermedades, a la sequía y el frío.
Calcio (Ca) Elemento de la pared celular.	Componente cementante de las paredes celulares. Participa en la permeabilidad de la membrana y elongación celular. Ayuda en el crecimiento de vellos radiculares, mejora el vigor de la planta y da consistencia al tallo.	Es un elemento no móvil en la planta por lo que afecta puntos de crecimiento (raíz y brotes).
Magnesio (Mg) Elemento de fotosíntesis.	Activador de enzimas que participan en la fotosíntesis, respiración y síntesis de ADN y ARN.	Es un elemento móvil en la planta por lo que inicialmente las hojas viejas presentan un color amarillento entre las venas, seguido de amarillamiento de hojas jóvenes. Las hojas viejas terminan cayéndose.

Azufre (S) Elemento del sabor.	Componente de algunos aminoácidos, compuestos de sabor. Fijación de nitrógeno en leguminosas y ayuda en la producción de semillas.	Es un elemento no móvil en la planta. Clorosis general de hojas jóvenes y reducción de crecimiento.
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2. Micronutrientes esenciales (Sierra, *et.al.* 2007).

Micronutrientes esenciales, sus funciones y síntomas de deficiencia.		
Nutriente.	Síntomas en la planta	Síntomas de deficiencia
Boro (B) Síntesis de aminoácidos y proteínas.	Desarrollo y crecimiento de nuevas células en el meristemo de la planta.	Es un elemento no móvil en la planta. Muerte de brotos en crecimiento , Hojas distorsionadas y alteración de frutos.
Molibdeno (Mo)	Componente de enzimas (nitro reductasa y nitrogenasa) que participan en el metabolismo de nitrógeno.	Es un elemento móvil en la planta. Hojas delgadas, deformes (enrolladas) y pálidas con clorosis en las venas de las hojas viejas .
Cobre (Cu)	Asociado con enzimas que participan en reacciones de reducción y oxidación (transferencia de electrones)	Es un elemento no móvil en la planta. Clorosis en hojas jóvenes . Achaparramiento.
Hierro (Fe)	Asociado con enzimas que participan en reacciones de reducción y oxidación (transferencia de electrones) en los procesos de respiración y fotosíntesis.	Es un elemento no móvil en la planta. Color distintivo, amarillo o blanco, entre las venas de las hojas jóvenes.
Zinc (Zn)	Componente necesario para la producción de clorofila y fotosíntesis. Involucrado en la síntesis de ácido indol acético.	Es un elemento móvil en la planta por lo que los síntomas se desarrollan primero en las hojas más viejas .
Manganeso (Mn)	Producción de oxígeno, proveniente del agua, en el proceso de fotosíntesis. Acelera la germinación y madurez de la planta.	Es un elemento no móvil en la planta. Manchas amarillas (moteadas) entre las venas de las hojas más jóvenes .
Cloro (Cl)	Necesario para la "partición" de la molécula de agua, para generar oxígeno, para el proceso de fotosíntesis.	Deficiencias son raras.

2.9 Origen y Distribución de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), nombrada así por Thomas Moore en el año de 1875, cuyo nombre fue asignado en honor a la Reina Isabel de Inglaterra y tiene su centro de origen en México, debido a que aquí se encuentran distribuidas la mayoría de especies de este género, su distribución geográfica natural se extiende al norte hasta el suroeste de los Estados Unidos de Norte América y al sur hasta Nicaragua (Gentry, 1982).

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) (Agavaceae) es una especie endémica de México, en peligro de extinción, con una distribución limitada a zonas de los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León, entre los 100° y 104° longitud oeste y 25° y 27° latitud norte (Figura 1), sólo se encuentra en localidades muy específicas debido a que crece en afloramientos de carbonato de calcio sobre paredes verticales. El factor principal que ha alterado las poblaciones silvestres de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore) es la colecta de plantas con fines comerciales por ser una especie de tipo ornamental, que alcanzan altos valores en el mercado nacional e internacional. Por su endemismo y su crítica situación ha sido catalogada en peligro de extinción por las autoridades del país (Gentry, 1982).



Figura 1. Ubicación y distribución geográfica de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), en los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León (Gentry, 1982).

2.10 Características Botánicas y Taxonómicas de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

La familia Agavaceae fue propuesta por Endlicher en 1841, quien la formó tomando como tipo nomenclatura al género *Agave*. Sin embargo, no fue hasta la publicación de Hutchinson en 1964 que se les tomó en cuenta y a partir de esa fecha, ha levantado una serie de controversias tanto sobre su validez, como sobre su circunscripción genérica (García y Mendoza, 2001).

El aprovechamiento de los Agaves ha sido importante en el desarrollo humano de zonas áridas y semiáridas de México. Como fuente de alimento, las partes comúnmente utilizadas son los tallos y las bases de las hojas, las cuales son ricos en carbohidratos, en las zonas rurales se consumen como un

complemento a la dieta mientras que en las ciudades son golosinas. El líquido que produce, rico en azúcares, vitaminas y minerales se aprovechan en forma simple como agua miel o se transforma en otras bebidas vía fermentación (pulque) o destilación (bacanora, mezcal o tequila) (Cervantes, M. C, 2001).

Las fibras de las hojas han sido utilizadas desde tiempos prehistóricos y junto con las bebidas han sido la forma más común de uso, sin embargo, también se han usado como planta medicinal, ornamental, para evitar la erosión de terrenos inclinados, para envolver otros alimentos, para limpieza, etc. Por todo lo anterior los agaves siguen siendo actualmente para las poblaciones rurales “el árbol de las maravillas” (Mitton y Grant, 1996).

Agave es un término derivado de una palabra griega que significa “admirable”, corresponde al nombre genérico de plantas rizomatosas prolongadas en un tallo erguido, con hojas radicales o apicales, generalmente fibrosas. El escapo terminal o inflorescencia es a veces vigoroso, con flores diversamente dispuestas de perianto tubular inicialmente y que luego se amplía en lóbulos erguidos provistos de estambres fijos en su base y más largos que ellos; ovarios trilobulados, multiovalados; capsula loculicida, coronada al principio por el perianto resistente, semillas negras aplanadas o comprimidas (Conzatti F, 1981).

2.11 Taxonomía de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) (Gentry 1982).

División: Angiospermae
Clase: Liliopsida
Subclase. Liliidae
Orden: Asparagales
Familia: Agavaceae
Subfamilia: Agavoidae
Genero: Agave
Subgénero: Littaea

Grupo: Marginatae

Especie: *A. victoriae-reginae* T. Moore (1875)

Sinonímias: *Agave consideranti* Carr. (1875)

Agave fernandi-regis Berger (1915)

Agave nickelsii R. Grosselin (1895).

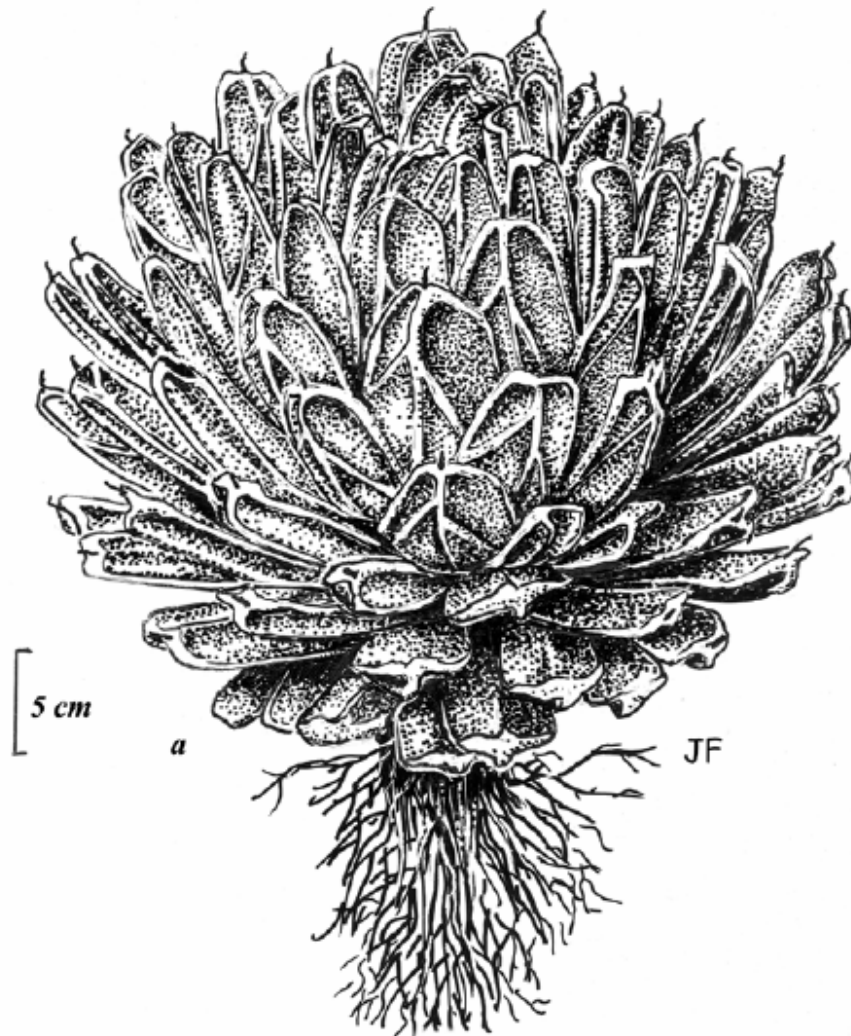


Figura 2. *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Gentry 1982).

Descripción taxonómica Gentry (1982). Planta variable pequeña, compacta, solas a cespitosas, tallos cortos sin ramificaciones. Hojas cortas, verdes con líneas blancas, conspicuas, estrechamente imbricadas, de 15-20 cm de largo (menos de 25 cm x 4-6 cm de ancho), línea ovalada, redondeada en el ápice, rígido, grueso, plana a cóncava en la parte alta, redondeada a afilada en la

parte inferior de la quilla; margen blanco, endurecido, sin dientes, 2-5 mm de ancho, continuo hasta la base; espinas terminales 1-3, 1.5-3 cm de longitud, triangular-cónica, tubuladas, muy anchas en la base, con una ranura ancha en la parte superior, quilla negra, redondeada en la parte inferior. Inflorescencia espigada, 3-5 m de alto, erecta.

Flores de manera densa de la mitad hacia el ápice, el pedúnculo con brácteas cartáceas, flores en pares o triadas, sobre pedicelos cortos de 40-46 mm de longitud, con diversos colores, los tépalos y estambres frecuentemente matizados de rojo a púrpura. Tépalos de 18-20 x 5-6 mm, lineares, apicalmente redondeados, extendidos, los filamentos cerrados al termino de la anthesis y erectos, el inferior fuertemente aquillado. Estambres con filamentos de 45-50 mm de longitud, insertados sobre un tubo circular; anteras 18-21 mm de longitud, fusiforme, con cuello corto, tubo poco profundo, extendido, 3 x 8-10mm; frutos ovoides a oblongas, de 17-20 x 10-13 mm, redondeadas en la base, apiculadas. Semillas 3-5 x 3.5 mm, hemisféricas a lacrimiformes, afilada sobre las caras, el margen alado.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se efectuó totalmente en condiciones de vivero durante el periodo Mayo 2006 - Marzo 2007 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, Ubicada dentro del municipio de Torreón, Coahuila, situado a una altitud de 1100 msnm y dentro de las coordenadas geográficas 25° 32' 51'' de latitud norte y 103° 26' 53'' de longitud oeste, con clima seco desértico con lluvias en verano, precipitación media anual de 230 mm, temperatura media anual de 19 a 22° C según Koppen. Los suelos presentes en la región de una estructura subangular, textura media, color café gris seco o café claro, con pH de 7.9 considerado en la clasificación textural como franco.

3.2 Material Biológico

Se utilizaron 144 plantas de *Agave victoriae-reginae* de 10 meses de edad obtenidas del vivero de la UAAAN U-L.

3.3 Limites.

El tiempo a realizar el trabajo de un año.

El desarrollo del trabajo se realizara en vivero.

3.4 Diseño experimental

El desarrollo del experimento se realizó en el vivero de la UAAAN-UL. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos (T1 Solución Steinner, T2 fertilizante Foltron Plus®, T3 Urea), un testigo (T4 Agua corriente), 3 repeticiones y dos variables de riego (15 y 30 días).

3.5 Variables Evaluadas.

Peso fresco. Se seleccionaban tres plantas de cada tratamiento, se extraían, se lavaban las hojas y las raíces con el fin de eliminar el sustrato, se colocaban en papel canela para que se secaran, por último se determinaba su peso en una balanza digital, primero se pesaba la planta completa y después se pesaba por separado las raíces y tallo.

Peso seco. Una vez que se determinaba el peso fresco las plantas se colocaban en bolsas de papel canela previamente etiquetadas y se colocaron en la estufa de secado a una temperatura constante de 65°C durante 3 días, una vez que las muestras estaban totalmente secas, se determinaba de igual forma su peso en una balanza digital.

3.6 Tratamientos aplicados.

Tratamiento 1: Solución Steinner es la combinación de los elementos químicos esenciales para las plantas (N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo), la presencia de los macronutrientes y micronutrientes.

Tratamiento 2: Fertilizante (Foltron Plus®) es un fertilizante líquido comercial que contiene los macro y micronutrientes. Además la presencia de hormonas.

Tratamiento 3: Urea es un producto sintético que contiene 45 % de nitrógeno. Actúa de manera muy similar al del sulfato de amonio.

Tratamiento 4: Testigo. Agua corriente.

3.7 Establecimiento del experimento

Se cuenta con infraestructura vivero (sombra) donde se estableció el experimento.

1.- El sustrato que se utilizó fue peatmoss®[®], con el cual se llenaron 144 vasos de plástico de 500ml.

2.- Se procedió a trasplantar las 144 plantas de *Agave victoriae-reginae*, que se encontraban en charolas de plástico, con una edad de 10 meses.

3.- Una vez trasplantadas las plantas requeridas, se procedió a rotular los vasos con plumón indeleble los datos necesarios para su identificación, quedando de la siguiente manera:

Numero de tratamiento	Datos rotulados.	Significado.
Tratamiento 1	1-15-S.M.	Solución Steinner (Riego cada 15 días)
Tratamiento 1	1-30-S.M.	Solución Steinner (Riego cada 30 días)
Tratamiento 2	2-15-F	Fertilizante (Foltron) (Riego cada 15 días)
Tratamiento 2	2-30-F	Fertilizante (Foltron) (Riego cada 30 días)
Tratamiento 3	3-15-U	Urea 45% (Riego cada 15 días)
Tratamiento 3	3-30-U	Urea 45% (Riego cada 30 días)
Tratamiento 4	4-15-H ₂ O	Testigo (Agua corriente) (Riego cada 15 días)
Tratamiento 4	4-30-H ₂ O	Testigo (Agua corriente) (Riego cada 30 días)

Nota: se utilizaron 36 plantas por cada tratamiento, 18 para la variable de 15 días y 18 para la variable de 30 días.

4.- Con los vasos rotulados para cada tratamiento y variable (15 y 30 días) se procedió hacer el acomodo de las plantas en el vivero como se muestra en el siguiente cuadro.

3.8 Esquema del diseño experimental.

Planta.	Tratamientos.							
	Steinner		Foltron		Urea		Testigo.	
	15 días	30 días	15 días	30 días	15 días	30 días	15 días	30 días
	1-15-S.M	1-30-S.M	2-15-F	2-30-F	3-15-U	3-30-U	4-15-H₂O	4-30-H₂O
1	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
2	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
3	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
4	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
5	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
6	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
7	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
8	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
9	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
10	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
11	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
12	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
13	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
14	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
15	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
16	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
17	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
18	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼

- 1-15-S.M. = Solución Steinner (Riego cada 15 días)
- 1-30-S.M. = Solución Steinner (Riego cada 30 días)
- 2-15-F = Fertilizante (Foltron) (Riego cada 15 días)
- 2-30-F = Fertilizante (Foltron) (Riego cada 30 días)
- 3-15-U = Urea 45% (Riego cada 15 días)
- 3-30-U = Urea 45% (Riego cada 30 días)
- 4-15-H₂O = Testigo (Agua corriente) (Riego cada 15 días)
- 4-30-H₂O = Testigo (Agua corriente) (Riego cada 30 días)

5.- Los riegos se realizaron con las soluciones cada 15 y 30 días respectivamente.

6.- Se aplico un riego de 500ml. para cada tratamiento. (28ml por planta).

7.- Se aplico agua corriente periódicamente a los tratamientos, para evitar la desecación del sustrato.

8. La evaluación se realizo cada 60 días (2 meses), tomando tres muestras (repeticiones) de cada tratamiento y del testigo totalmente al azar.

9.- En cada evaluación se pesaron las muestras en fresco y seco, se tomaron y almacenaron los datos para su posterior uso.

3.9 Materiales usados.

Piezas	Material
3 bolsas	Peat moss
2 cajas	Vasos de polietileno de 250 ml
5 frascos	Reactivos químicos
2 piezas	Termómetro
3 piezas	Matraces de aforacion
2 piezas	Matraces erlenmeyer 3000 ml
6 piezas	Pinzas de disección
5 piezas	Frascos ámbar 1000 ml
2 cajas	Envases de plástico de 500 ml
10 kilos	Bolsas de plástico para vivero.
1 pieza	Rollo de bolsas de polipapel
3 cajas	Papel aluminio
5 cajas	Papel contac
100 litros	Agua destilada
2 frascos	Fertilizante
2 bolsas	Urea
2 frascos	Fertilizante Foltron Plus
10 kilos	Bolsas de plástico de 80 x 100 cm.
2 piezas	Charolas para pesar.
2 piezas	Bisturí
2 paquetes	Bolsas de papel
4 piezas	Pisetas

CAPITULO IV

RESULTADOS.

4.1 Interpretación de resultados.

El análisis estadístico del presente trabajo se realizó con el programa SAS (Statistics Analysis System), el diseño estadístico utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones.

Para peso fresco los resultados estadísticos para los tratamientos fueron altamente significativos ($p \geq 0.01$), debido a que se encontró una amplia diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio del peso.

Las repeticiones de esta investigación mostraron alta significancia lo que nos dice que existió una diferencia muy marcada entre estas.

Para la variable días a fertilizar el resultado fue significativo ($p \geq 0.05$), lo que nos indica que en algunos tratamientos es mejor fertilizar a 15 días (Solución Steinner) y en otros es mejor a los 30 días (Urea).

En cuanto a las partes de la planta el efecto fue altamente significativo, debido a que en el tallo se presentó el mayor acumulación en cuanto a biomasa y peso promedio respecto a la raíz.

Los tratamientos por repeticiones manifestaron alta significancia, lo que nos indica la importancia de las repeticiones entre los tratamientos.

En los tratamientos por días a fertilizar el efecto fue altamente significativo, lo que nos dice que entre los tratamientos existió una diferencia en cuanto a valor promedio de peso, para 15 y 30 días.

Los resultados para los tratamientos por parte de la planta resulto significativo, lo que nos indica que en algunos tratamientos se manifestó más el valor promedio de peso en tallo o en raíz.

En los tratamientos por días a fertilizar por repeticiones y tratamientos por partes de la planta por repeticiones fueron no significativos por lo cual para el presente trabajo no tuvieron efecto.

Los resultados estadísticos en peso seco para la variable tratamientos, resulto altamente significativa ($p \geq 0.01$), debido a la diferencia que se mostro entre estos en cuanto al peso.

En la variable repeticiones resulto con alta significancia, por lo que los efectos entre estas fue diferente.

Para la variable partes de la planta, el resultado fue alta significancia, lo que nos manifiesta la acumulación de nutrientes en partes de la planta como el tallo.

En los tratamientos por repeticiones el efecto fue significativo ($p \geq 0.05$), por lo que nos entre los tratamientos y las repeticiones existe una significancia, no muy marcada pero importante y en la variable tratamientos por días a fertilizar el efecto es altamente significativo, esto nos quiere decir que entre los tratamientos, algunos por ejemplo la Solución Steinner mostro mayor peso para 15 días y por otro lado en la Urea el mayor efecto se expreso para 30 días.

Las variables días a fertilizar, tratamientos por partes de la planta, tratamientos por días a fertilizar por repeticiones y tratamientos por partes de la planta por repeticiones, para peso seco y para la presente investigación no fueron significativos, lo que nos dice que no tiene repercusión.

Cuadro 1. Resultados estadísticos para peso fresco.

Fuente variable	Grados de lib.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	Pr > F
TR	3	218.54	72.847	35.28**	0.0001
RE	2	120.88	60.443	29.27**	0.0001
DF	1	17.885	17.885	8.66*	0.0123
PP	1	1016.6	1016.6	492.35**	0.0001
TR*RE	6	120.47	20.078	9.72**	0.0005
TR*DF	3	118.52	39.507	19.13**	0.0001
TR*PP	3	25.378	8.4596	4.10*	0.0323
TR*DF*RE	8	27.808	3.4760	1.68ns	0.2006
TR*PP*RE	8	45.918	5.7397	2.78ns	0.0539

Coefficiente de Variación: 11.51

TR Tratamientos, RE Repeticiones, DF Días a fertilizar, PP Partes de la planta, ** Altamente significativo, * Significativo, ns No significativo.

Cuadro 2. Resultados estadísticos para peso seco.

Fuente variable	Grados de lib.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	Pr > F
TR	3	3.794	1.264	10.89**	0.0010
RE	2	3.542	1.771	15.24**	0.0005
DF	1	0.345	0.345	2.97ns	0.1105
PP	1	24.41	24.41	210.05**	0.0001
TR*RE	6	3.290	0.548	4.72*	0.0108
TR*DF	3	4.028	1.342	11.56**	0.0007
TR*PP	3	1.024	0.341	2.94ns	0.0764
TR*DF*RE	8	0.571	0.071	0.61ns	0.7509
TR*PP*RE	8	2.349	0.293	2.53ns	0.0718

Coefficiente de Variación: 20.31

TR Tratamientos, RE Repeticiones, DF Días a fertilizar, PP Partes de la planta, ** Altamente significativo, * Significativo, ns No significativo.

Cuadro 3. Prueba (DMS) Diferencia Mínima Significativa.

Tratamiento	Media
1	2.1225 A
2	1.3933 C
3	1.7100 B
4	1.4867 CB

Nivel de significancia = 0.05
Diferencia Mínima Significativa = 0.3032
Valores de las tablas ($p \geq 0.05$) ($p \geq 0.01$)

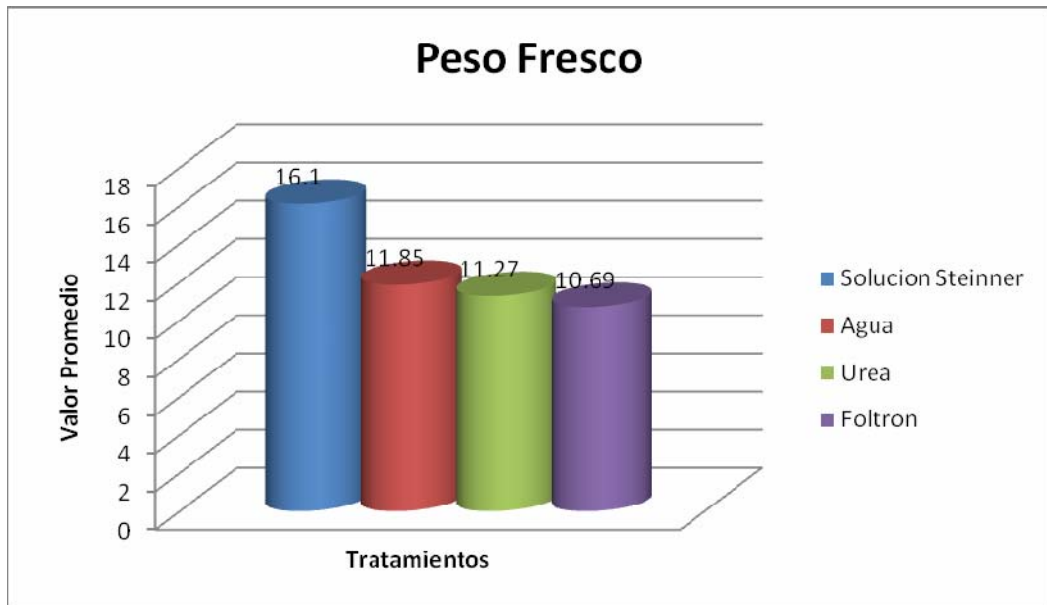
T1 Solución Steinner, T2 Fertilizante Foltron, T3 Urea, T4 Agua. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente igual entre si.

4.2 Análisis de varianza.

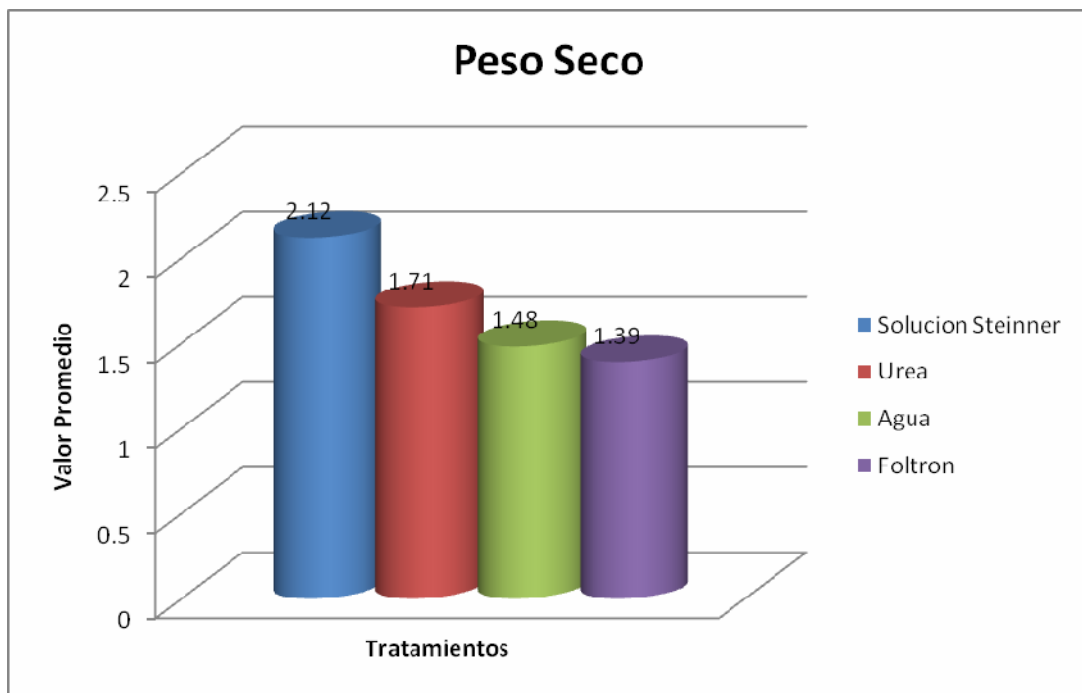
El análisis de varianza indica en referencia a los tratamientos que existe una diferencia significativa entre ellos, pudiendo determinar mediante la prueba (DMS) Diferencia Mínima Significativa que el tratamiento 1 (Solución Steinner) es mejor que el tratamiento 2 (Foltron) y tratamiento 3 (Urea), siendo sus valores correspondientes 2.1225, 1.3933 y 1.7100, teniendo un mayor crecimiento o formación de materia seca. Esto concuerda con las indicaciones verbales del Ing. Gildardo Olea investigador CIIDIR Durango, en que la nutrición en agaves en general era mas adecuado utilizar solución Steinner.

Se determino que el análisis de la varianza en relación a la distribución de la biomasa en la planta se observa una diferencia significativa entre tallo y raíz, siendo mucho mayor en la parte aérea (tallo y hoja) que en la raíz con un valor promedio de 2.39 y 0.96 respectivamente, esto confirma las investigaciones de los fisiólogos (Salisbury y Ross) en que la planta teniendo las condiciones adecuadas el desarrollo de la parte aérea es mayor que la subterránea.

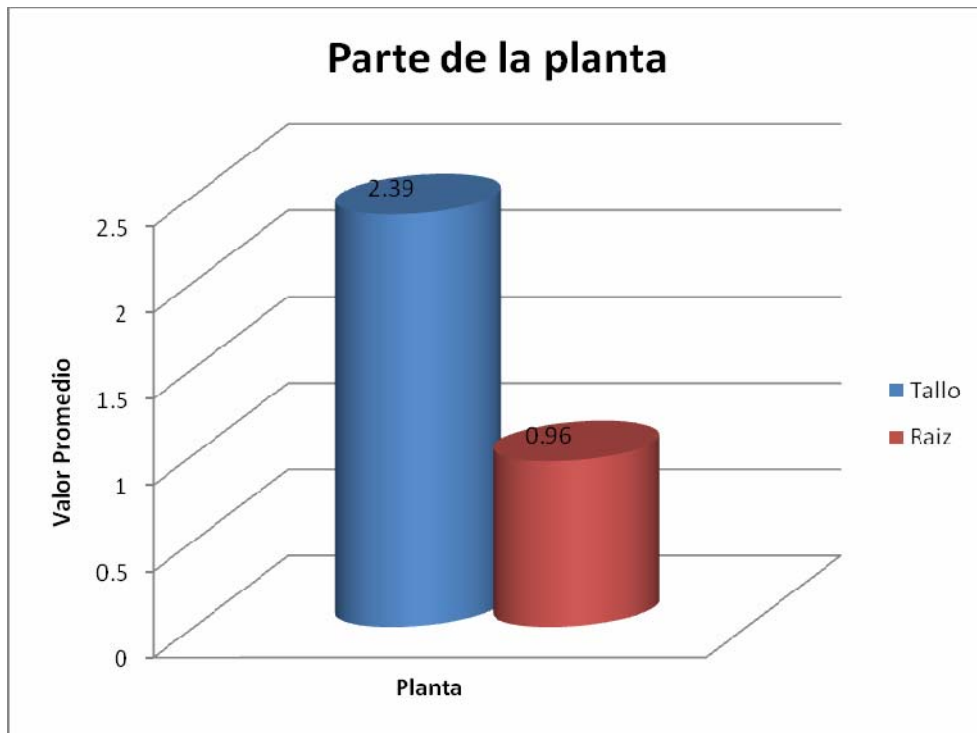
De mismo modo en el análisis de varianza de los tratamientos a días a fertilizar, se determino que también existe una diferencia significativa, en el tratamiento 1 (Solucion Steinner) el mejor resultado o eficiencia fue a los 15 (quince) días, Con un valor promedio de 2.64, pero en el tratamiento 2 y 3, (Fertilizante Foltron y Urea) los mejores resultados o eficiencia fue a los 30 (treinta) días, con valores de 1.28 y 1.99 respectivamente. Esta diferencia se considera porque en el tratamiento 1 los nutrientes están presentes de manera sencilla disueltos en agua y son fácilmente asimilables por la planta, en cambio en los tratamientos 2 y 3, los nutrientes están en forma de compuestos más complejos y que tienen que desdoblarse para ser asimilables por las plantas.



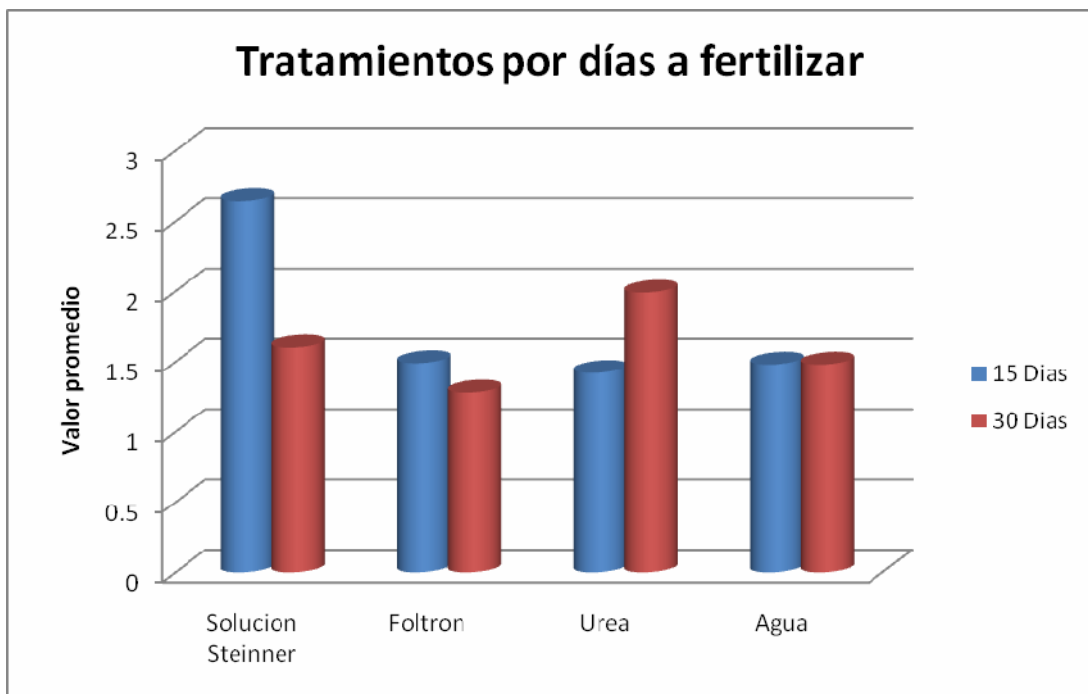
Grafica 1. Valor promedio del peso fresco de las plantas después de 12 meses de tratamiento. T1 Solución Steinner, T2 Fertilizante Foltron, T3 Urea, T4 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05.



Grafica 2. Valor promedio del peso seco de las plantas después de 12 meses de tratamiento. T1 Solución Steinner, T2 Fertilizante Foltron, T3 Urea, T4 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05.



Grafica 3. Valor promedio de peso seco de cada uno de los tratamientos para raíz y tallo.



Grafica 4. Diferencia estadística entre la variable tratamientos por días a fertilizar.

4.3 Discusión de resultados.

4.3.1 Tratamientos.

Hay la presencia de significancia en ellos, siendo superior el tratamiento 1 “Solución madre” como lo indica Steinner en 1961.

Pero en cuestión de costos y en operación es mas adecuado el tratamiento 2 (Foltron) y 3 (Urea).

En los resultados de peso fresco son elevados y altamente significativos, pero en peso seco es menor la significancia, esto debido a la absorción de agua por las plantas.

4.3.2 Partes de la planta.

La significancia entre estos factores esta de acuerdo con Salisbury y Ross en 2000, lo cual indica que en condiciones adecuadas cualquier planta mantiene una diferencia entre sus estructuras, variando de un 50 a 80 por ciento de diferencia entre la parte aérea y la parte subterránea.

4.3.3 Tratamientos por días a fertilizar.

La interpretación de la significancia de estos parámetros es que el tratamiento 1 “Solución Steinner” es mas adecuada la aplicación cada 15 días y los tratamientos 3 (Urea) y 2 (Foltron) es mas efectivo cada 30 días.

Se considera que la disponibilidad de nutrientes es más accesible en la solución Steinner, que en el fertilizante (Foltron) y en la Urea.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- 1.- El mejor tratamiento nutricional es la solución Steinner.
- 2.- La diferencia en los resultados no es muy alta, estadísticamente existe significancia entre los tratamientos, pero en cuestión de costos y operatividad es más adecuado la aplicación de Urea en todas las etapas de desarrollo.
- 3.- La aplicación de fertilizante es más efectiva para el crecimiento de la planta cada 15 días en el tratamiento 1 (solución Steinner).
- 4.- Los tratamientos 2 y 3 (Foltron y Urea) es más efectiva la fertilización cada 30 días.

5.2 Recomendaciones.

- 1.- La aplicación de la Urea como fertilizante es más conveniente debido a los costos y operatividad y/o manejo del mismo.
- 2.- Se determino por lo tanto la aplicación de la fertilización cada 30 días.

BIBLIOGRAFÍA.

- Agüero, A. M. (1994). Potencial de reproducción sexual de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore). Facultad de Biología. Gómez palacios Durango, Escuela Superior de Biología: 86.
- Alanis, G. J., C. G. Velazco, R. Foroughbakhch, V. Valdez, M. A. Alvarado (2004). "Diversidad Florística de Nuevo León: Especies en categoría de riesgo." Ciencia UANL VII: 209-218.
- Barr, A. J. (1989). *Statistical Analysis Systems*. SAS. Carolina del Norte, Estados Unidos Institute, Inc.
- Bidwell, R. G. S. (1979). Fisiología Vegetal. México, AGT. Pp. 784.
- Cagnoni, M. y H. Pizarro (2000). "Recursos y condiciones." Departamento de Ecología, Genética y Evolución 1: 1-3.
- Castañeda, P. R. (1990). Diseño de Experimentos Aplicados: Agronomía, Biología, Química, Industrias, Ciencias Sociales. México, Trillas. Pp. 325.
- Cervantes, M. C. (2001). Los Agaves (*Agave spp*). Instituto de Geografía Nacional UNAM Volumen, 101 (en línea)
<http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/temas-sel/plazorico/art4.pdf> Fecha de consulta 15-11-07.
- Conzatti, F. (1981). Flora Taxonómica Mexicana. Soc. Historia Natural. Tomo 11. México. Pp. 87-88.

- Eguiarte, L. E., X. A. Duchua, M. R. Munive, C. T. Díaz, A. S. Montellano, A. V. Vázquez (2003). "Diversidad Genética en Dos Especies Mezcaleras." Departamento de Ecología Evolutiva: 32.
- Eguiarte, L. E., J. Larzon-Guerra, J. Nuñez-Farzan, A. Martínez-Palacios, K. S. Prado, H. T. Arita (1999). "Diversidad filogenética y conservación: ejemplos a diferentes escalas y una propuesta a nivel poblacional para *Agave victoriae-reginae* en el desierto de Chihuahua, México." Revista Chilena de Historia Natural **72**: 475-491.
- Enkerlin, E. C. (1997) Ciencia Ambiental y desarrollo sostenible. Ed. International Thompson Editores. México. Pp. 1675.
- García-Mendoza, A. (1995). Riqueza y endemismo de la familia *Agaveceae* en México. *In*: Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes Enfoques. Instituto de Biología. México, UNAM: 235.
- Garcidueñas, M. R. (1993). Fisiología Vegetal Aplicada. México, Interamericana. Pp. 273.
- Gentry, H. S. (1982). Agaves Of Continental North América. Tucson Arizona, The University of Arizona Press.
- González, L. M. (2001). "Apuntes Sobre Fisiología de las Plantas Cultivadas Bajo Estrés de Salinidad." Instituto de Investigaciones Agropecuarias **23**: 47-57.
- Granados-Sánchez, D. y G. F. López-Ríos (2001). Ecología de Poblaciones Vegetales. México, Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 144.
- Gutiérrez, M. V. (1997). "Nutrición Mineral de las Plantas: Avances y Aplicaciones." Agronomía Costarricense **21**: 127-137.

Gutiérrez, M. V. (2002). Aspectos Básicos de la Nutrición Mineral de las plantas. Absorción Foliar de Substancias Útiles en la Aplicación de Agroquímicos al Follaje. Fertilidad Foliar: Principios y Aplicaciones. Costa Rica, Centro de Investigaciones Agrícolas Universidad de Costa Rica: 142.

Hernández, M. I. y M. C. Laffita (2001). "La Nutrición Mineral y la Biofertilización." Instituto de Investigaciones Hortícolas **5**: 11-27.

Hernández, M. J., G. A. B. Castillo, G. A. B. Castillo, L. A. A. Navarro, P. S. García, J. L. T. Tirado, J. S. Castellanos, T. C. León (2006). "Propuesta Para La Formulación De soluciones Nutritivas En Estudios De Nutrición Vegetal." Interciencia **31**: 246-253.

Keita, A. K. (2001). Nutrición, desarrollo del crecimiento y desarrollo vegetal. México, Intrakam. Pp. 114.

Lambers, H, F. S. (1998). Plant physiological ecology. Springer, Nueva York. Pp. 540.

Martínez-Palacios, A. y V. M. Chávez-Apila (1996). "Evaluación Genética y Demografía de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y Aplicación de Cultivo de Tejidos para su Conservación." Área de Conocimiento Ecológico y Genético UNAM: 49.

Martínez-Palacios, A., L. E. Eguiarte, G. R. Furnier (1999). "Genetic Diversity of the Endangered Endemia *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert." American Journal of Botany **86**: 7.

Mitton, J. B. y M. C. Grant (1996). "Associations among protein Heterozygosity, grow rate and Developmental homeostasis. " BioScience **46**: 25-31.

- Mistretta, O. (2002). Genetics of species re-introductions: applications of genetic analysis. Biodiversity and Conservation, 3: 184-190.
- Netto, D. V. (2006). "Las plantas y los minerales. Absorción de los nutrientes por la raíz." Facultad de Agronomía 1: 12.
- Nobel, P. S. (1998). Los Incomparables Agaves y Cactus. México, Trillas. Pp. 211.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1999). "Guía para el Manejo Eficiente de la Nutrición de las Plantas." Dirección de Fomento de Tierras y Aguas: 20.
- Ramírez, B. D., G. G. Cervantes, J. A. C. Wong, A. F. Hernández, I. S. Cohen (2004). "Morfología de plántulas de Noa (*Agave Victoriae-reginae*) analizadas por imagen como estudio de aproximación." Agrofaz: publicación semestral de investigación científica 4: 649-656.
- Raven, P. H. y H. Curtis (1985). Biología Vegetal. Barcelona España, Omega. Pp. 210.
- Ray, P. M. (1981). La Planta Viviente. México, Continental. Pp. 272.
- Rojas, G. A., J. P. L. Solano, J. E. Rodríguez (2007). "Diversidad Genética en Poblaciones de Agaves Pulqueros (*Agave ssp*) del Nororiente del Estado de México." Sociedad Mexicana de Fitogénica 30: 12.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross (1978). Plant Physiology. 2da Edición, California, Wadsworth. Pp. 1352.
- Salisbury, R. B. y C. W. Ross (2000). Fisiología de las Plantas. Madrid, Thomson. Pp. 988.

Saldivar R. H. L. (2003) Fisiología Vegetal. Trillas México. Pp. 237.

Sánchez, P. (1984). "La Alimentación Mineral de las Plantas." Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología: 38.

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo., Diario Oficial de la Federación: 85.

Sierra, A., E. Simonne, D. Treadwellet (2007). "Principios y practicas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas." Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida: 20.

Steiner, A. A. (1961). "A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition." Plant Soil **15**: 134-154.

Vázquez, A. C. (1990). Ecología y conservación de semillas. México, UNAM. Pp. 124.

Vigo, J. S. (2007). "Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas." FERTITEC **1**: 19.

Villarreal, J. A. (2001). "Listados Florísticos de México: Flora de Coahuila." Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México **XVIII**.

Villarreal-Quintanilla, J. A. y J. A. Encina-Domínguez (2005). "Plantas Vasculares Endémicas de Coahuila y Algunas Aéreas Adyacentes, México." Acta Botánica Mexicana **70**: 1-46.

APÉNDICES

Primer Muestreo. 23/05/06
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Húmedo.

Solución madre (Steinner) a los 15m días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	22.46	14.29	8.07
2	10.38	7.18	3.20
3	10.32	8.64	1.75
promedio	14.37	10.03	4.34

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	12.30	7.55	4.98
2	15.41	10.0	5.26
3	12.14	7.86	4.29
promedio	13.28	8.47	4.84

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	13.2	9.6	3.6
2	15.5	10.6	4.8
3	10.6	7.5	3.1
promedio	13.1	9.23	3.83

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	19.8	13.6	6.1
2	11.2	7.8	3.3
3	12.7	8.6	4.1
promedio	14.56	10.0	4.5

Urea (N al 45%) a los 15 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	23.5	15.8	7.5
2	10.5	8.6	2.0
3	20.6	15.7	4.9
promedio	18.2	13.36	4.8

Urea (N al 45%) a los 30 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	14.4	10.5	3.8
2	10.8	7.7	3.0
3	13.5	9.3	4.2
promedio	12.9	9.16	3.6

Testigo (Agua) a los 15 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	13.4	8.8	4.6
2	17.7	12.5	5.2
3	12.8	8.4	4.4
promedio	14.63	9.9	4.73

Testigo (Agua) a los 30 días			
Planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	13.4	8.8	4.6
2	17.7	12.5	5.2
3	12.8	8.4	4.4
promedio	14.63	9.9	4.73

Primer Muestreo. 29/05/06
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Seco.

Solución madre (Steinner) a los 15m días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.1	1.3	0.8
2	1.0	0.6	0.3
3	1.0	0.8	0.2
promedio	1.3	0.9	0.4

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.0	0.6	0.5
2	1.4	0.9	0.5
3	1.0	0.7	0.4
promedio	1.1	0.7	0.4

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.4	1.0	0.4
2	1.5	1.0	0.6
3	0.9	0.5	0.4
promedio	1.2	0.8	0.2

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.5	1.6	0.8
2	1.2	0.7	0.5
3	1.3	0.7	0.5
promedio	1.6	1.0	0.6

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.5	1.7	0.8
2	0.9	0.6	0.3
3	2.0	1.5	0.6
promedio	1.8	1.2	0.5

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.3	0.9	0.3
2	1.0	0.6	0.4
3	1.5	1.1	0.4
promedio	1.2	0.8	0.3

Testigo (Agua) 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.4	0.9	0.5
2	2.0	1.4	0.7
3	1.1	0.8	0.4
promedio	1.5	1.0	0.5

Testigo (Agua) 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.4	0.9	0.5
2	2.0	1.4	0.7
3	1.1	0.8	0.4
promedio	1.5	1.0	0.5

Segundo muestreo. 24/07/06
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Húmedo.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	15.78	11.51	4.28
2	9.42	7.90	1.52
3	22.11	15.87	6.02
promedio	15.77	11.76	3.94

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	10.10	7.33	2.83
2	16.12	11.67	4.36
3	12.82	8.83	4.11
promedio	13.01	9.27	3.76

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	12.54	9.20	3.34
2	20.52	15.20	5.32
3	12.09	9.83	2.26
promedio	15.05	11.41	3.64

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	8.48	6.48	2.00
2	19.50	11.44	8.06
3	8.21	6.40	1.81
promedio	12.06	8.10	3.95

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	21.72	16.92	4.80
2	10.13	7.34	2.79
3	24.68	17.75	6.97
promedio	18.84	14.00	4.85

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	28.57	19.65	8.92
2	14.24	10.72	3.52
3	21.44	15.45	5.99
promedio	21.41	15.27	6.14

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	19.87	13.63	6.24
2	10.71	7.31	3.40
3	13.35	9.70	3.65
promedio	14.64	10.27	4.43

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	19.87	13.63	6.24
2	10.71	7.31	3.40
3	13.35	9.70	3.65
promedio	14.64	10.27	4.43

Segundo muestreo. 28/07/06.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Seco.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.4	2.0	0.4
2	1.3	1.1	0.2
3	3.9	3.3	0.6
promedio	2.53	2.13	0.4

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.3	1.0	0.3
2	1.9	1.3	0.6
3	2.4	2.0	0.4
promedio	1.86	1.43	0.43

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.4	2.9	0.5
2	3.3	2.8	0.5
3	2.6	2.2	0.4
promedio	3.1	1.43	0.46

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.9	1.7	0.2
2	3.2	4	0.8
3	2.7	2.4	0.3
promedio	2.6	2.16	0.43

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.5	3.1	0.5
2	1.1	0.8	0.3
3	5.8	4.8	1.0
promedio	3.5	2.9	0.6

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	10.5	8.3	2.2
2	4.7	4.2	0.5
3	5.7	4.9	0.8
promedio	6.96	5.8	1.16

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.1	2.3	0.8
2	1.3	0.8	0.5
3	1.8	1.2	0.6
promedio	2.06	1.43	0.63

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.1	2.3	0.8
2	1.3	0.8	0.5
3	1.8	1.2	0.6
promedio	2.06	1.43	0.63

Tercer muestreo. 20/09/06
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Húmedo.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	58.8	40.4	18.4
2	32.5	21.3	11.2
3	43.5	24.9	18.4
promedio	44.93	28.86	16.0

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	18.7	12.9	5.8
2	16.5	11.0	5.5
3	19.7	14.1	5.6
promedio	18.3	12.66	5.63

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	7.8	5.6	2.2
2	13.7	10.4	3.3
3	12.2	9.2	3.0
promedio	11.23	8.4	2.83

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	15.5	10.4	5.1
2	12.0	9.2	2.8
3	28.5	16.8	11.7
promedio	18.66	12.13	6.53

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	32.5	22.1	10.4
2	16.8	11.1	5.7
3	8.7	6.8	1.9
promedio	19.33	13.33	6.0

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	25.1	16.9	8.2
2	25.9	17.0	8.9
3	31.2	19.8	11.4
promedio	27.4	17.9	9.5

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	22.7	15.0	7.7
2	23.0	13.8	9.2
3	8.7	7.0	1.7
promedio	18.13	11.93	6.2

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	22.7	15.0	7.7
2	23.0	13.8	9.2
3	8.7	7.0	1.7
promedio	18.13	11.93	6.2

Tercer muestreo. 25/09/06.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Seco.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	6.0	4.2	1.8
2	3.0	2.0	1.0
3	5.1	3.2	1.9
promedio	4.7	3.13	1.56

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.5	1.8	0.7
2	1.6	1.1	0.5
3	1.9	1.2	0.7
promedio	2.0	1.36	0.63

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	0.5	0.4	0.2
2	1.4	1.0	0.4
3	1.1	0.8	0.3
promedio	1.0	0.73	0.3

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.4	0.9	0.5
2	1.2	0.9	0.3
3	3.5	1.9	1.6
promedio	2.03	1.23	0.8

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.2	2.1	1.1
2	1.9	1.3	0.6
3	1.0	0.8	0.2
promedio	2.03	1.4	0.63

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.7	1.8	0.9
2	2.6	1.6	1.0
3	4.3	3.0	1.3
promedio	3.2	2.13	1.06

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.4	1.4	1.0
2	2.5	1.4	1.1
3	0.9	0.7	0.2
promedio	1.93	1.16	0.76

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.4	1.4	1.0
2	2.5	1.4	1.1
3	0.9	0.7	0.2
promedio	1.93	1.16	0.76

Cuarto Muestreo. 20/11/06.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Húmedo.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	55.0	36.8	18.2
2	72.4	46.1	26.3
3	72.3	41.1	31.2
promedio	66.56	41.33	25.23

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	17.8	10.9	6.9
2	41.6	21.5	20.1
3	29.7*	16.2*	13.5*
promedio	29.7	16.2	13.5

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	30.3	20.1	10.2
2	17.4	12.1	5.3
3	29.7	18.5	11.2
promedio	25.8	16.9	8.9

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	29.4	18.9	10.5
2	27.7	17.9	9.8
3	26.7	17.5	9.2
promedio	27.93	18.1	9.83

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	29.8	18.7	11.1
2	20.6	12.9	7.7
3	23.2	17.4	5.8
promedio	24.53	16.33	8.2

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	51.2	34.2	17.0
2	21.2	15.3	5.9
3	36.2*	24.75*	11.45*
promedio	36.2	24.75	11.45

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	26.5	16.8	9.7
2	19.9	12.8	7.1
3	19.9	13.5	6.4
promedio	22.1	14.36	7.73

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	26.5	16.8	9.7
2	19.9	12.8	7.1
3	19.9	13.5	6.4
promedio	22.1	14.36	7.73

Cuarto Muestreo. 24/11/06.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Seco.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	10.1	8.5	1.6
2	9.1	5.1	4.0
3	8.7	4.9	3.8
promedio	9.3	6.1	3.1

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.8	1.1	0.7
2	4.5	2.3	2.2
3	3.1	1.7	1.4
promedio	3.1	1.7	1.4

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.6	1.6	1.0
2	3.0	2.5	0.5
3	4.7	3.7	1.0
promedio	3.4	2.6	0.8

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	5.5	4.3	1.2
2	2.6	1.7	0.9
3	2.2	1.4	0.8
promedio	3.4	2.4	0.9

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	7.3	6.1	1.2
2	1.9	1.2	0.7
3	4.9	4.2	0.7
promedio	4.7	3.8	0.8

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	8.3	5.9	2.4
2	3.2	2.3	0.9
3	5.7	4.1	1.6
promedio	5.7	4.1	1.6

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.0	2.4	0.6
2	2.4	1.7	0.7
3	2.9	1.9	1.0
promedio	2.7	2.0	0.7

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.0	2.4	0.6
2	2.4	1.7	0.7
3	2.9	1.9	1.0
promedio	2.7	2.0	0.7

Quinto Muestreo. 20/01/07.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Húmedo.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	56.4	35.4	21.0
2	12.9	8.3	4.5
3	34.5	22.8	11.7
promedio	34.6	22.16	12.4

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	57.0	35.6	21.4
2	27.1	22.2	4.9
3	32.4	22.9	9.5
promedio	38.83	26.9	11.93

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	29.8	19.0	10.8
2	23.3	14.9	8.4
3	27.5	16.1	11.4
promedio	26.86	16.66	10.2

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	34.6	25.4	9.2
2	20.4	13.4	7.0
3	14.1	9.6	4.5
promedio	23.03	16.13	6.9

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	36.0	22.4	13.6
2	16.7	12.9	3.2
3	21.2	16.2	5.0
promedio			

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	16.1	12.2	3.9
2	17.0	10.1	6.9
3	35.0	26.3	8.7
promedio	22.7	16.2	6.5

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	21.0	12.2	8.8
2	17.7	9.3	8.4
3	18.1	12.5	5.6
promedio	18.93	11.33	7.6

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	21.0	12.2	8.8
2	17.7	9.3	8.4
3	18.1	12.5	5.6
promedio	18.93	11.33	7.6

Quinto Muestreo. 26/01/07.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Seco.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	8.0	5.2	2.8
2	4.1	2.9	1.2
3	1.5	0.9	0.6
promedio	4.53	3.0	1.53

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	7.7	4.5	3.2
2	3.1	2.5	0.6
3	3.9	2.9	1.0
promedio	4.9	3.3	1.6

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.8	2.5	1.3
2	2.2	1.3	0.9
3	3.2	1.9	1.3
promedio	3.06	1.9	1.16

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	4.2	3.0	1.2
2	2.2	1.4	0.8
3	1.4	1.0	0.4
promedio	2.6	1.8	0.8

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	4.4	2.8	1.6
2	1.6	1.2	0.4
3	2.4	2.0	0.4
promedio	2.8	2.0	0.8

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.2	1.8	0.4
2	2.0	1.1	0.9
3	4.6	3.6	1.0
promedio	2.93	2.16	0.76

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.4	1.5	0.9
2	2.0	1.1	0.9
3	2.7	2.0	0.7
promedio	2.36	1.53	0.83

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	2.4	1.5	0.9
2	2.0	1.1	0.9
3	2.7	2.0	0.7
promedio	2.36	1.53	0.83

Sexto Muestreo. 20/04/07.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Húmedo.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	79.0	63.0	16.0
2	39.1	31.4	8.7
3	43.5	31.9	11.6
promedio	43.86	42.1	12.1

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	69.8	56.3	13.5
2	28.8	21.5	7.3
3	30.8	21.8	9.0
promedio	43.13	33.2	9.9

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	52.3	42.8	9.5
2	49.1	36.7	12.4
3	29.2	19.1	10.1
promedio	43.5	32.8	10.6

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	25.7	17.7	8.0
2	17.0	11.3	5.7
3	31.5	23.1	8.7
promedio	24.7	17.3	7.4

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	10.4	8.3	2.1
2	22.6	15.5	7.1
3	12.1	9.5	2.6
promedio	15.0	11.1	3.9

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	60.8	41.6	19.2
2	14.5	10.5	4.0
3	12.8	8.6	4.2
promedio	29.3	20.2	9.1

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	51.4	34.4	17.0
2	81.2	58.4	22.8
3	28.3	19.6	8.7
promedio	53.6	37.4	16.1

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	51.4	34.4	17.0
2	81.2	58.4	22.8
3	28.3	19.6	8.7
promedio	53.6	37.4	16.1

Sexto Muestreo. 26/04/07.
Nutrición de *Agave victoriae-reginae*.
Peso Seco.

Solución madre (Steinner) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	13.5	10.2	3.3
2	6.5	5.0	1.5
3	8.0	6.4	1.6
promedio	9.3	7.2	2.1

Solución madre (Steinner) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	10.9	8.9	2.0
2	3.7	2.6	1.1
3	3.8	2.6	1.2
promedio	6.1	4.7	1.4

Fertilizante (Foltron) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	7.1	5.8	1.3
2	7.8	6.3	1.5
3	3.2	2.2	1.0
promedio	6.0	4.7	1.26

Fertilizante (Foltron) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	3.2	2.1	1.1
2	2.4	1.6	0.8
3	4.0	2.7	1.3
promedio	3.2	2.1	1.0

Urea (N al 45%) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	1.5	1.3	0.3
2	3.2	2.2	1.0
3	1.8	1.4	0.4
promedio	2.1	1.6	0.5

Urea (N al 45%) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	8.7	5.9	2.8
2	1.6	1.2	0.4
3	1.4	0.8	0.6
promedio	3.9	2.6	1.26

Testigo (Agua) a los 15 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	6.1	4.0	2.1
2	10.5	7.0	3.5
3	4.9	3.6	1.3
promedio	7.1	4.8	2.3

Testigo (Agua) a los 30 días			
planta	Peso (gramos)	Tallo (gramos)	Raíz (gramos)
1	6.1	4.0	2.1
2	10.5	7.0	3.5
3	4.9	3.6	1.3
promedio	7.1	4.8	2.3

Marcha para la preparación de Solución Steinner.
(Solución madre).

Preparar la solución de micronutrientes añadiendo en un litro de agua, más 5ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrando, los siguientes reactivos:

Acido bórico (H_2BO_3)	2.88g
Cloruro de manganeso ($MnCl_2 \cdot 4H_2O$)	1.81g
Sulfato de Zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.22g
Sulfato de Cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	0.18g
Molibdato de amonio ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$)	0.86g

Añadir 1ml de la solución de micronutrientes por cada litro de la solución nutritiva.

Para preparar la solución de Fe-EDTA, disuelve 29.66g de ácido EDTA libre en 300ml de una solución normal de KOH y disuelve 27.80g de sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) en 333.33ml de agua. Agregar la solución de EDTA al total de la solución de hierro y mezclar en un recipiente que no permita la entrada de la luz hasta que la solución adquiera color café oscuro. Aforar a un litro.

La concentración de Fe-EDTA corresponde a 5.6m por ml.

Añadir 0.5ml de la solución Fe-EDTA, por cada litro de la solución nutritiva.

Antes de agregar macronutrientes ajustar pH=5.5 para la solución.

15 meq de N PO = 1.08 atm

Macronutrientes.

Por cada 18.56ml de agua añadir:

	Concentración	Solución a preparar	Volumen a añadir en ml
KH_2PO_4	1N	2L	27.9
$MgSO_4$	1N	1L	98.7
$Ca(NO_3)_2$	2N	2L	111.1
KNO_3	1N	1L	196.4
K_2SO_4	0.5N	1L	6.4

Normalidades para preparar 100ml de Solución Steinner.

Ca(NO₃)₂

	Peso molecular	Valencia	2/164.08=82.04	
Ca	40.08	2		
N	14x2=28	±3	82.04g – 1N	164.08gr – 1000 ml
O	16x6=96	-2	164.08g – 2N	16.42gr – 100 ml
	164.08			

16.42gr para preparar 100 ml.

KNO₃

	Peso molecular	Valencia	
K	39.1	1	
N	14.0	±3	101.1gr – 1000ml
O	16x 3=48	-2	10.11gr – 100ml.
	101.1		

10.11gr para preparar 100ml.

K₂SO₄

	Peso molecular	Valencia	
K	39.1x2=78.2	1	175.26/2= 87.13
S	32.06	±2	
S	16x4=64	-2	87.13 – 1N
	174.26		43.5 – 0.5N

43.5gr para preparar 100ml.

KH₂PO₄

	Peso molecular	Valencia	
K	39.1	1	136.07/ 2=68.03gr
H	1x2=2	1	
P	30.97	±3	68.03gr – 1000ml
O	16x4=64	-2	6.8gr – 100ml
	136.07		

6.8gr para preparar 100ml.

MgSO₄

	Peso molecular	Valencia	
Mg	24.31	2	150.37/2=75.18gr
S	32.06	±2	75.18gr – 1000ml
O	16x4=64	-2	7.51gr – 100ml
	150.37		

7.51gr para preparar 100ml.

