

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

División de Ciencias Socioeconómicas

Departamento de Administración Agropecuaria



Análisis del proceso de la germinación en el

***Agave victoriae-reginae* T. Moore**

Por:

JOSÉ OSVALDO AGUILAR RAMÍREZ

TESIS:

Presentada Como Requisito Parcial Para

Obtener El Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero del 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIAS SOCIECONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION AGROPECUARIA

Análisis del proceso de la germinación en el *Agave victoriae-reginae* T. Moore

POR:

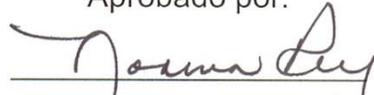
JOSE OSVALDO AGUILAR RAMIREZ

TESIS

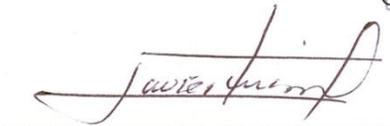
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR

Aprobado por:



Dr. Norma Angélica Ruiz Torres
Asesor principal


Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa
Coasesor
Dr. Enrique Navarro Guerrero
Coasesor

M.C. Vicente J. Aguirre Moreno
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2014

DIV. CS. SOCIOECONOMICAS
COORDINACION

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Primeramente por haberme regalado la vida el privilegio de vivir que me ha llenado de muchas bendiciones y riqueza una de ellas es mi bella *familia* que amo mucho.

A MI ALMA TERRA MATER

Por darme la oportunidad de formar parte de ti y brindarme las herramientas para lograr mis objetivos un logro muy importante en mi vida con orgullo mi carrera profesional.

A LA DR NORMA ANGELICA RUIZ TORRES Por compartir conmigo parte de sus conocimientos por su valiosa asesoría, dedicarme su tiempo agradezco infinitamente sus constructivos consejos, apoyo y amistad hacia mi persona.

AL DR. LORENZO ALEJANDRO LOPEZ BARBOSA por su dedicatoria y valiosa asesoría quien me brindo sus grandes experiencias a pesar de sus múltiples ocupaciones destino parte de su tiempo.

AL DR. ENRIQUE NAVARRO GUERRERO Por su dedicación y darme parte de su valioso tiempo compartiéndome sus experiencias y conocimientos por brindarme su amistad y apoyo a mi persona.

ARUBI DEYSI MAZARIEGOS LOPEZ por ser una persona muy especial que me ha brindado su apoyo y comprensión en todo momento.

A MIS AMIGOS por compartir momentos inolvidables que aprecio mucho que mi paso en la universidad fuera lo mejor que me ha pasado.

DE IGUAL FORMA A TODAS AQUELLAS PERSONAS con las que de alguna u otra manera he convivido, pues sería imposible mencionar a todas y cada una de ellas pero quiero que sepan que las aprecio y las estimo.

DEDICATORIA

A mis padres:

Jorge Ricardo Aguilar Mendoza y Arbelia Ramírez López

Les doy muchas gracias por darme la vida por sus buenos consejos, valores que me inculcaron para ser una buena persona y por sus infinitos apoyos que me brindan, los sacrificios que hacen para poder lograr algo en la vida y se sientan orgullosos de lo que están haciendo en mí que son un ejemplo a seguir para poder desarrollar bien mi carrera profesional por ser los mejores padres los amo mucho.

A mis hermanitas:

Leydi Nayeli Aguilar Ramírez

Alondra Guadalupe Aguilar Ramírez

Que siempre me estuvieron apoyando en todo también en los consejos que me brindaron y darme fuerza para salir adelante luchar por mis sueños.

A MIS SOBRINOS

WILLIAM AGUILAR AGUILAR

ITZEL CANDELARIA NAJERA AGUILAR

Que son un gran motivo para seguir adelante en mi carrera profesional logrando mis objetivos.

A MIS ABUELOS

GUSTAVO AGUILAR TAMAYO

ISABEL MENDOZA MUÑOZ

CONCEPCION RAMIREZ GOMEZ

VICTORIA LOPEZ

Le doy gracias adiós por darme estos abuelos que quiero mucho les agradezco por todo sus apoyo que toda la vida se los voy agradecer ya que son un gran ejemplo para mí.

A TODA LA FAMILIA

A MIS TIOS Y TIAS

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

A MIS CUÑADOS

A MIS PADRINOS

Ya que no los puedo mencionar a todos porque la familia es muy extensa les agradezco mucho de todo corazón por sus grandes motivaciones y sus apoyos que me brindaron en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE GRÁFICAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN	V
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVO	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivo específico.....	2
1.2. HIPÓTESIS.....	2
CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Las zonas áridas.....	3
2.2. Origen y distribución	3
2.3. Morfología, fisiología y entorno	4
2.4. Reproducción.....	6
2.5. Origen y Distribución de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore)	7
2.6. Hábitos reproductivos del <i>Agave victoriae-reginae</i>	8
2.7. Clasificación taxonómica (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore)	9
2.8. Importancia económica	9
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Estudio I. Ensayo de germinación.....	10
3.2 Descripción de los productos usados como tratamientos:	11
3.3 Estudio II. Seguimiento del proceso germinativo a través de fotografías...	12
3.4 Diseño experimental	12
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13

4.1	Estudio I. Ensayo de germinación.....	13
4.2	Estudio II. Seguimiento del proceso germinativo a través de fotografías...	21
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		31
5.1	Conclusiones	31
5.2	Recomendaciones	32
LITERATURA CITADA.....		33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en laboratorios a semillas de <i>Agave victoriae-reginae</i>	11
Cuadro 2. Caracterización de dimensiones de semillas secas.....	13
Cuadro 3. Caracterización de semillas imbibidas	14
Cuadro 4. Análisis de varianza de las semillas germinadas para las variables IVE, ET, LP y LR.....	15
Cuadro 5. Comparación de medias por tratamiento para el estudio de vigor de semilla para las variables IVE, ET, LP y LR	16
Cuadro 6. Caracterización de supervivencia	20

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Comparación de medias por tratamiento para la variable índice de velocidad de emergencia para el estudio de vigor de semilla.....	17
Grafica 2. Comparación de medias por tratamiento para la variable emergencia total para el estudio de vigor de semilla	18
Grafica 3. Comparación de medias por tratamiento para las variables longitud de plúmula y longitud de raíz para el estudio de vigor de semilla.....	19
Grafica 4. Fase de la imbibición de la semilla	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las 10 poblaciones de <i>Agave victoriae-reginae</i> en el desierto de chihuahua, México	8
Figura 2. Semilla <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore.	23
Figura 3. Semilla embebida.....	23
Figura 4. Emergencia inicial de la radícula y rompimiento de testa.	24
Figura 5. Crecimiento de la raíz y pelos radicales o absorbentes.	24
Figura 6. Elongación de la radícula y emergencia de las hojas (pencas).	25
Figura 7. Emergencia de la plántula.....	25
Figura 8. Plántula completamente liberada de la testa.	26
Figura 9. Plántula completa.....	26
Figura 10. Plántula con radícula desarrollada.....	27
Figura 11. Plántula con pencas ya definidas y radícula bien desarrollada.	27
Figura 12. Plántula con dos pencas.	28
Figura 13. Plántula con tres pencas.....	28
Figura 14. Plántula con cinco pencas.	29
Figura 15. Plántula con seis pencas.	29
Figura 16. Plántula con siete pencas	30
Figura 17. Planta adulta.....	30

RESUMEN

Agave victoriae-reginae T. Moore es una especie endémica de México, en peligro de extinción, que se encuentra con una distribución limitada a zonas de los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León su distribución geográfica natural se extiende al norte hasta el suroeste de los Estados Unidos de Norte América y al sur hasta Nicaragua. Son de suma importancia porque se caracterizan en un ciclo de vida que es muy amplio, que va de 15 a 20 años.

Este trabajo de investigación se realizó con el fin de evaluar el proceso germinativo del *Agave victoriae-reginae* T. Moore con diferentes tratamientos.

Los tratamientos evaluados son: 1. Testigo, 2. 20ml, 3. Fertiplus 2 ml, 4. 10 ml, 5. AG₃ 50 ppm, 6. Raizone 2 g/L, 7. 5ml/L, 8. Raizone 1g/L, 9. Fertiplus 1ml, 10. AG₃ 25 ppm.

De acuerdo a diferencias numéricas, se encontró que para mejorar la capacidad germinativa se puede aplicar tratamiento con Raizone a una dosis de 1g/L; sin embargo el tratamiento con Fertiplus a una dosis de 1 ml/L, incrementa la longitud de la raíz.

Palabras claves: semilla, germinación, proceso, Agave, evaluación.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas de México son importantes por ocupar más de 50 % de superficie total del territorio con este tipo de clima, caracterizándose por la baja precipitación y la gran diversidad de plantas que a través del tiempo y espacio se han adaptado a condiciones de poca agua, altas temperaturas y suelos pobres entre otros. Aún con estas limitantes, las plantas de zona áridas han llegado a tener importancia alimenticia, ornamental y medicinal (Hernández-cruz et al., 2000).

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., 1999).

La continúa explotación de estos recursos y las prácticas inadecuadas que se realizan para su aprovechamiento, como son el sobrepastoreo, tala inmoderada, uso excesivo sin realizar prácticas de conservación o mejoramiento, etc., han provocado una disminución gradual de la cubierta de la flora en estas regiones (Hernández-cruz et al., 2000).

El nombre de *Agave victoriae-reginae* T. Moore se ha aplicado a un grupo de plantas endémicas al norte de México, fácilmente distinguibles de otras especies de agave por tener hojas con márgenes córneos, sin dientes, bandas blancas sobre ambas caras y flores con tubos cortos en forma de embudo (González, 2011). Este agave se utilizó en el pasado para obtener fibras, riatas, mecate y muy importantes para macetas por la elegancia que tiene.

Esta planta se encuentra en peligro de extinción, indicado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que existe sobre explotación y saqueo por su importancia ornamental. En México no existe comercialización formal, sin embargo en otros países lo hacen ya que aprecian lo vistoso de la planta.

1.1. OBJETIVO

1.1.1 Objetivo general

Documentar el proceso germinativo del *Agave victoriae-reginae*T. Moore.

1.1.2 Objetivo específico

1. Reducir el número de días a germinación.
2. Determinar el efecto de diferentes tratamientos en la germinación de *Agave victoriae-reginae*T. Moore.

1.2. HIPÓTESIS

La semilla de *Agave victoriae-reginae*T. Moore posiblemente presenta latencia o germinación no uniforme, debido al ambiente tan árido donde se realizó la colecta de la semilla. La aplicación de tratamientos antes y durante el proceso germinativo puede mejorar y uniformizar la germinación de la misma.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Las zonas áridas

Las zonas áridas y semiáridas son unidades geográficas y ecológicas donde predominan condiciones de sequedad extrema y cobertura vegetal reducida o casi ausente. Dichos factores repercuten en todos los procesos y en el comportamiento de las diferentes especies, adaptadas a vivir en tales condiciones. Estas regiones presentan periodos secos muy prolongados, lluvias irregulares con promedio bastante bajos, temperaturas anuales de 11 a 12 °C, y muy fluctuantes entre el día y la noche (Rzedowski, 1968).

El concepto de desierto, aunque está definido en función de la aridez, no siempre es respetado, debido a la comparación o sinonimia errónea con el termino de “nada” para los conocedores del área, esto es totalmente incierto, debido a que en los ecosistemas desérticos es posible realizar diversos estudios, entre ellos destacan los de ecología animal y vegetal; debido que la composición biótica de estos sistemas no es comparable con la existencia de los bosques tropicales, por ello no se debe descartar el interés para desarrollarlos (Terborgh, 1992).

2.2. Origen y distribución

El género agave, cuyo nombre viene del griego y significa admirable (Gómez, 1963) (Ramírez, 1996).

El género Agave (sensu stricto) es endémico de América. De sus aproximadamente 200 especies, 150 esto es, 75% se encuentran en México, más 36 que pertenecen a categorías infra específicas, lo cual constituye un total de 186 taxones. La distribución del género abarca del sur de los Estados Unidos (con dos especies disjuntas en Florida) hasta Colombia y Venezuela. Esta área incluye todas las islas del Caribe, desde las Bahamas a Aruba, Curaçao y Trinidad y Tobago. Los países con el mayor número de taxones son México, Estados Unidos, Cuba y Guatemala;

los demás tienen menos de ocho especies, cifra que representa menos de 3% del total. En México, el género *Agave* tiene una amplia distribución, se encuentran más de 75% del territorio; sin embargo, su distribución es altamente asimétrica, hay regiones que poseen más especies que otras (García, 2002).

Maguey es el nombre común de un grupo numeroso de especies que habitan especialmente las zonas áridas y que conforman el género *Agave*, de las cuales, en México se encuentra aproximadamente el 75% (García-Mendoza, 2002).

2.3. Morfología, fisiología y entorno

Los magueyes son plantas xerófitas, adaptadas a vivir en condiciones climáticas desfavorables, con largos periodos de sequía y altas temperaturas. Las especializaciones morfológicas a las condiciones adversas consisten en modificaciones en la estructura básica de una planta como respuesta a las presiones del ambiente. Los agaves poseen estrategias para sobrevivir en ambientes secos o periódicamente secos, especialmente en el suelo, con fuertes fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, las cuales tienden a limitar la pérdida de agua por transpiración y a acumularla en tejidos especializados (García, 2002).

El desarrollo de succulencia en las hojas es una de sus adaptaciones más conspicuas, ya que el agua almacenada durante la época de lluvias permite que las plantas sobrevivan durante algún tiempo en ausencia de suministro de agua del exterior, lo que ocurre cuando las condiciones del suelo son tales, que la raíz ya no es capaz de extraerla de él (García, 2002).

El sistema de la raíz de los agaves es superficial, lo cual facilita la absorción de agua de lluvia, generalmente escasa, que sólo humedecen la superficie del suelo; de tal manera que la probabilidad de supervivencia de una roseta en sequías prolongadas depende del volumen de agua y de los carbohidratos almacenados durante la época favorable (García, 2002).

En México tienen usos variados: alimento humano y del ganado, para producir aguamiel y bebidas fermentadas o destiladas, fibras, material para construcción y

como medicamento; también se usan como cercos vivos y como cobertura viva para la retención del suelo, entre otros usos (Mora-López, 2011; Nobel, 2010; Ramírez-Tobias, 2011).

Algunos de estos usos se han registrado en al menos 74 especies y 28 taxaintraespecíficos (Colunga-García Marín 2007), y aún persisten de forma tradicional en ciertas comunidades rurales (Reyes, 2000; Aguirre, 2001).

Las posibilidades de uso de los magueyes aumentan debido a algunas características de los productos extraídos de ellos y a su contenido de ciertos metabolitos. Al respecto, se señala que el 6% de la oferta de precursores para corticoesteroides proviene de los magueyes (Nobel, 1988).

Además, se ha documentado la acción de extractos y jarabes de maguey en la inhibición del crecimiento de hongos fitopatógenos (Sánchez, 2005) y en la disminución de desórdenes hepáticos en ratas diabéticas (García-Pedraza, 2009).

Cabe señalar, que el valor de los magueyes no sólo deriva de su utilidad sino también de su importancia como elementos dominantes en los ecosistemas a los que pertenecen. Tal es el caso de *A. lechuguilla* y *A. striata*, elementos primordiales del matorral rosetófilo en el Desierto Chihuahuense, región ecológica importante (Huerta-Martínez y García-Moya, 2004).

Sin embargo, en el caso del Agave, en la mayoría de las especies se desconocen las condiciones ambientales óptimas y las mínimas o extremas, de temperatura y humedad, en las que sucede la germinación. Los magueyes se distribuyen en una diversidad amplia de ambientes, desde el nivel del mar hasta 3400 m de altitud, y en diversas comunidades vegetales, aunque la mayoría de las especies se encuentran en comunidades xerófitas (García-Mendoza, 2002). Esto se debe a que las especies de Agave presentan adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas que les permiten sobrevivir a las restricciones temporales de humedad características de las zonas secas (Schulte, 2009).

Nobel (1996) menciona que las plantas de Agave se adaptan favorablemente en climas templados y con suelos semidesérticos, presentando buena adaptabilidad a la escasez de agua y en suelos con bajo contenido nutrimental, aún cuando su ciclo reproductivo sea de 14 a 20 años. Chirinos (1992) indica que el Agave es una planta que requiere suelos delgados, calizos y con bajo contenido nutrimental.

Los individuos originados de semilla son importantes porque son necesarios para mantener la estructura y dinámica de las poblaciones de maguey, como la de todas las plantas, ya que su ausencia disminuye la variabilidad genética (Ramírez-Tobias, 2011).

Una de las principales actividades realizadas por los pobladores en las zonas áridas y semiáridas de México es el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables, los cuales juegan un papel crucial como fuentes de empleo, como autoconsumo y comercialización de la materia prima (Aguirre, 1983).

Ramírez (2003) señala que las primeras fertilizaciones a la planta de Agave se han realizado mediante las aplicaciones de sulfato de amonio, urea, superfosfato de calcio simple, superfosfato de calcio triple o mezclas cuya composición más común es la 15-15-15, 16-16-16 o la 17-17-17.

Experimentalmente, se ha observado que en general las especies de *Agave* presentan porcentajes de germinación elevados (cerca de 100%) en dependencia de la temperatura (entre 24 y 35°C) y de las condiciones ambientales donde se desarrollaron las plantas madres (Peña- Valdivia, 2006).

2.4. Reproducción

Los agaves se reproducen de manera sexual y asexual. La reproducción sexual se logra mediante la polinización que efectúan algunos animales, principalmente murciélagos nectarívoros, en menor grado, insectos diurnos y nocturnos (palomillas, abejas, abejorros) y aves. Los agaves con inflorescencias paniculadas (subgénero *Agave*) son polinizadas por los murciélagos *Leptonycteris curasoae*, *L. nivalis*, *Choeronycteris mexicana* y *Glossophaga* sp., mientras que los agaves con

inflorescencias espigadas (subgénero *Littaea*) son polinizadas principalmente por insectos, lo que hace que la transferencia de polen de una flor a otra sea nocturna en los magueyes polinizados por murciélagos y diurna en los magueyes polinizados por insectos o aves (García, 2002).

2.5. 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. 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).

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) es considerada como una especie en peligro de extinción, la región de la Comarca Lagunera tenía a principios 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).

2.6. Hábitos reproductivos del *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 (monocarpelar), esta se lleva a cabo mediante propágulos de los estolones, y también por medio de semillas, siendo este último el más importante (Vázquez, 1990).

Aunque la producción de semillas es alta, están sujetas a fuertes depredación y efectos ambientales, por lo que su capacidad germinativa se reduce (Eguiarte, 2003).

Agave victoriae-reginae T. Moore es una especie endémica del desierto de Chihuahua, en el Noreste de México, y sus poblaciones se encuentran en los estados de Durango, Coahuila y Nuevo León. Existen solamente 10 poblaciones de esta especie (**Figura 1**). Esta es una de las pocas especies de la familia que se encuentra en CITES y en la Norma Oficial Mexicana de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción (Franco, 1995; Martínez-Palacios, 1999).

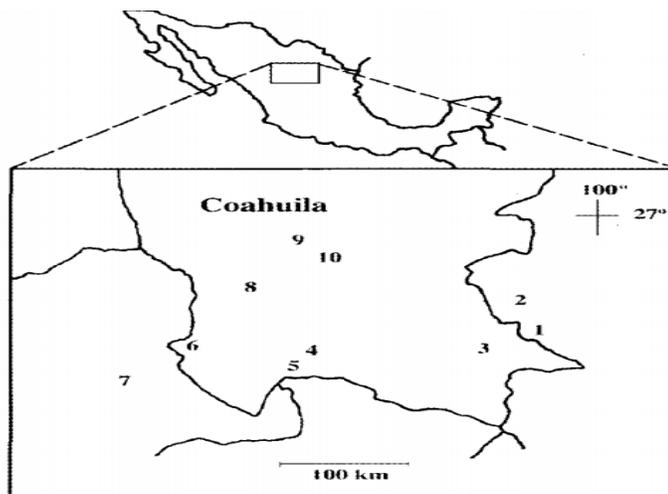


Figura 1. Localización de las 10 poblaciones de *Agave victoriae-reginae* en el desierto de chihuahua, México

2.7. Clasificación taxonómica (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) (Gentry, 1982)

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Asparagales

Familia: Agavaceae

Subfamilia: Agavoidae

Género: Agave

Subgénero: Littaea

Grupo: Marginatae

Especie: *A. victoriae-reginae* T. Moore

Las semillas de algunas especies de *Agave* carecen de latencia y alcanzan porcentajes máximos de germinación en dependencia de la temperatura y en periodos variables dependientes de la especie y en algunos casos del ambiente de origen (Freeman, 1977; Pritchard y Miller, 1995; Peña-Valdivia, 2006).

2.8. Importancia económica

La planta de noa es definida como una de las especies de la flora mexicana que por sus atributos se coloca como única en la flora mundial; ya que al igual que otras ha traspasado las fronteras del país para ser cultivada gracias a su belleza (Blanco, 1995). El uso ornamental de la noa, ha alcanzado un nivel internacional ya que se encuentran registros de que el mercado internacional ofrece 200 dólares por planta. Existen documentos de carácter oficial con fecha 1985 y 1986 sobre permisos de exportación de hasta 100 mil plantas de noa, hacia a los Estados Unidos (Martínez, 1998).

El precio de la planta *Agave victoriae-reginae* T. Moore varía, sin embargo una planta de 15 cm de altura tiene un valor en el mercado de \$ 38.63 dólares. Por otra parte la semilla tiene un valor excepcional, ya que 10 de ellas tienen un costo de \$ 2.94 dólares.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se usó semilla de *Agave victoriaereginae* T. Moore colectada en el Municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila, que se localiza en el centro de la entidad, y posee una importante reserva ecológica, siendo el hogar de varios organismos endémicos, con una superficie de 7860 km², las coordenadas 102° 03'59 longitud oeste y 26° 59'10 latitud norte, a una altura de 740msnm.

3.1 Estudio I. Ensayo de germinación

Se utilizaron cajas Petri, estas se esterilizaron en olla de presión junto con el papel filtro para evitar la contaminación por hongos. Se sacaron de la olla, y posteriormente se colocó papel filtro sobre la base de cada caja Petri, se sembraron tres repeticiones de diez semillas por cada tratamiento de acuerdo al Cuadro 1. Los tratamientos se aplicaron, manteniéndose por 24 h en una cámara a 25°C, posteriormente se lavaron con agua destilada y se sembraron nuevamente en caja Petri sobre papel filtro. Las cajas se mantuvieron en una cámara germinadora (LAB-LINE BIOTRONETTE) a 25 °C, aplicando agua cada ocasión que fuera necesario, se tomaron lecturas diarias evaluando el número de plánulas normales, se determinó el índice de velocidad de emergencia (IVE), la emergencia total (ET) y porcentaje de sobrevivencia. Se determinó longitud de plúmula (LP) y radícula (LR).

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en laboratorios a semillas de *Agave victoriae-reginae*.

Tratamiento	Dosis
Testigo	Sin tratamiento
AG ₃	25 ppm
AG ₃	50 ppm
Fertiplus	1 mL/L
Fertiplus	2 mL/L
Raizone	1 g/L
Raizone	2 g/L
Algaenzims	5 mL/L
Algaenzims	10 mL/L
Algaenzims	20 mL/L

Fuente: Tratamientos usados en el Laboratorio de Fisiología de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas.

3.2 Descripción de los productos usados como tratamientos:

- ✓ **Acidogiberélico**, es una fitohormona que actúa sinérgicamente con el nitrógeno, potasio y zinc.
 - El precio es de 100 Dólares por gramo.
- ✓ **Fertiplus**, es un fertilizante orgánico que contiene nitrógeno, fósforo, potasio y ácidos húmicos.
 - 1 Litro \$ 75 pesos
- ✓ **Raizone**, tiene Alfa-naftilacetamida y Ácido indol-3-butírico, es un polvo fácil de usar que contiene sustancias reguladoras de crecimiento, para favorecer un mejor y más rápido enraizado.
 - 350 gramos \$ 125 pesos.
- ✓ **Algaenzim**, es un producto biológico a base de macroalgas marinas y un complejo de microorganismos que en forma natural con ellas viven asociados, especialmente las microalgas cianófitas y microorganismos halófilos.
 - 1 Litro \$240 pesos.

También se determinó las dimensiones de las semillas, para lo cual se usó un Vernier digital, se obtuvo el largo, ancho y espesor. Se midieron 20 semillas y se obtuvo el promedio.

3.3 Estudio II. Seguimiento del proceso germinativo a través de fotografías

En este estudio se tomaron fotografías para llevar la secuencia del proceso de germinación. Inicialmente se usaron semillas recién sembradas y posteriormente se dio seguimiento de acuerdo a las diferentes etapas para conocer como emerge la radícula y en seguida las pencas. Para la toma de las fotografías se colocaron semillas y plántulas sobre segmentos de cartulina color azul, la cual se ubicó en la base de un estereoscopio (Leica Zoom 2000) con luz superior, lo que permitió observar con más detalle la emergencia de las estructuras a través del objetivo 40X.

3.4 Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar, con 10 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones.

Se llevó a cabo una comparación de medias con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 0.05. Las unidades experimentales fueron las cajas Petri con 10 semillas cada una, esto es, 300 semillas en total. Los datos fueron procesados en el Paquete estadístico SAS versión 9.3.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estudio I. Ensayo de germinación

En el Cuadro 2 se presentan las dimensiones de las semillas secas, con un promedio de 2.35 mm de ancho, 3.18 mm de largo y 0.95 mm de espesor. Indicando que se trata de una semilla pequeña.

Cuadro 2. Caracterización de dimensiones de semillas secas.

SEMILLAS SECAS			
Semillas	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)
1	2.41	3.06	0.90
2	2.58	2.83	1.18
3	2.72	3.09	0.77
4	2.38	3.35	0.82
5	2.48	3.09	1.04
6	1.98	3.64	0.90
7	2.85	3.16	0.81
8	2.18	3.23	0.86
9	2.52	3.27	0.87
10	2.63	2.92	0.82
11	2.38	3.22	1.04
12	2.43	2.91	1.01
13	2.50	3.23	0.98
14	1.47	3.18	0.99
15	2.16	3.27	0.70
16	1.97	3.37	1.16
17	2.29	3.74	0.95
18	1.73	3.06	1.10
19	2.34	3.41	0.73
20	2	2.58	1.44
promedio	2.35	3.1	0.95

Las dimensiones de semillas embebidas se presentan en el Cuadro 3, en promedio el ancho fue de 2.75 mm, largo 3.54 mm, espesor 1.51 mm, observándose incrementos importantes sobre todo en el espesor de la semilla, lo anterior a la capacidad de embeberagua a través de la testa y el micrópilo, vital para la germinación de la semilla.

Cuadro 3. Caracterización de semillas imbibidas

SEMILLAS IMBIBIDAS			
Semilla	Ancho mm	Largo mm	Espesor mm
1	1.98	3.23	1.62
2	3.31	4.04	1.13
3	2.50	3.83	1.90
4	2.41	3.18	1.75
5	3.06	3.24	1.48
6	3.15	3.82	1.37
7	2.11	4.09	1.49
8	2.65	3.38	1.36
9	2.32	3.56	1.60
10	2.78	2.95	1.46
11	2.56	3.38	1.62
12	2.77	3.68	1.81
13	2.90	3.61	1.31
14	2.09	3.48	1.12
15	3.27	3.40	1.51
16	2.12	3.71	1.81
17	3.08	3.60	1.61
18	3.61	3.20	2.02
19	2.86	3.51	1.36
20	3.39	3.85	0.96
Promedio	2.75	3.54	1.51

Igualmente Visvanahan *et al.* (1996), encontraron que la longitud y el diámetro externo mayor de las semillas de Neem (*Azadirachta indica*), aumentaron significativamente de 12.87 a 16.20mm y 6.86 a 8.52 mm, respectivamente; cuando se incrementó la humedad de 7,6 a 21%, debido a la hinchazón de la semilla.

El análisis de varianza de las variables en estudio del ensayo de germinación, no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo cual indica que al menos dos medias de tratamientos son iguales, por lo que se aprueba la hipótesis nula (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza de las semillas germinadas para las variables IVE, ET, LP y LR

F.V.	G.L	IVE	ET (%)	G.L	LP (cm)	LR (cm)
Trat	9	0.0244ns	312.59ns	9	0.2256ns	1.1730ns
Error	20	0.0133	173.33	55	0.2591	0.7937
c.v		33.1	34.6		39.7	58.7

Fuente: Elaboración con paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

ns: no significativo; IVE: Índice de velocidad de emergencia, ET: emergencia total; LP: longitud plúmula, LR: longitud raíz.

La prueba de velocidad de emergencia (IVE) propuesta por Maguire (1962), permite obtener mejores estimadores de vigor de las plántulas, ya que se ha demostrado que plántulas con mejor vigor poseen características aceptables de área foliar, peso seco y longitud de raíz.

En otros cultivos, se ha estimado también el vigor, en este sentido Vargas (1996) estimó el índice de velocidad de emergencia (IVE), en los híbridos de maíz H-30, H-36E, H-38E y sus respectivas líneas y cruces simples progenitoras; propuso una escala donde un índice superior a tres caracterizaba un vigor de intermedio a alto; sugirió que el uso de esta escala para la clasificación del vigor pueden ser útil dentro de un esquema de hibridación para seleccionar líneas con alto y medio vigor, debido que presentaron correlación positiva con variables como porcentaje de germinación y emergencia, así como peso seco de plántula.

En este trabajo, en la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (**Cuadro 5**) se puede observar más detalladamente que los tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo numéricamente existen pequeñas diferencias.

Se analizó que en el índice de velocidad de emergencia (**IVE**) y para emergencia total (**ET**), el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje fue Raizonea dosis de 1 g/L, en el resultado de longitud de plúmula (**LP**) el mejor tratamiento resultó ser Algaenzims 5mL/L y por último la longitud de raíz (**LR**) se encontró como mejor tratamiento Fertiplus 1mL/L.

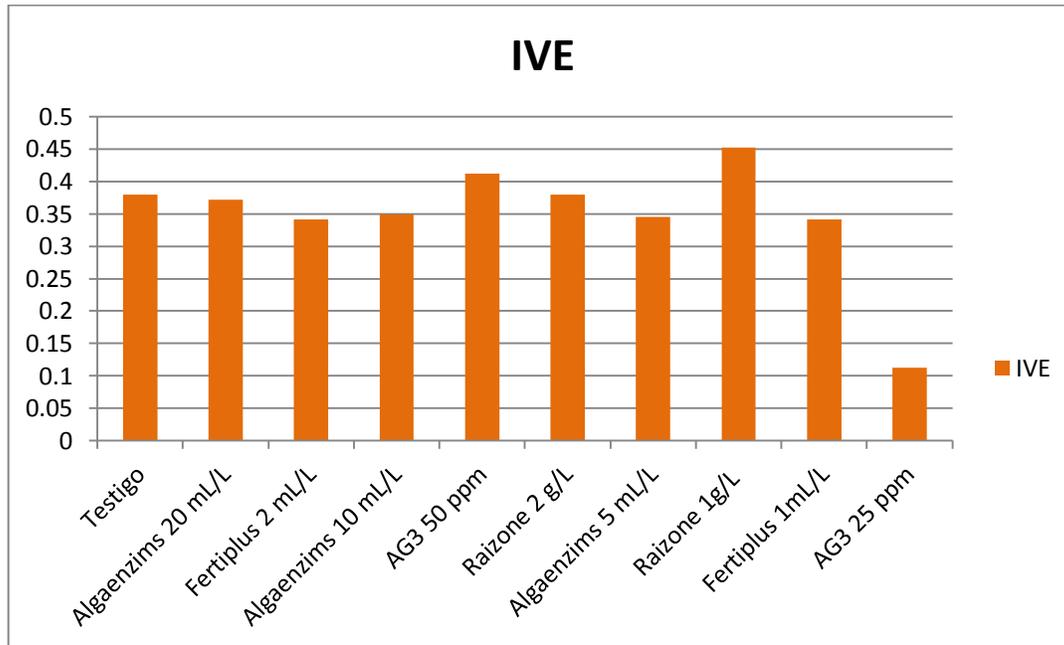
Cuadro5. Comparación de medias por tratamiento para el estudio de vigor de semilla para las variables IVE, ET, LP y LR

TRATAMIENTO	IVE	ET (%)	LP (cm)	LR (cm)
Testigo	0.3796	40.00	1.1286	1.3429
Algaenzims 20 mL/L	0.3718	43.33	1.5333	1.6444
Fertiplus 2 mL/L	0.3415	36.67	1.3250	1.2250
Algaenzims 10 mL/L	0.3496	40.00	1.3000	1.5833
AG ₃ 50 ppm	0.4124	43.33	1.2143	1.3714
Raizone 2g/L	0.3800	36.67	1.1500	1.2167
Algaenzims 5 mL/L	0.3449	40.00	1.5750	1.9000
Raizone 1g/L	0.4520	53.33	1.1778	1.6000
Fertiplus 1mL/L	0.3414	33.33	1.3429	2.2857
AG ₃ 25 ppm	0.1122	13.33	0.7000	0.1000

Fuente: elaboración propia con datos SAS (StatisticalAnalysisSystem).

Como se observó en la comparación de medias, en cada tratamiento no se distinguió diferencia significativa, Raizone 1g/L tuvo una respuesta positiva y mostró el valor más alto de IVE (0.4520) (Gráfica 1); mientras que con Fertiplus 5 mL/L el efecto fue menor (0.3414).

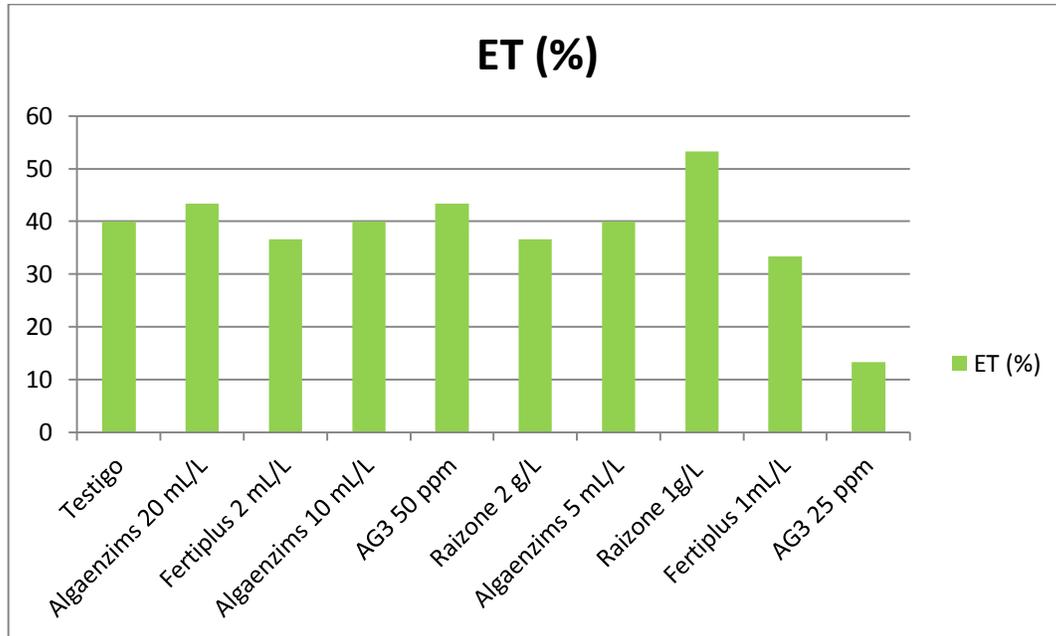
Grafica 1. Comparación de medias por tratamiento para la variable índice de velocidad de emergencia para el estudio de vigor de semilla



Fuente: elaboración propia con los datos SAS (StatisticsAnalysisSystem)

Es importante hacer mención que para mejorar la capacidad germinativa el mejor tratamiento fue Raizone 1g/L ya que tuvo un porcentaje de emergencia total de 53.33%, siguiéndole los tratamientos Acido Giberélico 50 ppm (43.33%) y Algaenzims 20 mL/L (43.33%), aunque económicamente el mejor tratamiento lo sería el producto denominado Algaenzims, ya que es más barato de los dos anteriores. Aunque no hay que olvidar que Raizone es importante para subsistir en las primeras etapas de crecimiento (Gráfica 2).

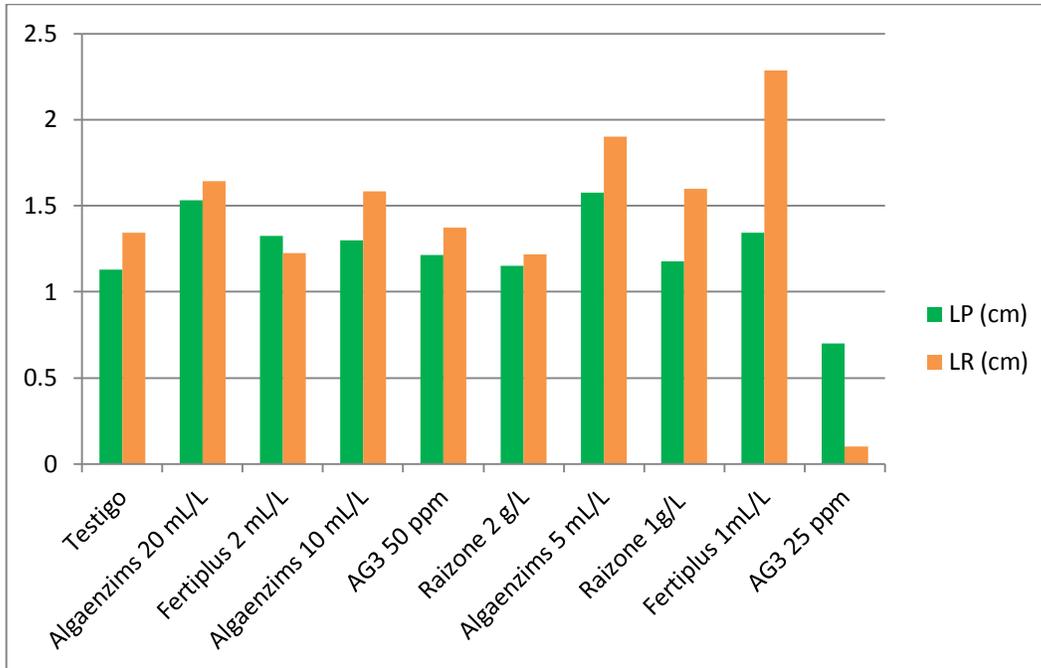
Grafica 2. Comparación de medias por tratamiento para la variable emergencia total para el estudio de vigor de semilla



Fuente: elaboración propia con los datos SAS (StatisticsAnalysisSystem)

Por otro lado, con el tratamiento Algaenzims 5 mL/L en promedio se obtuvo un comportamiento superior a cualquier tratamiento para LP, siguiéndole Fertiplus 1 mL/L con un valor de 1.3429 cm (Gráfica 3), la misma tendencia se observó para longitud de raíz, ya que los tratamientos anteriormente señalados fueron los mejores, aunque es importante resaltar que Fertiplus 1 mL/L es el que mostró el valor más alto (2.2857). Desde el punto de vista de rentabilidad, Fertiplus es el mejor tratamiento, por los valores mostrados así como el costo del producto. Tanto la longitud de plúmula como de raíz son determinantes para la supervivencia de las plantas.

Grafica 3. Comparación de medias por tratamiento para las variables longitud de plúmula y longitud de raíz para el estudio de vigor de semilla



Fuente: elaboración propia con los datos SAS (StatisticsAnalysisSystem)

En años recientes se ha tenido gran interés en la búsqueda de métodos y procedimientos que permitan mejorar la expresión de la calidad fisiológica de las semillas en términos de germinación y vigor, de igual manera se ha buscado que mediante la aplicación de algunos tratamientos se les confiera mayor longevidad(Nath et al., 1991).

Así algunos autores como Rood et al. (1983), mencionan que el vigor debe ser expresado en términos de parámetros medibles, y específicamente en función del número de plántulas que emergen diariamente, número de hojas, área foliar, peso seco de raíz y parte aérea.

Monsivais y Martínez (1990) probaron seis niveles de AG₃ (0, 100, 200, 500, 1000, y 2000 ppm) y un testigo con acondicionamiento osmótico (AO) a -8.6 bar (240 g/L PEG 6000 150 C) en 10 días; los resultados arrojaron que con temperaturas subóptimas bajo condiciones controladas manifestó un efecto positivo de AO con el

uso de AG3, y bajo temperaturas óptimas controladas el efecto se minimizó; mientras que en campo, por las temperaturas fluctuantes, hubo signos positivos de respuesta, donde a 1000 ppm de AG₃ fue la mejor respuesta de germinación.

En el Cuadro 6 podemos apreciar que el mejor tratamiento fue Fertiplus en las dos versiones de tratamiento, ya que reporta un 55% de supervivencia y un 50%, siguiéndole Algaenzims 20 ml con un 46% de supervivencia. Esta fase es vital y decisivo en las plantas para subsistir en el ambiente que se desarrolle.

Cuadro 6. Caracterización de supervivencia

TRATAMIENTO	GERMINACION (Núm. Plantas)	SUPERVIVENCIA (Núm. Plantas)	SUPERVIVENCIA (%)
TESTIGO	12	5	42
ALGAENZIMS 20 mL/L	13	6	46
FERTIPLUS 2 mL/L	11	6	55
ALGAENZIMS 10 mL/L	12	4	33
AG 50 PPM	13	2	15
RAIZONE 2 g/L	11	4	36
ALGAENZIMS 5 mL/L	12	2	17
RAIZONE 1 g/L	16	4	25
FERTIPLUS 1mL/L	10	5	50
AG 25 PPM	4	0	0

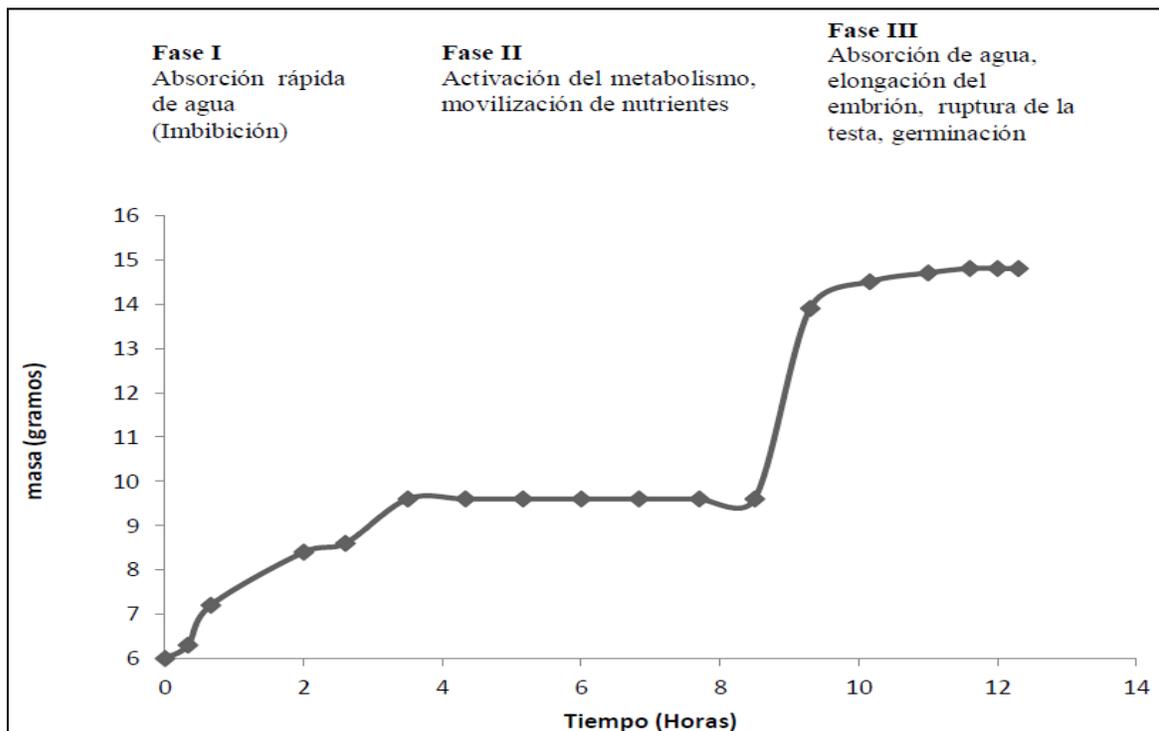
En el vivero se produce la manipulación del estado hídrico de la planta para lograr un equilibrio entre la absorción y la pérdida de agua. Con ello se intenta minimizar el estrés, optimizar la producción y permitir que la planta continúe su ciclo anual de crecimiento, ininterrumpido hasta el momento. Los factores de la misma que influyen en la absorción de agua, tales como distribución y longitud de raíces, superficie, permeabilidad y viabilidad (Burdett, 1990), están en su máximo; sin embargo, después de los procesos de extracción, manejo, repicado, almacenaje y plantación, estos factores cambian drásticamente: la distribución de las raíces queda modificada, quedando confinadas en un pequeño agujero con escaso contacto directo con el suelo (Sands, 1984) y el sistema radical pierde sus elementos más permeables pero también más frágiles, que son las raicillas no suberizadas (Chung and Kramer, 1975). Por tanto, no resulta sorprendente que las plantas recién puestas sean susceptibles al

estrés hídrico, siendo el restablecimiento del contacto entre raíz y suelo el inicio de la absorción de agua los factores críticos que determinan la supervivencia a corto plazo; y para que esto se produzca, se debe reiniciar el crecimiento radical (Burdett,1990).

4.2 Estudioll. Seguimiento del proceso germinativo a través de fotografías

De acuerdo a Diego (2010) el proceso de germinación tiene 3 fases: **I)** incremento rápido en la absorción de agua; **II)** fase de estabilización y movilización de nutrientes; **III)** absorción de agua que generalmente coincide con el proceso de germinación (Gráfica 4) (Diego, 2010).

Gráfica 4. Fase de la imbibición de la semilla



Copeland (1976) indica que durante el proceso de germinación en la que se realizan una secuencia específica de eventos principales que son:

- a) **Imbibición** Consiste en la absorción de agua por la semilla, la composición de la semilla, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad de agua son los principales factores que influyen en la extensión de la imbibición.
- b) **Activación de enzimas** La activación de enzimas empieza rápidamente al inicio de la germinación, a medida que se hidrata la semilla (Bewley y Black, 1978). Esta resulta en parte de la reactivación de las enzimas previamente almacenadas que se formaron durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de las nuevas enzimas al comenzar la germinación.
- c) **Digestión y traslocación de reservas** En el endospermo, los cotiledones, el perispermo o en el gametofito femenino (en el caso de las coníferas) se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos, estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son traslocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.
- d) **Crecimiento del embrión** El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continua en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es indispensable de la iniciación de la elongación celular. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementa el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento (Berlyn, 1972).
- e) **Emergencia de la radícula** La emergencia de la radícula es lo que indica que el proceso de germinación está completo y puede estar terminado a través de la elongación o división celular.
- f) **Establecimiento de la plántula** Las plantas se mantienen a sí mismas cuando pueden abastecerse de agua y fotosintetizar, inicialmente se somete a un estado de transición durante el cual produce algún alimento propio, dependiendo en forma parcial de los tejidos de almacenamiento. Así como las plántulas se van estableciendo firmemente en el suelo, se abastecen de agua, y elaboran su propio alimento, volviéndose independientes.

A continuación se presenta el seguimiento del proceso germinativo en *Agave victoriae-reginae* T. Moore, por medio de fotografías tomadas durante la realización del trabajo.



Figura 2. Semilla *Agave victoriae-reginae* T. Moore.



Figura 3. Semilla embebida.



Figura 4. Emergencia inicial de la radícula y rompimiento de testa.



Figura 5. Crecimiento de la raíz y pelos radicales o absorbentes.



Figura 6. Elongación de la radícula y emergencia de las hojas (pencas).



Figura 7. Emergencia de la plántula



Figura 8. Plántula completamente liberada de la testa.



Figura 9. Plántula completa.



Figura 10. Plántula con radícula desarrollada.



Figura 11. Plántula con pencas ya definidas y radícula bien desarrollada.



Figura 12. Plántula con dos pencas.



Figura 13. Plántula con tres pencas.



Figura 14. Plántula con cinco pencas.



Figura 15. Plántula con seis pencas.



Figura 16. Plántula con siete pencas



Figura 17. Planta adulta

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados de este trabajo muestran la documentación de todo el proceso germinativo en *Agave victoria-reginae*, desde la imbibición, la emergencia de la radícula, hasta llegar a la emergencia de las pencas de la planta. De acuerdo con los datos que se recabaron en el laboratorio durante 30 días, se hicieron análisis de varianza y comparaciones de medias, con lo que se llegó a concluir lo siguiente:

1. Del análisis comparativo de la semilla seca y semilla imbibida los resultados indican que hubo un crecimiento importante en el largo, ancho y espesor de las semillas después de la hidratación.
2. Del estudio del vigor de la semilla se desprende que para la variable emergencia total el mejor tratamiento fue Raizone 1 g/L, ya que presentó el mayor porcentaje de emergencia (53.33), y comparado este con Fertiplus es ligeramente más caro, sin embargo esto se compensa, ya que el estudio fue comparar cual es el mejor tratamiento en el proceso de germinación.
3. Desde el punto de vista económico Fertiplus fue el mejor tratamiento ya que este tuvo un buen comportamiento en las variables longitud de plúmula y longitud de raíz, en el estudio del proceso germinativo.
4. Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para las variables índice de velocidad de emergencia, emergencia total, longitud de plúmula y longitud de raíz. Fue necesario hacer uso de la prueba Tukey para una mejor diferenciación de los tratamientos.

5.2 Recomendaciones

Este Agave es de la planta ornamental más preciada por su belleza que tiene y el valor que tiene en otros países que llega tener una suma importancia económica ya que tiene un precio muy elevado según su tamaño que logra alcanzar buena demanda y alta utilidad tiene un aspecto económico muy alto proporcionaría un buen negocio en el mercado nacional más en los mercados internacionales. Para lograr lo anterior, es importante es continuar con los estudios de Raizone, ya que demostró ser el mejor tratamiento para la germinación de la semilla Agave.

LITERATURA CITADA

- Aguirre**, R. J. R. 1983. Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano. *En*: J. T. Molina G. (Ed.) Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 105-115 p.
- Aguirre**, R., J.R.; H. Charcas Z.; J.L. Flores F. 2001. El maguey mezcalero potosino. COPOCYT-UASLP. San Luis Potosí, SLP. México. 87 p.
- Anónimo**, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. 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. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 40 pp.
- Bewley**, D.J. and Black, M. 1978. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Development, Germination and Growth Vol. 1. Springer – Verlag, Berlin. 306 pp.
- Blanco-Contreras**, E. 1995. Propuestas sistémica para el Aprovechamiento y conservación de la Noa, (*Agave victoriae-reginae*. T. Moore). Tesis de Maestría de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. pp.22-23.
- Burdett**, A.N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Can. J. For. Res.*, 20: 415-427.

- Chirinos, H.** 2002. Fertilización de Agave. Revista Tecnoagro número 6, febrero. México, D.F.
- Colunga-GarcíaMarín, p., D. Zizumbo-Villareal y J. Martínez-Torres.** 2007. Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a la protección legal y conservación de su diversidad biológica y cultural. Pp 229-248 + Anexo xxi-xxxviii. En: P. Colunga-García Marín, A. Larqué Saavedra, L. Eguiarte, y D. Zizumbo-Villarreal (eds), En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY-CONACYT-CONABIO-INE.. ISBN: 978-968-6532-18-0.452 pp.
- Copeland, L.O.** 1976. Principles of seed Science and Technology. Editorial Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA. 369 pp.
- Chung, H.H., P. J. Kramer.** 1975. Absorption of water and ³²P through suberized and unsuberized roots of loblolly pine. Can. J. For. Res., 5: 229-235.
- Diego, S., Luz M. M.** 2010. Biología y germinación de semillas, laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad nacional de Colombia disponible: http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/4/03_Cap01.pdf (11, Octubre, 2013).
- 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 victoriaereginae* en el desierto de Chihuahua, México." Revista Chilena de Historia Natural 72: 475-491.

- Eguiarte**, L.E., X. Aguirre, M. Rocha, C. Torres, A. Silva y A. Valera. 2003. Diversidad genética en dos especies mezcaleras. Informe final Proyecto CONABIO V038, México D.F.
- Franco**, M.I.S. 1995. Conservación in si tu y ex si tu de las agaváceas y nolináceas mexicanas. Boletín de la Sociedad Botánica de México 57: 27-36.
- Freeman**, C.E., R.S. Tiffany; W.H. Reid. 1977. Germination responses of *Agave lechuguilla*, *A. parryi*, and *Fouquieriasplendens*. The Southwestern Naturalist. 22: 195-204.
- García-Mendoza**, A. 2002. Distribution of the genus *Agave* (Agavaceae) and its endemic species in Mexico”, en Cactus and Succulent Journal (us), Núm. 74, pp. 177-187.
- García-Pedraza**, L. G.; Juárez-Flores, B. I.; Aguirre-Rivera, J. R.; PinosRodriguez, J. M.; Martínez, J. F.; Santoyo, M. E. 2009. Effects of *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick high-fructose syrup on non-diabetic and streptozotocin-diabetic rats. *Journal of Medicinal Plants*. 3(11), 932-940.
- Gentry**, S. H. 1982. Agaves of Continental North America. Univ. de Arizona. Press, Tucson. pp. 670.

- González**, Elizondo, M., J.A. Tena Flores, F.I. Retana Renteria, I. L. López Enriquez, L. Reséndiz Rojas y M. S. González Elizondo. 2011. Agaves-magueyes, lechuguillas y noas-del Estado de Durango y sus alrededores. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Durango, Dgo.
- Hartmann**, H. T. y D. E. Kester. 1999. Propagación de plantas. Principios y prácticas.(Traducc.) Marino, A. A. Compañía Editorial Continental. México. Tercera impresión. pp. 136-150.
- Hernández-Cruz**, O.A., O.A. Martínez R., E. Blanco C.; E. Santamaría C. 2000. Evaluación de seis tratamientos pregerminativos de semilla de noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), Vol. I, Núm. 1, Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas. pp. 30-35.
- Huerta-Martínez**, F.M.; E. García-Moya. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación. *Interciencia*.29: 435-441.
- Maguire**, J. D. 1962. Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor.*CropScience* 2:176-177.
- Martínez-Palacios**, A. 1998. Evaluación Genética y Demográfica de *Agave victoria-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de México. 135p.

- Martínez-Palacios, A. L.E. Eguiarte & G.R. Furnier.** 1999. Genetic diversity of the endangered endemic *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. *American Journal of Botany* 86:1093-1098.
- 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.
- Moncivais, D., M. y Martínez G. A.** 1990. Aplicación de GA 3 vía acondicionamiento osmótico en semillas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cultivar Tampiqueño. XII Congreso Nacional de Fitogenética 3-7 de septiembre, 1990. Cd. Juárez, Chihuahua, México. Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar".
- Mora-López, J. L., J A Reyes-Aguero, J L Flores-Flores, C B Pena-Valdivia, J R Aguirre-Rivera.** 2011. Variación morfológica y humanización de la sección *salmiana* del género *Agave*. *Agrociencia* 45:465-467.
- Nath, S., Coolbear, P. and Hampton, J. G.** 1991. Hydration-Dehydration treatments to protect or repair stored 'Karamu' wheat seeds. *Crop Science*, 31 822-826.
- Nobel, P.S.** 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge University Press. Cambridge, NY. EU.288 p.
- Nobel, P.S.** 1996. *Ecophysiology of roots of desert plants, with special emphasis on Agaves and cacti*: Y Waissel, A. Eshel, Ukafkafi (eds) *Plant Roots: The Hidden Half*. 2nd Ed. Marcel Dekker, New York, 823-844p.

- Patiño**, V. F., P. de la Garza, Y. Villagomez A., I. Talavera A., y F. Camacho M. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Subsecretaría Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo no. 63. México, D. F. 180 p.
- Peña-Valdivia**, C.B., A.B. Sánchez-Urdaneta, J.R. Aguirre R., C. Trejo, E. Cárdenas y A. Villegas- Monter. 2006. Temperature and mechanical scarification on the germination of 'maguey' (*Agavesalmiana* Otto ex Salm-Dyck) seeds. Seed Science and Technology 34:47-56.
- Pritchard**, H.W. and A.P. Miller. 1995. The effects of constant temperatures, light and seed quality on the germination characteristics of *Agave americana*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 57: 11-14.
- Ramírez-Tobías** H. M., C. B. Pena-Valdivia, J. R. Aguirre R., J. A. Reyes- Agüero, A. B. Sánchez- Urdaneta, S. Valle-Guadarrama. 2011. Seed germination temperatures of eight Mexican *Agave* species with an extensive history of human use. Plant Species Biol. (in press). Doi: 10.1111/j.1442-1984-2011-00341.x
- Ramírez**, M. L. F. 1996. Respuesta de fertilización y riego de maguey *Agave salmiana* para uso forrajero en el cañón de San Antonio de las Alazanas. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx.
- Ramírez**, S., L.F. 2003. Requerimiento nutrimental de la planta de *Agave*. Mem. 1er. Simposium Nacional de *Agave*, Tequila y Mezcal. Marzo del 2003. Cd. Victoria Tamps. pp. 85-90.

- Reyes, A., J. A., J. R. Aguirre R., C. B. Peña V.** 2000. Biología y aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 67: 57-88.
- Rood, S. B., T. J. Blake, and R. P. Pharis.** 1983. Gibberellins and heterosis en maize. PlantPhysiol. 71:645-651.
- Rzedowski, J.** 1968. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F.
- Sánchez, E., N. Heredia, S. García.** 2005. Inhibition of growth and mycotoxin production of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* by extracts of Agave species. International Journal of Food Microbiology. 98: 271-279.
- Sands, R.** 1984. Transplanting stress in *Radiata pine*. Aust. For. Res., 14: 67-72.
- Schulte, P.J.** 2009. Water transport processes in desert succulents plants. In: E. de la Barrera; W.K. Smith (Eds). Perspectives in biophysical plant ecophysiology: Attribute to Parks Nobel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. pp: 39-55.
- Taylor, J. P., D. B. Wester, and L. M. Smith.** 1999. Soil disturbance, flood management, and riparian woody plant establishment in the Rio Grande floodplain. Wetlands 19: 372-382.
- Terborgh, J.** 1992. Diversity and the Tropical Rain Forest. Scientific American Library. N. Y.

Vargas, R. J. M. 1996. Velocidad de emergencia, un parámetro importante para la selección por vigor de semillas de líneas e híbridos de maíz (*Zea mays*L.) Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 58 p.

Vázquez, A. C. 1990. Ecología y conservación de semillas. México, UNAM. pp. 124.

Visvanathan, R.,Palanisamy, P.T.,Gothandapani, L., Sreenarayanan, V. 1996. Physical Properties of Neem Nut.Journal of Agricultural Engineering research. 63:19 – 26