

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Efecto de la Radiación (Rayos Laser) en la Germinación y Desarrollo
de *Agave victoriae-reginae* T. Moore, NOA.**

POR
OTONIEL CRUZ RODAS

T E S I S

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2008.

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

**Efecto de la Radiación (Rayos Laser) en la Germinación y
Desarrollo de *Agave victoriae-reginae* T. Moore, NOA.**

TESIS

PRESENTADA POR:

OTONIEL CRUZ RODAS

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:

M. C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL:

M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL:

M. C. CÉSAR GUERRERO GUERRERO

VOCAL SUPLENTE:

M. C. MA. DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

M. C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2008.

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

**Efecto de la Radiación (Rayos Laser) en la Germinación y
Desarrollo de *Agave victoriae-reginae* T. Moore, NOA.**

TESIS

ELABORADA POR:

OTONIEL CRUZ RODAS

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:

M. C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

ASESOR:

M. C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

ASESOR:

M. C. CÉSAR GUERRERO GUERRERO

ASESOR:

M. C. MA. DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

M. C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

RREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2008.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	li
ÍNDICE GENERAL.....	lii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRÁFICAS Y FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

Pág.

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3	OBJETIVOS.....	7
1.4	META.....	7
1.5	HIPÓTESIS.....	7

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1	El género agave.....	8
2.2	Distribución de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	9
2.3	Clasificación Taxonómica de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	12
2.4	Endemismo.....	13
2.5	Asociación con otras especies.....	13
2.6	Reproducción y población.....	14
2.7	Usos.....	16
2.8	Importancia económica.....	16
2.9	Marco normativo.....	17
2.10	NOM-059-SEMARNAT-2001.....	17
2.11	Conservación de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	18
2.12	La germinación en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore): Conceptos y	

	generalidades.....	20
2.12.1	La temperatura en la germinación.....	22
2.12.2	Importancia de la luz.....	23
2.13	Aspectos generales de la radiación en las plantas.....	25
2.13.1	Radiación solar.....	25
2.13.2	Fotomorfogénesis.....	28
2.13.3	Temperatura.....	29
2.13.4	Humedad.....	31
2.13.5	Evaporación.....	31
2.14	Conceptos generales de la radiación láser.....	32
2.14.1	Componentes del láser.....	33
2.14.2	Propiedades del láser.....	34
2.14.3	Aplicaciones.....	34
2.15	Estudios y experiencias del láser en la irradiación de semillas.....	35

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación geográfica del experimento.....	40
3.1.1	Estructura física.....	40
3.2.	Metodología.....	41
3.2.1	Material vegetal.....	41
3.2.2	Procedimiento y establecimiento del experimento.....	41
3.2.3	Material y equipo usado.....	42
3.3	Tratamientos.....	43
3.3.1	Variables evaluadas.....	43
3.4	Diseño experimental.....	44
3.4.1	Análisis estadístico.....	44

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Porcentaje de germinación.....	45
4.2	Días a la germinación de semillas.....	47
4.3	Emergencia de la primera hoja verdadera.....	50
4.4	Emergencia de la segunda hoja verdadera.....	52

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	54
5.2	Recomendaciones	54
	BIBLIOGRAFÍA	55
	APÉNDICES	62
	APÉNDICE 1.....	63
	APÉNDICE 2.....	66
	APÉNDICE 3.....	82
	APÉNDICE 4.....	83

.....

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Listado y característica de los tratamientos estudiados.....	43
Cuadro 2	Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore). UAAAN-UL, 2007.....	46
Cuadro 3	Comparación de medias para el porcentaje de germinación de semillas de Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore) con la prueba DMS (diferencia mínima significativa). UAAAN-UL, 2007.....	47
Cuadro 4	Análisis de varianza para los días a la germinación de semillas de Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore). UAAAN-UL, 2007.....	48
Cuadro 5	de medias referente a los días en que germinaron las semillas de Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore) con la prueba DMS (diferencia mínima significativa). UAAAN-UL, 2007.....	49
Cuadro 6	Análisis de varianza de acuerdo a la emergencia de la primera hoja verdadera en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore). UAAAN-UL, 2007.....	50
Cuadro 7	Comparación de medias de acuerdo a los días en que emerge la primera hoja verdadera en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore) con la prueba DMS. UAAAN-UL, 2007.....	51
Cuadro 8	Análisis de varianza para la emergencia de la segunda hoja verdadera en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore). UAAAN-UL, 2007.....	52
Cuadro 9	Comparación de medias referente a los días en que emerge la segunda hoja verdadera en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore) con la prueba DMS. UAAAN-UL, 2007.....	53

LISTA DE GRÁFICAS Y FIGURAS

GRÁFICAS

Gráfica 1	Porcentaje de germinación de Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore).....	46
Gráfica 2	Días promedio a la germinación de semillas de Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore).....	49
Gráfica 3	Días de emergencia de la primera hoja verdadera en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore).....	51
Gráfica 4	Días de emergencia de la segunda hoja verdadera en la Noa (<i>A. victoriae-reginae</i> T. Moore).....	52

FIGURAS

Figura 1	Ubicación demográfica de las poblaciones de Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), de acuerdo a Martínez (1998) limitada a los estados de Coahuila, Durango, Nuevo León.....	10
Figura 2	Semillas de Trigo sometidas a radiación con láser de AsAlGa (Benavides <i>et al.</i> , 2003).....	38

INTRODUCCIÓN

Actualmente en México, a Coahuila se le considera el estado que sobresale por su riqueza de especies endémicas. En ella 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.¹

En las plantas contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (lista de especies amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial) con distribución en Coahuila, se encuentran principalmente las agaváceas que están en riesgos de extinción, al cual pertenece el género más importante que es el agave. Dentro de los agaves, la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) está considerada como planta endémica que se encuentra en peligro de extinción.²

La Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) es una especie endémica de nuestro país, con una distribución limitada a zonas de los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León, establecidas generalmente en paredes de carbonato de calcio. Tienen una alta demanda ornamental en varios países y está amenazada por colectas para un comercio ilegal y la destrucción del hábitat por extracción de material del subsuelo.³

Ecológicamente forman un componente importante en los desiertos, particularmente de México, ya que estas especies son plantas perennes monocárpicas muy duraderas. Aunque hay poca información sobre su conservación y estructura genética.⁴

La madurez sexual de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) depende de las condiciones ambientales y su ciclo de vida fluctúa entre 20 y 30 años, el índice de germinación varía de 90 a 95%. En cuanto a la producción de semillas, como promedio general de 43,000 semillas por planta.⁵

La ecología de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) es de zonas áridas donde la radiación e intensidad solar esta presente, con periodos amplios de exposición. Existe una relación de este factor ambiental con la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta en condiciones naturales. Sin embargo, los rayos láser por sus propiedades (coherencia, especificidad, energía, etc.) pueden ser

¹ Villarreal-Quintanilla, J. Á. Listados Florísticos de México: XXII Flora de Coahuila. p.136. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 2001.

² SEMARNAT. NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección Ambiental de Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México DF. <http://www.semarnat.gob.mx>. 2006.

³ Martínez, P. A. Evaluación genética y demográfica de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. p.135. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1998.

⁴ Martínez, P. A. y colaboradores. Genetic diversity of the endangered endemic *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. pp.1093-1098. Vol. 86, No.8. *American Journal of Botany*.1999.

⁵ Montaña, R. H. y colaboradores. NOA (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) Planta endémica en peligro de extinción, su conservación y uso como planta de ornato. pp. 34-43. Vol. 5, no. 1. *Rev. Investigación Agropecuaria*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2008.

utilizados para simulaciones y estudios de la influencia de estos factores en plántulas bajo condiciones de laboratorio y vivero.⁶

En la Comarca Lagunera típicamente se encuentran en algunos cerros con paredes casi verticales y calcáreas. En algunas partes de la región ya no existe esta apreciable planta; su reproducción es muy importante por ser endémica y por lo tanto se busca la manera de producirla.

Considerando que el índice de germinación de las semillas de Noa es del 90–95% en condiciones de laboratorio con temperatura de 25-27 °C, 16 horas de luz y una humedad relativa de 90%; en condiciones naturales el índice es menor a lo anterior. Por esto, se evaluó el efecto de la intensidad y tiempo de exposición a la radiación (rayos láser) en semillas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore). Además, la germinación de las semillas y el desarrollo de la planta; el tiempo de emergencia en la primera y segunda hoja verdadera, también la longitud y ancho en las tres primeras hojas verdaderas. Esto con el fin de obtener variaciones y efectos en la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta.

En el diseño experimental se evaluaron seis tratamientos y un testigo, cada uno con 4 repeticiones constituidas por 15 plántulas (semillas), que son 360 semillas irradiadas con láser y 60 semillas sin irradiar para el testigo, siendo un total de 420 semillas para la prueba. Además las semillas fueron irradiadas en intensidades de 1 láser (3×10^{-2} joules/s) y 3 láseres (9×10^{-2} joules/s) con periodos de exposición de 30, 60 y 120 segundos.

⁶ Guardia, L. y colaboradores. Efecto de la irradiación láser y diferentes factores físicos en el crecimiento de las plántulas de arroz. p.5. En: Resúmenes. III Taller "Las radiaciones y los isótopos en la agricultura". La Habana, Cuba. 1995.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

México es un país muy diversificado en cuanto concierne a su cubierta vegetal, su distribución es a menudo muy compleja en función de la amplia variedad de topografía, climas, suelos y usos de la tierra. La influencia humana sobre la vegetación natural de México resulta en general demasiado destructiva. Entre éstos han sido la colonización progresiva del país, el origen y expansión de la agricultura, así como el desarrollo de la ganadería, de la explotación forestal y en parte la minería.⁷

Dentro de las especies botánicas con mayor grado de amenaza en su sobrevivencia se encuentra la Noa (*Agave victoria reginae* T. Moore) que es de relevancia para la flora nacional y en particular de la Comarca Lagunera, por su nivel de endemismo y por el papel que desempeña en la estructura de los ecosistemas áridos del país. Dos de las causas de la devastación de esta planta son la destrucción del hábitat y el saqueo de ejemplares con fines comerciales.⁸

La Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) como especie endémica de la Región Norte Centro de México y la sobreexplotación como planta de ornato, esta considerada como planta en peligro de extinción. Los sistemas productivos propios de la región han provocado el deterioro de las áreas con vegetación nativa, restringiendo las posibilidades de sobrevivencia a especies potencialmente útiles, en la actualidad es el caso de la Noa (*Agave victoria reginae* T. Moore) que en épocas pasadas debió poblar ampliamente grandes extensiones.⁹

La ecología de zonas áridas donde la radiación e intensidad solar esta presente, con periodos amplios de exposición. La relación de este factor ambiental con la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta en condiciones naturales, y la simulación a través de la radiación con rayos láser en la semilla, permitirá la posterior germinación y desarrollo en laboratorio y vivero, presentando alguna variación en la germinación de la semilla y desarrollo de la planta. La fisiología de la reproducción de esta planta es muy lenta, su periodo de madurez sexual es de varios años, se considera entre los 20 y 30 años, siendo a su vez, monocárpico. El índice de germinación de las semillas de Noa es del 90-95 % en condiciones de laboratorio con temperatura de 25-27°C, 16 horas de luz y una humedad relativa de 90 %. En condiciones naturales el índice es mínimo y se busca relacionar los factores ambientales y su influencia en este proceso.

⁷ Rzedowski, J. Vegetación de México. Ed. Limusa. 1ª edición. México, D.F. 1978.

⁸ Hernández-Cruz, O. A. y colaboradores. Evaluación de seis tratamientos pregerminativos de semilla de noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore). pp. 30-35. Vol. I, No.1. *Rev. Chapingo*, serie zonas áridas. 2000.

⁹ Agüero, M. A. Potencial de reproducción sexual de Noa (*Agave victoria-reginae*. T. Moore). pp. 28, 86. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Biología de la UJED. Gómez Palacios, Durango. 1994.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Al considerar la especie de *Agave victoria-reginae* T. Moore como una especie en peligro de extinción y por ser endémica, se busca la manera de poder producirla en masa en laboratorio, invernadero y vivero, con la finalidad de poder introducirla a su hábitat natural en zonas protegidas. La conservación y la reproducción de la especie, es básica y primordial.

Con la reproducción controlada de esta especie, permite que las poblaciones nativas se mantengan o incrementen, utilizando como fuente principal sus semillas. Por lo que se pretende encontrar una correlación de la intensidad luminosa con la radiación láser, para eso se evaluará la germinación de las semillas irradiadas de noa (rayos láser) y el desarrollo de la planta.

Esta planta es importante en el aspecto cultural en la Laguna, por que se considera una especie regional, se tiene una Sierra de las Noas como base del asentamiento urbano de las ciudades de Torreón, Coahuila, de Gómez Palacio y Lerdo, Durango.

1.3 OBJETIVOS

- Determinar el efecto de la intensidad de la radiación (rayos láser) en las semillas y el efecto del periodo o tiempo de exposición a la radiación de semillas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

1.4 META

- Evaluar la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta.

1.5 HIPÓTESIS

- Si la intensidad y periodo de exposición a la radiación afectan al embrión, entonces habrá una variación en la germinación de la semilla y en el desarrollo de la planta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 El género agave

El nombre del género agave se deriva del vocablo griego *agaue* (noble, admirable), descrito por el botánico sueco y padre de la taxonomía moderna, Carlos Linneo en 1753, siendo como género más importante en la familia monocotiledónea Agavaceae.¹⁰ Es uno de los ocho géneros reconocidos de la familia Agavaceae, que se distribuye desde el sur de Canadá hasta el norte de Sudamérica e Islas del Caribe. México es considerado como uno de los principales centros de distribución de la familia, se estima que existen alrededor de 186 taxa del género *Agave*.¹¹

Esta planta cuenta con más de 160 especies, mientras que otros autores reportan 272 especies. En México se encuentran presentes el 75%, es muy notable este número de especies tomando en cuenta la gran similitud morfológica y ecológica entre la mayoría de las especies en este género.¹²

La mayoría de los agaves son monocárpicas, las cuales después de su única fase reproductiva mueren y tardan de 8 a 20 años en llegar a su edad reproductiva, momento en el cual comienza a crecer el escapo. Las flores son de varios tamaños y colores en las distintas especies, pueden ser desde unos tres centímetros hasta 15 ó 20 cm. de largo. Principalmente son protándricas, hermafroditas, autocompatibles con poca autofertilización, tienen seis tépalos erectos curvados, imbricados, a veces desiguales.¹³

Es importante mencionar que esta diversidad de flora emblemática (agave) ha sido alterada por la modificación de sus ecosistemas, poniendo a varias de sus especies en serios problemas de sobrevivencia hasta disminuirse y en peligro de extinción. Algunas por actividades antropogénicas, exceso de recolección de las mismas, la cual excede a la tasa natural de reproducción; el gran desarrollo demográfico, el cual limita el hábitat característico de las especies, el buen manejo de agave para su reproducción y la extracción para el comercio ilegal nacional e internacional que de alguna forma pone en riesgo a algunas especies de éste género.¹⁴

¹⁰ Nobel, P. S. Los incomparables Agaves y Cactus. p. 211. Trillas. México. 1998.

¹¹ López E. y colaboradores. El Género Agave en Durango México. p. 61. Resúmenes: Simposio Internacional El Conocimiento Botánico en la Gestión Ambiental y El Manejo de Ecosistemas y 2º Simposio Botánico del Norte de México. Victoria de Durango, Dgo. 2005.

¹² Eguiarte, L. E. y colaboradores. Biología evolutiva de la Familia Agavaceae: biología reproductiva, genética de poblaciones y filogenia. pp.131-150. Vol. 166. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 2000.

¹³ Rzedowski, J. y Calderón De R. G. Flora Fanerogámica del Valle de México. 1ª ed. Vol. III. edición. Instituto de Ecología. 1990.

¹⁴ Golubov, J. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. Órgano de difusión de la Sociedad Mexicana de Cactología A.C. Instituto de Ecología. UNAM. México D.F. 2002.

2.2 Distribución de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) es una especie endémica del norte de México, se encuentra de forma natural solo en los estados de Nvo. León, Coahuila y Durango, entre los 100° y 104° longitud oeste y 25° y 27° latitud norte (Figura 1). Esto quiere decir que su área de distribución esta restringida. Con características ornamentales muy apreciadas en el extranjero, sobrevive en las paredes rocosas de las montañas calizas de la Comarca Lagunera. Solo se encuentra en localidades muy específicas debido a que crece en afloramientos de carbonato de calcio sobre paredes verticales; las poblaciones están separadas entre sí por más de 10 km.¹⁵

Está incluida en el apéndice II del CITES y ubicada como en peligro de extinción por la NOM 059. Durante el siglo pasado ha sido objeto de colecta para uso ornamental para un mercado internacional, generándose un saqueo masivo de miles de plantas y cientos de kilos de semillas por año por diversos agentes (coleccionistas, comerciantes, colectas científicas), siendo crítico durante la década de los ochenta. La destrucción del hábitat y el saqueo de ejemplares con fines comerciales son dos de las causas de la devastación de las poblaciones nativas de ésta planta.¹⁶

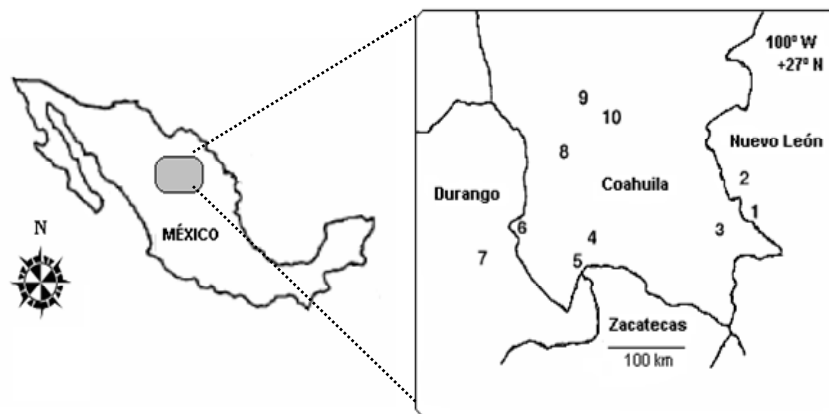


Figura 1. Ubicación geográfica de las poblaciones de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), de acuerdo a Martínez (1998) limitada a los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León.

Las poblaciones de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) que se observan en el mapa anterior corresponden a: población 1 en el Cañón Huasteco, entre Nuevo León y Coahuila, población 2 (Mina, Nuevo León), población 3 (Loma Landeros y Loma Alta, Coahuila.), población 4 (Sierra de Parras, Coahuila.), población 5 (Ahuichila, entre Coahuila y Zacatecas), población 6 (Sierra de las Noas, Coahuila.), población 7 (Sierra el Mulato-Cañón de Fernández., Durango.), población 8 (Sierra las Delicias, Coahuila.), población 9 (Sierra la Fragua, Coahuila.), población 10 (Sierra el Granizo, Coah.).

¹⁵ Ibidem. p.135. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1998.

¹⁶ Bye, R. The Role of Humans in the Diversification of Plant in Mexico. In T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, and J. Fa [eds.], Biological diversity of Mexico: origins and distribution. pp. 707–731. Oxford University Press, New York, NY. 1993.

Otras fuentes informan de la presencia de plantas en una pequeña localidad de la Sierra de la Paila, se tienen reportes por los habitantes de la zona, que existe una pequeña distribución al Sur de la Sierra Los Alamitos a la altura del Estanque del León. Es posible que la distribución de plantas pueda llegar hasta la Sierra San Julián, Zacatecas, aunque es muy probable que sean distribuciones con poca representatividad. Dentro del triángulo que forman la población No 1 al Este, la No. 7 al Oeste y la No. 10 al Norte, es posible encontrar pequeñas localidades en pequeños cañones de las diferentes Sierras, la característica necesaria es que en ellos se presenten paredes de carbonato de calcio con las características mencionadas.¹⁷

Los sistemas productivos propios de la región han provocado el deterioro de las áreas con vegetación nativa, restringiendo las posibilidades de sobrevivencia a especies potencialmente útiles, en la actualidad este es el caso de la Noa (*Agave victoria reginae* T. Moore) que en épocas pasadas debió poblar ampliamente grandes extensiones.¹⁸

¹⁷ Martínez-Palacios, A. Op. Cit. p. 135. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1998.

¹⁸ Ibidem. p. 28, 86. Tesis de Licenciatura de la Escuela Superior de Biología de la UJED. Gómez Palacios, Durango. 1994.

2.3 Clasificación Taxonómica de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

Se han descrito ocho formas de esta especie, por diferencias en la presencia, localización, tamaño y número de espinas así como por la coloración, forma y arreglo de sus hojas.¹⁹ De acuerdo a Gentry (1982), la planta Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) se clasifica de la siguiente manera:²⁰

Reino: *Plantae*
Subreino: *Embryobionta*
División: *Angiospermae*
Clase: *Liliopsida*
Subclase: *Liliidae*
Orden: *Asparagales*
Familia: *Agavaceae*
Subfamilia: *Agavoideae*
Género: *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)
Noa
Pintillo

2.4 Endemismo

Se conoce como endemismo cuando una especie se encuentra en alguna área que presenta una distribución restringida; la cual puede variar en extensión. La flora fanerogámica endémica del país se estima en 9,300 especies. Los endemismos, en particular a nivel de especie, son frecuentes sobre todo en regiones templadas, subhúmedas, zonas áridas y semiáridas.²¹ La mayor parte del territorio de Coahuila está incluido en el desierto Chihuahuense, el cual contribuye más que cualquier a otro estado en número de especies endémicas para esta gran zona árida. La flora de los matorrales xerófitos y rosetófilos de México es rica en endemismos tanto en nivel específico como genérico, por consiguiente se encuentra muy bien individualizada como tal.²²

¹⁹ Blanco, C. E. Propuesta Sistemática para el Aprovechamiento y Conservación de la Noa, (*Agave victoriae-reginae*. T. Moore). pp. 22-23. Tesis de Maestría de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. 1995.

²⁰ Gentry, H.S. Agaves of Continental North America. 670 p. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. USA.1982.

²¹ Rzedowski, J. El Endemismo en la Flora Fanerogámica Mexicana: una Apreciación Analítica Preliminar. pp.47-64. Vol. 15. *Acta Botánica Mexicana*. 1991.

²² Rzedowski, J. Vegetación de México. pp. 237-263. Edit LIMUSA, México DF. 1983.

La Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) es una de las especies reportadas como amenazadas dentro del género de los agaves, la cual se encuentra restringida en pequeñas áreas dentro de los Estados de Coahuila, Durango y Nuevo León. Por ejemplo en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) se encuentra ubicada dentro del Cañón de la Cabeza principalmente en acantilados del lado Oriental.²³

2.5 Asociación con otras especies

La asociación típica de la Noa con otras especies del matorral xerófilo, está dominada con los géneros *Hechita* y *Agave*, aunque se acompañan también por cactáceas y elementos del matorral micrófilo. Algunas de estas plantas son: guapilla (*Hechitia glommerata*), sotol (*Dasylyron wehelerii*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), maguey cenizo (*Agave asperrima*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), palmillo (*Yuca rigida*).

2.6 Reproducción y población

La población de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) parece reproducirse exclusivamente en forma vegetativa (asexual). Este tipo de reproducción se lleva a cabo por medio de rizoma que se extiende a partir del tallo de la planta surgiendo la nueva planta que se separa de la planta madre. El rizoma es grueso de color blanco, con nudos a corta distancia con entrenudos de 1 cm entre ellos. Pero en vivero se presentan dos tipos de hijuelos: unos se forman a través de rizomas y emergen a cierta distancia de la planta madre a comparación de otros hijuelos que se forman directamente del tallo de la planta madre.²⁴

Esta forma de reproducción es muy favorable ya que ofrece muchas ventajas para su sobrevivencia, en condiciones ambientales muy adversas. Esto de acuerdo a estudios realizados en la sierra de las noas conocido como Cañón del Indio en Torreón, Coahuila.²⁵

Sin embargo la producción de semilla aunque no es periódica, es abundante y representa un proceso potencial para su utilización, por ejemplo de 500 semillas se germinan un 94 % de ellas. En condiciones ambientales naturales, puede sobrevivir un 74% equivalente a 347 plantas de Noa en el primer mes, y hasta el sexto mes una población reducida del 63% (218 plantas) puede sobrevivir hasta la formación de la

²³ Hernández, H. M. y Godínez A. H. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Pp. 33-52. Vol. 26. Act. Botánica Méx. 1994.

²⁴ Ibidem. pp.34-43. Vol. 5, no. 1. *Rev. Investigación Agropecuaria*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2008.

²⁵ Montaña, R. H. y Jaramillo, S. A. Determinación de densidad de población y distribución de una especie en peligro de extinción *agave victoriae-reginae* T. Moore. Noa. Pp. 95-99. Congreso Nacional. "Oportunidades y Retos de la Ingeniería Agrícola ante la Globalización y el Cambio Climático" Durango, México. Universidad Autónoma de Chapingo. 2007.

segunda hoja. Una reproducción controlada, utilizando como fuente principal sus semillas, garantiza que las poblaciones nativas se mantengan o incrementan.²⁶

Martínez (2000), estimó la estructura de tamaños, la densidad de población y el tamaño de las poblaciones, la producción de semillas por la planta en campo y el porcentaje de germinación, incluyendo regeneración in-Vitro de plantas a partir de cultivo de semillas y tallos provenientes de plántulas generadas por semillas. Los resultados del análisis de distancias genéticas y geográficas de las poblaciones del este, centro, y oeste, muestran que las del este y oeste están más relacionadas

Martínez (2000) evaluó y determinó el tamaño de las poblaciones y encontró que los grupos del centro son más pequeños; la densidad promedio es de 0.47 ind/m². La población más grande se estimó con un total de 574 000 individuos con una densidad de 0.70 ind/m² y la población más pequeña con 864 ind/m²; el diámetro promedio general determinado fue de 11.20 cm; el porcentaje de reproductores general estimado fue de 0.00131 reprod/m²; la producción de frutos por planta fue de 298-1895, la producción de semilla por planta reproductiva es alta, con un promedio superior a 50 000 sem/pl, y un índice de porcentaje de germinación mayor a 90%.²⁷

También Montaño (2007) realizó estudios de densidad de población en diez puntos de la sierra de las Noas, en una zona conocida como Cañón del Indio, en un área total de 500 m². El total de individuos muestreados fue de 2042 especies diversas de la zona determinado al azar. Obtuvo una densidad de población de 0.26 ind/m², la máxima densidad fue de 0.95 ind/m² y la mínima de 0.05 ind/m². Las áreas en la que existían especies de *agave victoriae-reginae* presentaban zonas con pendiente de hasta 90°, suelo rocoso y localizada entre rocas calizas.²⁸

2.7 Usos

La Noa es usada por los pastores que salen a alimentar a sus rebaños al monte, consumiendo su quiote, masticando y extrayéndole los azúcares. Se tienen datos de que en épocas pasadas en la región de Saltillo, Coahuila fué usada por los “caballerangos”, a la cual le extraían fibra para producir cuerdas o reatas; indicando de que era de mejor calidad que la generada de *Agave lechuguilla*. En los alrededores de la Comarca Lagunera, procesan la planta de Noa a nivel doméstico para obtener dulce horneado.²⁹

²⁶ Hernández-M, M. A. Estudio básico para realizar el aprovechamiento de la noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. 33 p. Tesis de Licenciatura. UAAAN UL. 2006.

²⁷ Martínez, P. A. Estructura poblacional y conservación de semillas de *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Agavaceae), endémica y en peligro de extinción. Evaluación genética y demográfica de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. pp. 1-37. 2000.

²⁸ Ibidem. pp. 95-99. Congreso Nacional. “Oportunidades y Retos de la Ingeniería Agrícola ante la Globalización y el Cambio Climático” Durango, México. Universidad Autónoma de Chapingo. 2007.

²⁹ Ibidem. pp. 22-23. Tesis de Maestría de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. 1995.

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 has traspasado las fronteras del país para ser cultivada gracias a su belleza. El uso ornamental ha alcanzado un nivel internacional ya que se encuentran registros de que el mercado internacional ofrece 200 dólares por planta. El aprovechamiento de esta especie en su área de distribución natural, se restringe a la colecta manual de semillas y plantas silvestres para su comercialización, ya que es usada como planta ornamental. Debido a su característica belleza se ha cultivado en diferentes partes del Hemisferio, usando las semillas que se extraen de la planta silvestre.^{30 y 31}

2.9 Marco normativo

Para realizar el aprovechamiento de especies vegetales amenazadas es necesario conocer las normas establecidas. Las cuales deben seguirse para realizar un aprovechamiento sostenido de los recursos, estas normas son nacionales e internacionales.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene como finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestre no constituya una amenaza para su supervivencia. Las especies amparadas por el CITES están incluidas en tres apéndices según el grado de protección que necesiten. La Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore), se encuentra establecida en el Apéndice II de la lista del CITES. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.³²

2.10 NOM-059-SEMARNAT-2001

Esta norma oficial mexicana establece la protección ambiental de especies nativas de flora y fauna de México. La Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) o pintilla como es conocida en algunas de las regiones de la Comarca Lagunera se encuentra establecida como una de las especies endémicas de México y que además se encuentra en peligro de extinción constatándose en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2001, que muestra a todas las especies en riesgo. De acuerdo a la presente norma, el aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en el artículo 87 de la Ley General de

³⁰ Matuda, E. Iconografía de los Agaves Mexicanos: pp.21-23. Vol. 7. No.1. *Cact. y Suc. Méx.* 1962.

³¹ Martínez-Palacios, A. Op. Cit. p.135. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1998.

³² Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Appendices I, II, and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. United States Fish and Wildlife Service, Washington, DC. 1995.

Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.³³

2.11 Conservación de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

La actual preocupación por la conservación de las especies se basa en la comprensión de la singularidad de cada una; la imposibilidad de reemplazarlas, las funciones ecológicas que desempeñan, los usos económicos actuales, los usos potenciales de algunas poco conocidas y los que pudieran tener otras por descubrir.³⁴

Existen mas especies amenazadas de las que son listadas. Básicamente las especies más notorias y carismáticas obtienen desproporcionada atención, mientras que las menos notorias o la mayoría son ignoradas, aun cuando su papel en el hábitat puede ser más importante. La mayoría de los biólogos conservacionistas coinciden en la importancia de la protección del hábitat como elemento fundamental para preservar la biodiversidad.³⁵

La exitosa recuperación de especies amenazadas requiere la mayor cantidad de información científica confiable. Los bancos de semillas, entendidos como extensiones de las actividades de los jardines botánicos pueden ser excelentes medios para conservación *ex situ* de la biodiversidad, o sólo de entidades taxonómicas si no de la variación ecológica y la diversidad genética poblacional de las especies.³⁶

En las últimas décadas se han empleado métodos de análisis genéticos y de demografía, los cuales han permitido conocer el estado en que se encuentran las poblaciones vegetales amenazadas. Análisis electroforéticos pueden ayudar a determinar los niveles de variación que se presentan dentro de una especie y los estudios demográficos hacen posible conocer la dinámica de la población. Esta información puede ayudar a dirigir programas para la conservación *in situ* y *ex situ* y el futuro aprovechamiento de especies amenazadas.³⁷

La micropropagación por cultivo de tejidos puede ofrecer mayores ventajas sobre las técnicas convencionales. Las técnicas *in Vitro* se han utilizado para el rescate de especies en peligro de extinción con el objeto de lograr una rápida multiplicación de individuos libres de patógenos. Un gran número de regenerantes puede producirse a partir de pequeñas cantidades de material inicial, tan pequeña como una yema o una semilla y llegar a clonar individuos y/o inducir variaciones genéticas bajo condiciones controladas.

³³ Ibidem. Diario Oficial de la Federación. México DF. <http://www.semarnat.gob.mx>. 2006.

³⁴ Alanís, Flores J.G. y colaboradores. Diversidad Florística de Nuevo León: Especies en Categoría de Riesgo. Pp.: 209-217. Ciencia UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey. 2004.

³⁵ Schawartz, M.W. y colaboradores. Conservation's Disenfranchised Urban Poor. pp. 601-606. Vol. 57, No.7. *Bioscience*. 2002.

³⁶ Dixon, K. y E. Bunn. Biotechnology and the science of saving endangered plants. pp. 300-302. Vol. 5, No.5. *Australasian Biotechnology*. 1995.

³⁷ Eguiarte, L.E. y colaboradores. Diversidad filogenética y conservación: ejemplos a diferentes escalas y una propuesta a nivel poblacional para *Agave victoriae-reginae* en el Desierto de Chihuahua, México. pp. 475-492. Vol.27. *Revista Chilena de Historia Natural*. 2001.

Para la propagación in Vitro de agaváceas se han aplicado diferentes técnicas de cultivo, utilizando segmentos caulinares y foliares, bulbillos, semillas, callos, meristemos, yemas, embriones zigóticos. La mayoría de éstas técnicas se enfocan a la multiplicación masiva a través de brotes adventicios o axilares y la producción de embriones somáticos. La aplicación del cultivo in Vitro del género agave se inició en la década de los años 70.³⁸

En la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) y otras especies de agave se ha utilizado el cultivo *in vitro* por embriogénesis somática, para la propagación en masa. Ha sido una de las herramientas para la mejora genética, ya que la adaptación de plantas en su hábitat natural se logra en un 90%. La embriogénesis somática es un sistema de regeneración de plantas que solo se ha alcanzado con éxito en el *Agave victoriae-reginae* T. Moore.³⁹

2.12 La Germinación en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore): Conceptos y generalidades

La germinación es la activación de un embrión que se hallaba previamente en un estado de quiescencia o reposo, esta inicia con la absorción y finaliza cuando los cotiledones o hipocotilo, emerge de la cubierta de la semilla. La semilla es una ovocélula madura que ha sido fecundada y ha desarrollado una planta rudimentaria (embrión) acompañada de una reserva de alimentos, estando envueltos ambos por cubiertas protectoras desarrolladas a partir de las paredes originales del óvulo. La semilla se forma sexualmente.⁴⁰

La germinación se realiza en cuatro etapas:

- 1) Hidratación o absorción, cuando el agua penetra en el embrión e hidrata las proteínas y otros coloides.
- 2) La formación o activación de enzimas.
- 3) La elongación de las células de la radícula, seguida por la emergencia de la radícula.
- 4) El posterior crecimiento de la plántula.⁴¹

Las condiciones importantes que se necesitan para que se lleve a cabo la germinación son: la semilla debe ser viable, esto es que el embrión debe estar vivo, las

³⁸ Martínez, M.A. y Pacheco J. C. Protocolo para la micropropagación de *Furcraea macrophylla* Baker. pp. 207-213. Vol.24, No.2. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Columbia (UPTC), Tunja. *Agronomía Colombiana*. 2006.

³⁹ Rodríguez, G. B. y colaboradores. Somatic embryogenesis of *Agave victoriae-reginae* Moore. pp. 85-87. Vol.46. *Plant Cell, Tissue. And Organ Culture*. 1996.

⁴⁰ Villiers, Trevor A. Reposo y Supervivencia de las Plantas. Cuadernos de Biología. pp.18, 74. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona. España. 1979.

⁴¹ Salisbury, Frank B. y Ross Clean W. Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las Plantas y Fisiología Ambiental. p. 755. Editorial PARANINFO. Madrid, España. 1992.

condiciones internas de la semilla deben ser favorables, es decir la turgencia de la semilla y la semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas.⁴²

Los factores ambientales como disponibilidad de agua, temperatura, luz, oxígeno y dióxido de carbono entre otros, influyen tanto sobre el porcentaje como sobre la velocidad de germinación de las semillas siendo muchos de ellos más o menos específicos para cada especie.⁴³

Al madurar las semillas indican el estado inicial de una nueva planta, la cual se desarrollará después de que la semilla salga de su estado de latencia en el cual se encuentra, cuando se lleve a cabo el proceso de germinación. El suministro de agua es uno de los factores principales para que se realice este proceso por que la semilla mantiene una condición de humedad extremadamente baja (5-10%) en relación con su peso seco.⁴⁴ Por lo tanto, la primera fase de la germinación llamado imbibición es de rápida toma de agua, sino se deseca la semilla y muere. Las semillas tienen que absorber una buena cantidad antes de iniciar la germinación.⁴⁵

En resumen, la disponibilidad de agua es una condición esencial para la germinación de las semillas, ya que determina la imbibición y posterior activación de procesos metabólicos, como rehidratación, mecanismos de reparación (membranas, proteínas y ADN), elongación celular y aparición de la radícula.

2.12.1 La temperatura en la germinación

De los factores mencionados, el agua y la temperatura son los más determinantes del proceso germinativo. Cuando la humedad no es limitante, tanto la tasa como el porcentaje de germinación son controlados por la temperatura.⁴⁶

La alternancia diaria de temperatura es efectiva para estimular la germinación de semillas recién cosechadas de muchas especies. Las temperaturas óptimas son aquellas más favorables para la germinación. Las temperaturas óptimas de germinación para la mayoría de las plantas fluctúan entre 26.5° a 35°C.⁴⁷

Respecto a la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore) Agüero (1994) encontró que las semillas al ser germinadas a temperaturas de 20°C y que fueron colectadas durante el otoño e invierno, presentan un porcentaje mayor en la germinación de 95% a 97% respectivamente, en un tiempo de 7 días.⁴⁸ En otras especies de agave, estudios

⁴² Hartmann, T.H. y Kester, E. D. Propagación de plantas, principios y prácticas. pp. 193-195. CECSA. 2ª Ed. 1996.

⁴³ Bewley, J.D. and Black M. Dormancy and the control of germination. Seeds. Physiology of development and germination. Pp.199-267. Academic Press, New York. 1994.

⁴⁴ Larqué, S. A. y Trejo, L. C. El agua en las Plantas. Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal. p.16. Edit. TRILLAS. Colegio de Postgraduados. México. 1990.

⁴⁵ Bidwell R.G.S. Fisiología Vegetal. p. 455. A.G.T. Editor, S.A. 2ª ed. México. D.F. 1979.

⁴⁶ Heydecker, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. pp. 237-282. Elsevier/ North Holland and Biomedical Press, Amsterdam. 1977.

⁴⁷ Ibidem. pp. 193-195. CECSA. 2ª Ed. 1996.

⁴⁸ Agüero-Morín, A. Op. Cit. pp. 28, 86. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Biología de la UJED. Gómez Palacios, Durango. 1994.

realizados determinaron que al germinar semillas de *Agave virginica*, *Agave lechuguilla* y *Agave deserti*, obtuvieron los mas altos porcentajes de germinación, los cuales fluctuaron de 94% a 95% de 7 a 8 días a temperaturas de 25° a 30°C.^{49 y 50}

Estudios realizados en *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Noa) obtuvieron un porcentaje del 95%, a los 3 días después de las siembra utilizando semillas con 24 horas de remojo en agua destilada, que fueron colectadas en primavera-verano de 2004 en el Cañón del Indio de la sierra de las Noas. En contraparte, para las semillas sin remojo presentó un porcentaje de 92.5% a los 4 días después de la siembra. Las semillas fueron germinadas bajo condiciones controladas, una temperatura de 27° C con 16 horas de luz (blanca). Respecto a la aparición de la 1ª hoja verdadera, resultó ser óptimo en las semillas con remojo, es decir en valores de 23.4 días después de la siembra, que en semillas sin remojo (25.2 días), esto para reducir el tiempo de emergencia y formación de la 1ª hoja verdadera.⁵¹

En la Noa, la temperatura resulta ser un factor importante en el porcentaje de germinación, ya que se obtienen valores más altos oscilando entre 90% y 96%, en rangos de temperatura de 23 a 25°C.

2.12.2 Importancia de la luz

Otro factor ambiental que se observa desde la germinación de una semilla hasta el desarrollo de la planta es la luz. En muchas semillas, la germinación es inducida por la luz.⁵²

Generalmente, la exposición a la luz puede estimular la germinación de muchas semillas dependiendo de la clase, edad, manejo previo y temperaturas acompañantes. La sensibilidad a la luz es más fuerte de inmediato después de la cosecha y tiende a desaparecer con el almacenamiento en seco. La luz debe proporcionársela con lámparas fluorescentes de luz blanca fría con una intensidad no menor de 75 a 125 bujías (800 a 1345 lux) cuando menos durante 8 horas diarias y un aspecto adicional de los efectos de la luz sobre la germinación es su interacción con la temperatura.⁵³

Por último, el oxígeno es indispensable para el efecto de la germinación. El metabolismo durante los estadíos iniciales de la germinación puede ser anaerobio cambiando a aerobio, tan pronto como la testa se rompe y el oxígeno se difunde en su interior. La germinación también puede ser controlada por la presencia de otras plantas, ya que muchas de ellas elaboran productos tóxicos o inhibidores (taninos y compuestos

⁴⁹ Baskin, J. M. and Baskin, C. C. The ecology life of *Agave virginica* L. In Tennessee cedar glades. pp. 449-452. *The American Midland Naturalist*. 1990.

⁵⁰ Nobel, P. S. Environmental Biology of agaves and cacti. pp. 128-129. University of California. 1991.

⁵¹ Montaña, R. H. y colaboradores. Op. Cit. pp.34-43. Vol. 5, no. 1. *Rev. Investigación Agropecuaria*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2008.

⁵² Hart, J. W. Light and Plant Growth. Topics in plant physiology: 1. p. 103. Series Editors: M. Black & J. Chapman, UNWIN HYMAN. London. 1990.

⁵³ Hartmann, T.H. y Kester, E.D. Op. cit. pp. 193-195. CECSA. 2ª Ed. 1996.

fenólicos), que pueden impedir la germinación de semillas de la misma o de otras especies.⁵⁴

Durante el proceso de desarrollo de una planta, desde la germinación de las semillas hasta la formación de nuevas semillas, éstas muestran cambios visibles externas, los cuales son resultado de las condiciones ambientales (luz, temperatura, humedad). Dichas fases fenológicas o etapas del desarrollo de la planta y las observaciones que de ellos se hacen se denominan observaciones fenológicas. La fenología es una rama de la ciencia agrometeorológica que trata de las relaciones entre condiciones atmosféricas, o el clima y los fenómenos biológicos periódicos. Los ejemplos más evidentes son: aparición de primeras hojas, brotación de yemas, floración, retoños, semillas, frutos, densidad de población, altura de la planta, etc.⁵⁵

La germinación *in vitro* tiene ventajas respecto a la producida en condiciones naturales: Puede solucionar casos de inhibición total de la germinación, permitir la germinación de semillas con intermediario obligado, aumentar la tasa de germinación, evitar el aborto embrionario, reducir el tiempo necesario y sincronizar la germinación.⁵⁶

Cabe señalar que en el *Agave victoriae-reginae* el índice de germinación de las semillas es alto en el laboratorio, pero no resulta ser favorable en las condiciones naturales o ambientales, debido a la falta de agua o humedad que se presentan.⁵⁷

2.13 Aspectos generales de la radiación en las plantas

2.13.1 Radiación solar

El Sol proporciona el 99.97% de la energía usada en la superficie de la Tierra para todos los procesos naturales y transforma cada segundo, unos 4 millones de toneladas de su masa en energía. Esta cantidad ingente representa, para la Tierra, un foco energético de $1.779 \cdot 10^{11}$ MW de potencia, que la sociedad humana y la biosfera utilizan de forma directa o indirecta. La energía solar que incide en un lugar tiene una enorme importancia en términos ecológicos y económicos.⁵⁸

La radiación solar es la energía radiante emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas con una longitud de entre 0.3 y 0.4 μm .⁵⁹ Este calor llamado radiante o radiación viaja a la velocidad de la luz, 299 792.5 m/s. El calor radiante es una de las muchas formas de la energía y se detecta fácilmente por medio de un radiómetro,

⁵⁴ Ibidem. p.455. A.G.T. Editor, S.A. 2ª ed. México. D.F. 1979.

⁵⁵ Campos A, D. F. Agroclimatología Cuantitativa de Cultivos. p. 320. Ed. Trillas. México. 2005.

⁵⁶ Cuellar, C. L. y colaboradores. La germinación *in vitro* una alternativa para obtener explantes en cactáceas. Pp. 1-214. Rev. Zonas Áridas. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas. Universidad Nacional La Molina, Lima-Perú. 2006

⁵⁷ Montañón, R. H. y colaboradores. Op. Cit. pp.34-43. Vol. 5, no. 1. Rev. Investigación Agropecuaria. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2008.

⁵⁸ Pons, X. Estimación de la Radiación Solar a partir de Modelos Digitales de Elevaciones. Propuesta Metodológica. pp. 1-8. Departament de Geografia I. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals Universitat Autònoma De Barcelona. España. 1996.

⁵⁹ Villalpando-Ibarra, J. F. y J.A. Ruíz C. Observaciones Meteorológicas y su Uso en la Agricultura. Ed. LIMUSA. México, D.F. 1993.

termopar, termistor, termómetro, etc. Los rayos de calor radiante como la luz visible son ondas electromagnéticas y tienen todas las propiedades generales conocidas de los rayos luminosos. La diferencia esencial entre los dos es que las ondas caloríficas, a veces llamadas rayos infrarrojos, no son visibles al ojo humano.⁶⁰

La enorme energía radiante del sol tiene su origen en las reacciones nucleares que se producen en su interior, a causa de las altas temperaturas y fuerte presión. La longitud de onda de emisión máxima de radiación electromagnética del sol queda aproximadamente 0.5 micras, en el espectro de radiación que percibe el ojo humano. Esta radiación visible casi constituye el 50% del total que recibe del sol. La Tierra intercepta menos de unas dos milmillonésimas partes por la distancia entre ambos y el propio tamaño de la Tierra. Por otra parte, la radiación emitida por la superficie terrestre, es menor que la solar. La radiación solar es intensa y de onda corta, y la terrestre, débil y de onda larga.⁶¹

La radiación solar produce dos tipos de procesos principales: los procesos energéticos (fotosíntesis); y los procesos morfogénicos. La radiación de onda corta que nos llega como luz visible tiene gran importancia en el campo biológico. Los dos procesos principales en que participa la radiación solar son la fotosíntesis y el fotoperiodo o sea la respuesta de la floración a la luz del día. El rasgo esencial de los vegetales es la fotosíntesis que es la composición de las moléculas de agua y bióxido de carbono mediante la energía solar. La mayor actividad fotosintética se registra en las longitudes de onda del rojo (6600 Å), que es muy importante en la formación de carbohidratos y del azul (4800 Å). Cuando la radiación es insuficiente, el tallo tiende a desarrollarse más que el follaje y el sistema radicular queda atrofiado. La intensidad de la radiación solar es la energía que se recibe por unidad de superficie en una unidad de tiempo.⁶²

De la radiación global incidente sobre la superficie vegetal sólo una proporción es aprovechable para la realización de la fotosíntesis: PAR (radiación fotosintéticamente activa). La respuesta de las plantas es diferente en función de las diferentes longitudes de onda. La clorofila es el principal pigmento que absorbe la luz, otros pigmentos accesorios son el b-caroteno, compuesto isoprenoide rojo que es el precursor de la vitamina A en los animales y la xantofila, carotenoide amarillo. Esencialmente toda la luz visible es capaz de promover la fotosíntesis, pero las regiones de 400 a 500 y de 600 a 700 nm son las más eficaces.⁶³

Así la clorofila pura, tiene una absorción muy débil entre 500 y 600 nm, los pigmentos accesorios complementan la absorción de la luz suplementando a las clorofilas:

⁶⁰ White, Harvey E. Física Moderna. pp. 299, 840. Vol. II. Ed. Limusa, Grupo Noriega Editores. Universidad de California. 2004.

⁶¹ Gil, O. A. y Olcina C. Jorge. Climatología Básica. pp. 387, 50-52, 58, 59. Ed. ARIEL S.A. Barcelona, España. 1999.

⁶² Ayllón, T. Elementos de Meteorología y Climatología. pp. 175-177. Ed. Trillas. 2ª ed. México. 2003.

⁶³ Almorox, J. Climatología aplicada al medioambiente y Agricultura. R-401. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. España. 2003.

- 620-700 nm (rojo): una de las bandas de mayor absorción de la clorofila.
- 510-620 nm (naranja, amarillo –verde-); de débil actividad fotosintética.
- 380-510 nm (violeta, azul y verde): es la zona más energética, de intensos efectos formativos. De fuerte absorción por la clorofila.
- < 380 nm (ultravioleta). Efectos germicidas e incluso letales < 260 nm.⁶⁴

2.13.2 Fotomorfogénesis

En este proceso se presenta la influencia de la luz sobre el desarrollo de la estructura de las plantas. Esto es, la intensidad de radiación y el intervalo de longitud de onda.

Algunos importantes efectos morfológicos que tiene la luz en las plantas:

a) Tolerancia a la luz. Las plantas pueden clasificarse según sean los intervalos de intensidad de luz en los que prosperen mejor, como las plantas heliófilas (de Sol), plantas umbrófilas (de sombra) y plantas indiferentes. Como regla general, las hojas de las plantas umbrófilas son más transparentes que las de las heliófilas.

b) Etiolación. Se presenta cuando la intensidad de luz no es suficiente para el desarrollo normal de las plantas. A baja intensidad de luz, las plantas tienden a incrementar el alargamiento del tallo, y además de entrenudos largos y delgados, las hojas presentan clorosis general y malformación.

c) Fototropismo. La dirección de la que proviene la luz determina en alto grado la dirección del crecimiento de los tallos y las hojas.⁶⁵

La luz estimula la división celular y alargamiento celular. Sin embargo el crecimiento en extensión puede estimularse también en la oscuridad, como ocurre en las plantas etioladas. La duración de la luz, permite influir en la capacidad de formar raíces, la velocidad de enraizamiento y el número de raíces formadas. Las hojas son los órganos más comúnmente implicados en la percepción de la luz. Se hallan gradualmente influidas por la luz. Durante la fase juvenil las hojas son de forma simple. Cuando madura la planta frecuentemente se forma hojas de forma compleja y al florecer o envejecer se pueden desarrollar hojas todavía de otras formas y tamaños.⁶⁶

En las especies suculentas las hojas producidas bajo días largos, por ejemplo, tienden a ser más grandes y delgadas, y poseen peciolo más largos que las formadas

⁶⁴ Almorox, J. y colaboradores. Metodología para la elaboración de estudios aplicados de Climatología. UPM. Monografías E.T.S.I. Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid, España. 1994.

⁶⁵ Torres, R. E. Agrometeorología. pp.48, 64-67. Ed. TRILLAS. UAAN. México, D.F. 1995.

⁶⁶ Whatley, J. M. y Whatley F. R. Luz y Vida Vegetal. Cuadernos de Biología pp. 33-35. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona. España. 1984.

durante días cortos. También la luz interviene en las diversas formas de crecimiento diferencial como en los cambios en el área disponible para la formación de las iniciales de las hojas en el ápice caulinar o por crecimiento o desarrollo diferencial de diferentes tipos de célula de la hoja.

2.13.3 Temperatura

Las temperaturas tienen efecto sobre la velocidad de crecimiento, germinación, transpiración, respiración, fotosíntesis, y absorción de agua y nutrientes. En la velocidad de crecimiento: existe una relación entre temperatura y velocidad de crecimiento. La integral térmica (unidades de calor) modeliza esta influencia. Para la germinación: por debajo del cero de crecimiento existe una temperatura de la cual las semillas no germinan, esta temperatura se denomina cero de germinación. Para temperaturas superiores al cero de germinación, según aumentan se recorta el tiempo necesario para la nascencia.⁶⁷

Sin restricciones de humedad los principales factores que influyen sobre la transpiración son la temperatura y la iluminación. El principal factor que interviene en la apertura de las estomas es la iluminación, así a igualdad en la iluminación, puede observarse que al aumentar la temperatura se incrementa la transpiración, incremento ligado al descenso de la humedad relativa del ambiente en el que la planta transpira. La actividad respiratoria es baja a bajas temperaturas, aumentando según aumentan las temperaturas hasta llegar a un máximo a partir del cual la actividad respiratoria decrece. La fotosíntesis se puede realizar incluso a temperaturas próximas al cero, según aumenta la temperatura aumenta la actividad fotosintética hasta llegar a un máximo a partir del cual decrece.

Este máximo se sitúa según especies entre los 25 y 30 °C. Además se reduce la asimilación de las sustancias nitrogenadas y se hace especialmente lenta la síntesis de proteínas. Baja la asimilación del K_2O , y en menor medida la del P_2O_5 . El termoperiodismo y el proceso de la vernalización nos dan también dos ejemplos de la influencia de las temperaturas sobre las plantas.⁶⁸

Todos los procesos biológicos de las plantas se efectúan dentro de ciertos límites de temperatura relativamente estrecho y varía de una especie a otra. Las altas temperaturas provocan una gran evaporación de la humedad del suelo y hacen transpirar en exceso a las plantas, provocando una deshidratación, marchites y muerte. Algunas especies son muy susceptibles a las altas temperaturas, al principio del ciclo de crecimiento, aunque pueden resistir al calor. Por otra parte las bajas temperaturas también son perjudiciales sobre todo cuando se producen heladas. El daño en la planta se origina por que al descender la temperatura a 0°C se forman cristales en sus tejidos por el agua existente. Además, reduce la circulación del agua hacia la raíz de la planta aunque se marchite y se sequen. De igual forma se dañan cuando atraviesan un periodo más o menos largo en que la temperatura es alrededor de 4°C por que

⁶⁷Villalobos, F. J. y colaboradores. Fitotecnia. Bases y tecnología de la producción agrícola. Ed. Mundi Prensa. 2002.

⁶⁸Ibidem. R-401. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2003.

disminuye su capacidad de absorción del agua del suelo y sigue transpirando y puede morir de deshidratación.⁶⁹

Las plantas son esencialmente poiquilotérmicas o ectodérmicas, es decir, la temperatura del cuerpo cambia marcadamente en los cambios de temperatura externa, debido a su producción de calor relativamente baja en relación con su masa. Cada planta posee una temperatura óptima para el desarrollo, y unos límites superior e inferior en los que a partir de ellos todo crecimiento cesa. El establecimiento de una temperatura óptima para el crecimiento es complicado por el hecho de que las plantas, normalmente no crecen bajo constantes condiciones de temperatura. La temperatura óptima para el crecimiento varía entre los diferentes órganos de una misma planta e incluso entre los dos lados de un mismo órgano.⁷⁰

2.13.4 Humedad

La precipitación excesiva también daña a las plantas debido a su impacto sobre todo en los retoños y flores. Cuando se presenta un exceso de humedad en el suelo, por un drenaje vertical defectuoso, se restringe el movimiento libre de oxígeno, formándose compuestos tóxicos para la raíz de la planta.

2.13.5 Evaporación

La parte norte de México, es afectada por sequías. Las sequías ocurren cuando la cantidad del agua requerida para la transpiración y la evaporación directa excede al agua disponible en el suelo, y si no se equilibran estas condiciones las plantas comienzan a marchitarse y terminan secándose. El rocío representa la fuente importante de humedad durante ciertas etapas pero puede afectar la propagación de algunas plantas portadoras de enfermedades y hongos que requiere de humedad para su desarrollo.⁷¹

2.14 Conceptos generales de la radiación láser

La luz emitida por los átomos de una fuente de luz incandescente es desordenada. Cada átomo emite luz diferentes longitudes de onda, en diferentes fases y en direcciones diferentes, se dice que es una luz incoherente. La luz coherente está formada por ondas luminosas de la misma longitud de onda, juntas en la misma fase para producir un intenso haz de rayos luz. Los científicos pensaron que no podría desarrollarse una fuente de luz coherente.⁷²

El rayo láser es una fuente de luz coherente que opera en dos etapas: primeramente los átomos son bombeados a un estado excitado, y después se estimula la emisión de luz por éstos átomos.⁷³ El láser es un dispositivo utilizado para generar o

⁶⁹ Ibidem. pp. 175-177. Ed. Trillas. 2ª ed. México. 2003.

⁷⁰ Ibidem. pp.1-8,28, 34-35, 44, 53-54. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona, España. 1979.

⁷¹ Ayllón, Teresa. Op. cit. pp. 175-177. Ed. Trillas. 2ª ed. México. 2003.

⁷² Murphy, J. T. Física: principios y problemas. p. 260.Ed. CONTINENTAL. México D.F. 1981.

⁷³ Cetto, A. M. La Luz: en la naturaleza y en laboratorio. La Ciencia/32 desde México D.F. 1987.

amplificar ondas de luz. A diferencia de las fuentes ordinarias de luz, el láser produce un rayo luminoso que no se difunde, sino que organiza las ondas emitidas por un átomo estimulado de modo que viajen en la misma dirección, con la misma frecuencia y perfectamente sincronizadas.⁷⁴

El término láser proviene de las abreviaturas de Amplificación por Emisión y Radiación Estimulada “Siglas: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*” El láser es un dispositivo que produce un haz de luz intensa y concentrado, altamente paralelo. Puesto que el láser es un torrente de luz coherente, otras manifestaciones lumínicas no muestran el mismo comportamiento, ya que es un rayo puro. Históricamente el láser es un avance del máser, que emplea microondas en ves de ondas luminosas. El primer láser, que funcionó con éxito empleaba un gran cristal de rubí sintético y fue construido por T. H. Maiman de los laboratorios de la compañía Hughes Aircraft. En general los láseres pueden ser de tres tipos distintos, según que emplean gases, líquido ó sólidos.⁷⁵

2.14.1 Componentes del láser

El láser está formado por un núcleo, que suele tener forma alargada, donde se generan los fotones. El núcleo puede ser una estructura cristalina, por ejemplo rubí, o un tubo de vidrio que contiene gases, por lo general dióxido de carbono o la mezcla helio-neón. En cualquier caso, son materiales que poseen electrones fácilmente excitables y que no emiten inmediatamente de forma espontánea, sino que pueden quedar excitados durante un tiempo mínimo. Es precisamente este pequeño intervalo de tiempo el que se necesita para que los electrones produzcan emisión estimulada, no espontánea.

Junto al núcleo se halla el excitador, un elemento capaz de provocar la excitación de electrones del material que se halla en el núcleo, a partir de una lámpara de destellos que provoca un flash semejante al de una cámara fotográfica o de dos electrodos que producen una descarga eléctrica de alta tensión. El tercer componente del láser son dos espejos paralelos emplazados en los extremos del núcleo. Uno de ellos es reflectante, mientras el segundo es semirreflectante, es decir, permite el paso de una parte de la luz que le llega.⁷⁶

⁷⁴ Ulloa, J. L. Rayo láser: importante logro de la ciencia y la tecnología. p.6. *Gaceta Universitaria*. Universidad de Guadalajara. 1998.

⁷⁵ Ibidem. pp. 299, 840. Vol. II. Edit. Limusa, Grupo Noriega Editores. Universidad de California. 2004.

⁷⁶ Mazhuka. Historia del Rayo Láser. Gran Enciclopedia Universal (Cap. 22). <http://www.portalplanetasedna.com.ar/laser.htm>. 2006.

2.14.2 Propiedades del láser

Las tres características que diferencian el rayo láser de la luz del Sol o de la generada por una bombilla, es que es un haz de luz monodireccional, monocromático y coherente. Las propiedades que identifican al rayo láser son:

- La luz es muy intensa. Según la ley cuadrada inversa, la intensidad de luz se reduce cuando más se aleja de su fuente, esto es debido a que el haz de luz se amplía y se extiende.
- Los haces láser son estrechos y no se dispersan como los demás haces de luz (direccionalidad).
- La luz láser es coherente, es decir, todas sus ondas luminosas se acoplan entre si. Se forman por la emisión estimulada, consisten en fotones coherentes que tienen la misma fase, frecuencia y longitud de onda.
- Los láseres producen luz de un solo color (monocromática) a diferencia de la luz común que contiene todos los colores de la luz visible.⁷⁷

2.14.3 Aplicaciones

La técnica del láser revolucionó muchas disciplinas científicas y tecnológicas. El láser ocupa un lugar de gran importancia por sus aportaciones a la ciencia y la tecnología.⁷⁸ Sus aplicaciones van desde la elaboración de fotografías con apariencia de relieve (hologramas), hasta las comunicaciones electrónicas. La tecnología láser se aplica en áreas muy diferentes, tales como: medicina, comunicación, investigación científica, el arte, dispositivos de uso cotidiano, tecnología militar y en la industria. Por ejemplo, en biología se ha logrado intervenir mediante el láser en los procesos de mitosis o división celular, con importantes efectos sobre los cromosomas, portadores de la información genética de las diferentes especies.⁷⁹

⁷⁷ Manrique, J. El Rincón de la Ciencia. Grupo Einstein. Tres Cantos. Madrid. España. (33).
<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/rc-85/p3/laser.html>. 2005.

⁷⁸ Moreno, P. E. Algunas notas sobre: aplicaciones de las radiaciones no-ionizantes. p 39. Universidad de Santiago de Compostela. 2007.

⁷⁹ Rami, A. "The Láser Adventure" (La Aventura del Láser) p.1. Chapter 8. Section 0, Universidad de Murcia. Spain.
<http://www.um.es/LEQ/laser/Ch-8/C8s0p1.htm> - 4k. 2007.

2.15 Estudios y experiencias del láser en la irradiación de semillas

En las últimas décadas la observación de los efectos biológicos provocados por las radiaciones del campo electromagnético, marca los primeros pasos de la fotobiología con luz coherente, ya en la agricultura se ha incrementado ésta técnica utilizando la radiación láser.⁸⁰

Después de la creación del láser en 1960, un interés significativo se ha registrado en las posibilidades de su uso para la presembrado de semillas y la estimulación de plantas en crecimiento. En la agricultura Búlgara, el uso de algunos factores físicos (radiación láser; influencia de ultrasonido; irradiación con rayos electromagnéticos de microondas; influencia del campo magnético, radiación gamma) para la estimulación de la vitalidad de semillas ha sido muy discutidas y utilizadas hasta hoy.⁸¹

La radiación láser, por sus propiedades (coherencia, especificidad, energía, etc.), puede ser utilizada para la reproducción de plantas, desde la germinación y posteriormente su crecimiento. Ésta técnica física se ha usado para la reproducción de cultivos empleando. A escala mundial se han obtenido muchos resultados que han contribuido a determinar los regímenes de trabajo de esta técnica física aplicada a la agricultura. Se ha podido comprobar que dentro de las longitudes de onda que más se han utilizado en esta rama, la parte roja del espectro electromagnético influye en el fisiologismo vegetal. Se ha corroborado que no todos los efectos que provoca en el material biológico son los esperados por el hombre; no obstante, el estudio de la técnica hasta la actualidad ha permitido acotar los diferentes factores que interaccionan en la radiación láser para un mejor manejo.⁸²

En México, actualmente Investigadores del Instituto Politécnico Nacional (IPN) han desarrollado una técnica de estimulación por láser para incrementar la productividad del maíz, como una alternativa para solucionar la actual crisis de este cereal. La técnica consiste en aplicar radiaciones emitidas por diodos de láser a las semillas de presembrado, lo que a la larga propicia que se vigoricen de manera que las plántulas emergen de la tierra en menor tiempo, independientemente de las condiciones climáticas. Esta técnica ha demostrado ser exitoso, por que aumenta hasta un 50% el vigor de la semilla. En el mundo existen diversas universidades y organizaciones que trabajan en la bioestimulación de semillas de maíz con rayos láser, pero IPN “es la institución pionera a nivel mundial” en esta materia.⁸³

⁸⁰ Shimoda, K. Actual situation of laser. pp.238. Vol.1. *J. Jpn. Optronics*. 1997.

⁸¹ Aladjadjyan, A. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. Pp. 36-380. Vol 8, no. 3. *Journal of Central European Agriculture*. Bulgaria. 2007.

⁸² Phirke, P.S. y colaboradores. The Influence of Magnetic Field on Plant Growth. p. 375. Vol.24. *Seed Sci. and Technol.* 1996.

⁸³ Teorema Ambiental. Desarrolla IPN técnica para aumentar la productividad del maíz. *Rev.Técnico Ambiental*. Biotecnología.

http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=46&id_art=3570. 2007

Se han hecho investigaciones en semillas de plantas (*Albizia Lebbeck*) para los sistemas ganaderos, que fueron irradiadas con láser He-Ne a una potencia de 2 mW y con una longitud de onda de 632.8 nm (banda roja del espectro), donde utilizaron una energía por unidad de área de 0.9 mW/cm^2 para poder irradiar en el mismo tiempo un grupo mayor de semillas. Las semillas fueron expuestas en diferentes tiempos de exposición (15, 20 y 25 segundos y 10, 15 y 20 minutos), apreciando interacciones significativas en los diferentes índices fisiológicos de las plantas: altura (desde las hojas cotiledonales hasta la yema terminal), número de hojas (primarias, secundarias, terciarias) y número de ramas.⁸⁴

La aplicación de rayos láser de baja intensidad en semillas, provoca un efecto favorable, dando lugar a un incremento en la biomasa de las plantas.⁸⁵

Benavides y colab. (2003) considera que la radiación láser de semillas ha dado resultado en el crecimiento y morfología de plántulas de trigo de la variedad *suchi* en medio salino. Aplicó tratamientos de radiación de (0, 0.3, 0.6 y 1.2 j/cm^2 en una fuente emisora láser de AsAlGa (Arsénico Aluminio Galio) con una longitud de onda (650 nm y 30 mW de potencia). Por lo que obtuvo un incremento significativo en la densidad estomática de las plántulas, en comparación de las semillas que no fueron irradiadas bajo condiciones de estrés salino. En la germinación de semillas obtuvo que la radiación no influye en el porcentaje y no encontró significancia entre tratamientos.⁸⁶

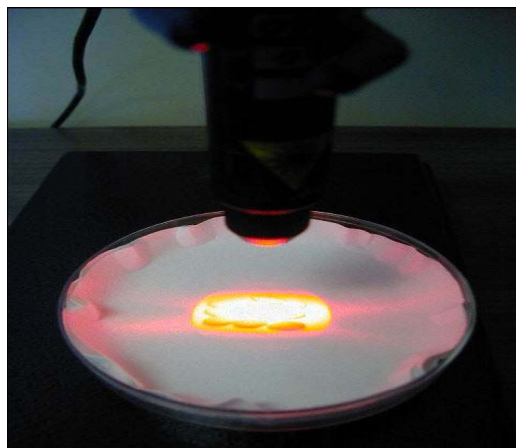


Figura 2. Semillas de Trigo sometidas a radiación con láser de AsAlGa (Benavides et al., 2003).

⁸⁴ Cepero, L. y colaboradores. Efecto de La Radiación Láser en Semillas de *Albizia Lebbeck*. I. Fase De Vivero. p.1-6. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, Matanzas, Cuba. 2002.

⁸⁵ Ivanova, R. and S. Stoyanova. Effect of presowing irradiation of seed from winter rapeseed by helium-neon laser on the growth, yield and quality of the green mass. Pp. 75-83. Vol. 16. Biotehnologija-ustocarstvu. 2000.

⁸⁶ Benavides-Mendoza, A. y colaboradores. Respuesta al estrés y crecimiento de plántulas cuyas semillas fueron irradiadas con láser de baja intensidad. Pp. 269-272. Vol. 3, no. 1. Agrofaz. Fisiología Vegetal. Universidad Juárez Del Estado de Durango. 2003.

Podlésny (2002) consideró que la irradiación de las semillas (*Vicia faba*) con láser He Ne en el frijol, influye significativamente en la germinación y modifica el curso particular de las fases de desarrollo en las plantas. Es decir, la intensidad de radiación está presente en la rapidez de la germinación de las semillas.⁸⁷ Cabe señalar que la siembra de semillas tratadas con luz láser ha generado un impacto positivo sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas leguminosas (*Vicia faba* y *Lupino blanco*). Las plantas cultivadas de semillas irradiadas han llegado a desarrollar significativamente un hipocotilo largo y con mayor longitud en la raíz de las plantas, en comparación de plantas cultivadas de semillas no irradiadas. La radiación provoca una aceleración de la aparición, la primera floración y maduración de las plantas, y provoca efectos favorables para el periodo de crecimiento-desarrollo en leguminosas.^{88 y 89}

Se considera la importancia de la utilidad de las radiaciones láseres en semillas para evaluar los efectos y variaciones que se presenten en la germinación, altura de las plántulas y número, longitud, ancho de hojas etc. Además aplicado a la producción de vitroplantas.⁹⁰ Aun no existen investigaciones realizadas sobre estimulaciones de rayos láser en semillas de especies de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), cual es el efecto que provoca en la germinación y en el desarrollo de la planta para poder reproducirla en masa y vivero. Además correlacionar la simulación de la luz láser con la intensidad luminosa en la germinación y el desarrollo de esta especie ornamental y que se encuentra en peligro de extinción.

⁸⁷ Podlésny, J. Effect of laser irradiation on the biochemical changes in seeds and the accumulation of dry matter in the faba bean. Pp. 209-213. Vol. 16. *International Agrophysics*. Institute Of Agrophysics. Polish Academy of Sciences. 2002.

⁸⁸ Podlésny, J. and Podlésna, A. Morphological changes and yield of selected species of leguminous plants under the influence of seed treatment with laser light. Pp. 253-260. Vol. 18. *International Agrophysics*. Institute Of Agrophysics. Polish Academy of Sciences. 2004.

⁸⁹ Podlésny, J. y Stochmal, A. The effect of pre-sowing laser light treatment on some biochemical and physiological processes in the seeds and plants of white lupin and faba bean. Pp. 149-160. Vol. 4, no.1. *Acta Agrophysica*, 2004.

⁹⁰ Tsuchiya, H. Application of red laser diode as a light source of plant production. Pp 841. Vol. 25, no. 12. *Rv. Jpn. Laser Eng. Laser Sci.* 1997.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del experimento

La presente investigación se realizó en la Unidad Laguna, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, Km 1.5 en la ciudad de Torreón, Coahuila, México. Situada entre los paralelos (101°40' y 104°45' longitud Oeste, y 25°05' y 26°54' latitud Norte): con clima desértico y lluvias en verano. La precipitación media anual es de 235 mm, con una altitud de 1.139 m.s.n.m. y su temperatura media anual es de 18,6°C.⁹¹

El trabajo experimental se efectuó en condiciones de laboratorio y vivero. La fase de laboratorio comprendió el periodo de Junio-Agosto de 2007 y la fase de vivero abarcó el periodo Agosto de 2007 a Enero de 2008.

La radiación de las semillas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) se aplicó en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) en la ciudad de México, D.F.

3.1.1 Estructura física

Para la germinación de las semillas de Noa (*Agave victoriae reginae* T. Moore) se usó el cuarto de crecimiento ó germinación, que es una de las áreas del Laboratorio de Cultivo de tejidos y Microbiología del departamento de Biología ubicada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. El cuarto de crecimiento cuenta con estantes de metal, en los cuales se colocan los diferentes tipos de materiales a germinar. Cada base de metal está adaptada con lámparas de luz blanca fluorescente. La temperatura del cuarto se mantiene regulada mediante un sistema de enfriamiento, por lo general en rangos de 25 a 27 °C.

Para el desarrollo de las plántulas se contó con la infraestructura de vivero equipado con malla donde se estableció el experimento.

3.2 Metodología

3.2.1 Material vegetal

Se utilizaron semillas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) previamente irradiadas con rayos láser en el Instituto Politécnico Nacional de la Cd. de México. Cabe mencionar que las semillas fueron sometidas en intensidades de 1 y 3 láser y tiempos de exposición de 30, 60 y 120 segundos. La fuente emisora láser ocupada fue de

⁹¹ Schmidt, R.H., Jr. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. Pp. 241-256. Vol. 16. Journal of Arid Environments. 1989.

AsAlGa (Arsénico Aluminio Galio) con una longitud de onda 650 nm. Las intensidades utilizadas fueron:

- 1 laser = 30 mW = 3×10^{-2} joules/s.
- 3 laser = 90 mW = 9×10^{-2} joules/s.

3.2.2 Procedimiento y establecimiento del experimento

1. Antes de sembrar las semillas se desinfectaron en cloro al 20% en un vaso de precipitado de 250 ml agitándose constantemente durante 20 minutos. Se sacaron del vaso y se lavó con agua destilada estéril por 1 minuto para despojar el cloro de ellas.
2. El sustrato que se utilizó para la germinación y desarrollo de la planta fue el Peat moss®⁹² con el cual se llenó un total de 420 vasos de plástico de 500 ml previamente esterilizados en autoclave.
3. Se pusieron a germinar dentro del cuarto de crecimiento del laboratorio de la UAAAN. Posteriormente se estuvieron aplicando riegos con agua esterilizada para evitar la desecación del sustrato.
4. Las plantas de Noa se traspasaron a vivero a los dos meses de edad (agosto de 2007) para su posterior desarrollo, en el cual se estuvieron aplicando también riegos con agua corriente cada 3 días durante los 11 meses de edad.

3.2.3 Material y equipo usado

- 1 bolsa Peat moss®.
- 420 envases de plástico de 500 ml con tapas.
- 1 Regla milimétrica.
- Agua destilada y esterilizada.
- 1 vaso de precipitado de 250 ml.
- Solución Cloro (20%).
- 2 estantes de metal.

Equipo

- ✓ 1 Autoclave.
- ✓ Fuente emisora Láser AsAlGa ($\lambda=650$ nm, potencia de 30 mW).

⁹² Reyes-Reyes, J. y colaboradores. Producción de plántulas de Pinus Psedostrobus Var. Apulcensis en sustratos a base de aserrín. Pp. 105-110. Vol XI, Núm 002. Rev. Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. UACH, México. 2005.

3.3 Tratamientos

A continuación se describen las características de los tratamientos que se plantearon para esta investigación:

Cuadro 1. Listado y características de los tratamientos estudiados.

Tratamiento	Descripción
1	Semillas irradiadas a una intensidad de 3 láseres en un tiempo de 30 segundos.
3.3.1	2 Semillas irradiadas a una intensidad de 3 láseres en un periodo de 60 segundos.
3	Semillas irradiadas a una intensidad de 3 láseres en un tiempo de 120 segundos.
4	Semillas irradiadas a una intensidad de 1 láser por un tiempo de 30 segundos.
5	Semillas irradiadas a una intensidad de 1 láser con un periodo de 60 segundos.
6	Semillas irradiadas a una intensidad de 1 láser con un tiempo de 120 segundos.
7	Se utilizaron como testigo, sin someterse a radiación.

Variables evaluadas

Se evaluaron los siguientes parámetros:

1.- Porcentaje de germinación. Se cuantificaron las semillas germinadas y las no germinadas cada 24 horas.

2.- Días a la germinación de semillas. Se cuantificaron las semillas germinadas después de la siembra durante 8 días.

3.- Emergencia de la primera hoja verdadera. Se cuantificaron mediante observaciones diarias cada 24 horas.

4.- Emergencia de la segunda hoja verdadera. Se tomaron lecturas y observaciones continuas cada 24 horas.

5.- Longitud y ancho de las tres primeras hojas verdaderas. Se tomaron medidas a partir de los 4 meses de edad en cada mes, es decir, de octubre de 2007 a enero de 2008, para ello se utilizó una regla milimétrica.

3.4 Diseño experimental

Para el desarrollo del trabajo experimental se usó un diseño de bloques al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones con 15 plántulas cada uno. Utilizando 60 plántulas por unidad experimental.

3.4.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se hizo mediante el paquete estadístico SAS, versión 6.0.⁹³ Se realizaron análisis de varianza mediante el procedimiento de ANOVA, y la comparación de medias con la prueba DMS (diferencia mínima significativa).

⁹³ SAS. SAS for Windows NT V 6.12. Statistical Analysis Systems. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 1996.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos establecidos se presentan los resultados obtenidos.

4.1 Porcentaje de germinación.

En este parámetro, los resultados obtenidos del análisis de varianza no son significativos (Cuadro 2); ya que los rangos de germinación estadísticamente son semejantes. Pero al realizar la prueba de comparación de medias (Cuadro 3) encontramos que el testigo (T7) presenta el mejor porcentaje de germinación (96.6%); de los tratamientos el T3 tiene el mayor índice de germinación (91.6%) y se analiza que este tratamiento tiene la mayor intensidad y tiempo de exposición de la radiación láser, el T2 es el de menor índice (73.3%). Los tratamientos T6, T5, T1 y T4 presentan un índice de germinación muy semejante, correspondiendo a los valores de 88.3%, 86.6%, 83.3% y 81.65 respectivamente (Gráfica 1). Las observaciones y las lecturas se realizaron durante 8 días consecutivos.

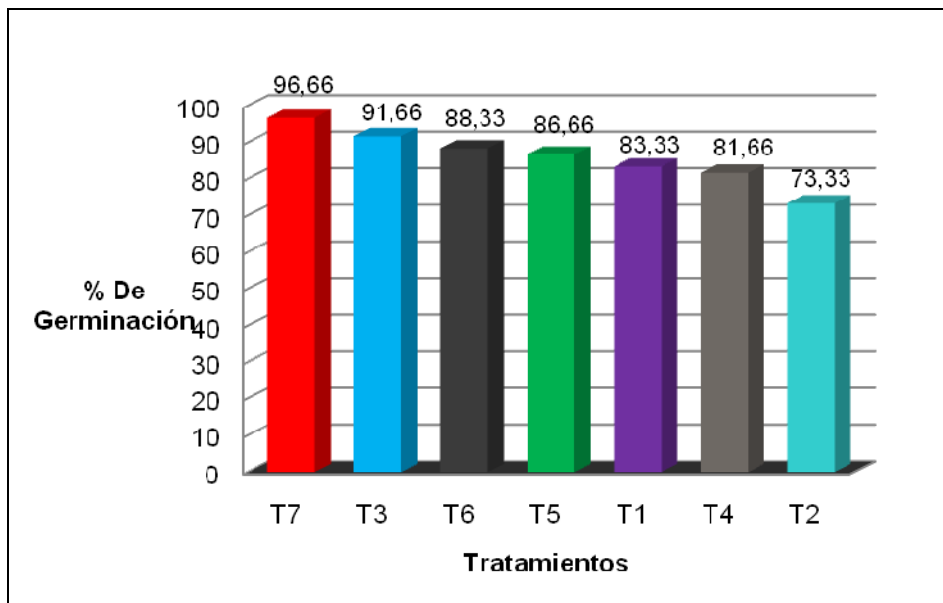
En el porcentaje de germinación se obtuvo un 91.6% en las semillas tratadas y un 96.6% en el testigo. Los resultados son compatibles a los reportados por Montaño y colab. (2008) al obtener un 95% de germinación para esta misma especie, bajo condiciones controladas de 27°C de temperatura con 16 horas de luz. Benavides y colab. (2003) en semillas de trigo irradiadas con láser, encontró que la radiación no influía en el porcentaje de germinación al igual que los resultados obtenidos en esta variable.

Cuadro 2. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semillas de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). UAAAN-UL, 2007.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
TRAT	6	1352.37	225.39	1.46 ns	0.2466
REP	3	80.957	26.985	0.18 ns	0.9119
Error	18	2775.38	154.18		

Coefficiente de Variación: 14.44

F.V. Fuente de variación, G.L. Grados de Libertad, S.C. Suma de cuadrados, C.M. Cuadrados Medios, F.C. Frecuencia Calculada, Pr>F Probabilidad>Frecuencia, TRAT Tratamiento, REP Repetición, ns No significativo.



Gráfica 1. Porcentaje de germinación de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore) T7= testigo; T3= 3 láser-120 seg; T6= 1 láser-120 seg; T5= 1 láser-60 seg; T1= 3 láser-30 seg; T4= 1 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg.

Cuadro 3. Comparación de medias para el porcentaje de germinación de semillas de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore) con la prueba DMS (diferencia mínima significativa). UAAAN-UL, 2007.

Tratamientos	Media
T7	96.66 A
T3	91.66 B
T6	88.33 B
T5	86.66 B
T1	83.33 B
T4	81.66 B
T2	73.33 B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. T7= testigo; T3= 3 láser-120 seg; T6= 1 láser-120 seg; T5= 1 láser-60 seg; T1= 3 láser-30 seg; T4= 1 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg.

4.2 Días a la germinación de semillas

En el análisis de varianza encontramos que existe significancia ($p \geq 0.01$) en los días a la germinación (Cuadro 4). Se considera que el mejor tratamiento será el que tenga una germinación más rápida: en este caso las plantas tratadas con radiación láser presentaron una rápida germinación con respecto al testigo, de una diferencia de casi dos días entre el mejor tratamiento (T3 y T4 en 2.6 días) y el testigo (4.1 días) como se aprecia en la gráfica 2. Las observaciones y lecturas se llevaron a cabo durante 8 días consecutivamente.

A través del análisis de comparación de medias (Cuadro 5) se observa que los tratamientos (T3 y T4) tienen una diferencia mayor dentro del proceso de germinación, con respecto al testigo sin tener una diferenciación drástica entre la intensidad y el tiempo de radiación.

Podlésny (2002) determinó el efecto de la radiación en semillas de Aja (*Vicia faba*), donde la radiación influye en la germinación, es decir, la intensidad de radiación está presente en la rapidez de la germinación de semillas.

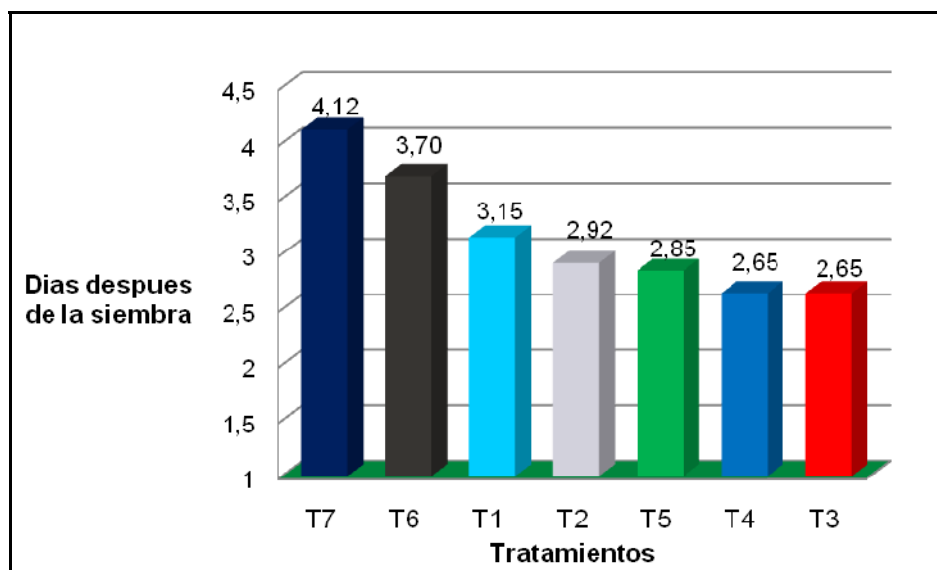
La germinación de las semillas se presentó a los 4 días en el testigo (T7) y en los tratamientos T1 y T2 de 2 a 3 días. Estos resultados son similares a los que reporta Montaña y colab. (2008) siendo de 3 a 4 días bajo condiciones controladas (27°C y 16 horas de luz).

Cuadro 4. Análisis de varianza para los días a la germinación de semillas de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). UAAAN-UL, 2007.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
TRAT	6	7.5750	1.2625	9.18 **	0.0001
REP	3	0.3385	0.1128	0.82 ns	0.4995
Error	18	2.4764	0.1375		

Coefficiente de Variación: 11.77

F.V. Fuente de variación, G.L. Grados de Libertad, S.C. Suma de cuadrados, C.M. Cuadrados Medios, F.C. Frecuencia Calculada, Pr>F Probabilidad>Frecuencia, TRAT Tratamiento, REP Repetición, ** Altamente significativo al ($p \geq 0.01$), ns No significativo.



Gráfica 2. Días promedio a la germinación de semillas de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). T7= testigo; T6= 1 láser-120 seg; T1= 3 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg; T5= 1 láser-60 seg; T4= 1 láser-30 seg; T3= 3 láser-120 seg.

Cuadro 5. Comparación de medias referente a los días en que germinaron las semillas de Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore) con la prueba DMS (diferencia mínima significativa). UAAAN-UL, 2007.

Tratamientos	Media
T7	4.12 A
T6	3.70 B
T1	3.15 B
T2	2.92 C
T5	2.85 C
T4	2.65 C
T3	2.65 C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. T7= testigo; T3= 3 láser-120 seg; T6= 1 láser-120 seg; T5= 1 láser-60 seg; T1= 3 láser-30 seg; T4= 1 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg.

4.3 Emergencia de la primera hoja verdadera.

Al realizar el análisis de varianza se observó que existe significancia en los días de emergencia en la primera hoja verdadera (Cuadro 6). Considerando la formación rápida de la hoja, se tiene que los mejores resultados fueron para los tratamientos T1 (18.93 días) y T4 (18.99 días) con la prueba DMS (Cuadro 7); en este caso el tiempo de exposición a la radiación que fue el mínimo de 30 seg influyó en la aparición de la hoja sin encontrar diferencias entre intensidades de la radiación (Gráfica 3).

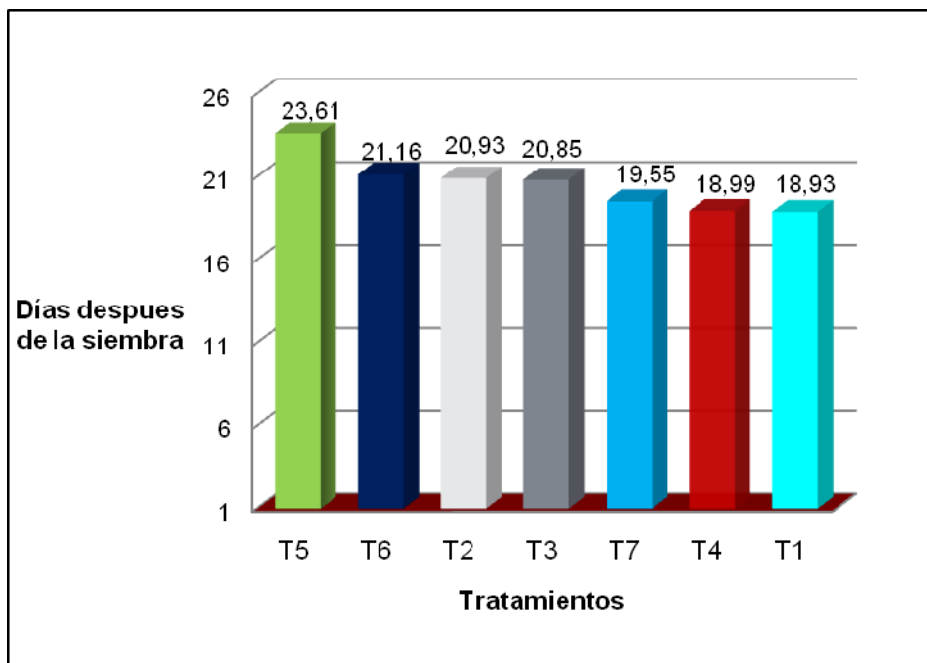
Existen trabajos previos por Montaño y colab. (2008), menciona que la primera hoja verdadera ocurre a los 23.4 días bajo condiciones controladas (27°C y 16 horas de luz); este resultado es compatible a lo que se obtuvo con el testigo.

Cuadro 6. Análisis de varianza de acuerdo a la emergencia de la primera hoja verdadera en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). UAAAN-UL, 2007.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
TRAT	6	64.140	10.690	3.24 *	0.0244
REP	3	10.480	3.4936	1.06 ns	0.3910
Error	18	59.389	3.2994		

Coefficiente de Variación: 8.82

F.V. Fuente de variación, G.L. Grados de Libertad, S.C. Suma de cuadrados, C.M. Cuadrados Medios, F.C. Frecuencia Calculada, Pr>F Probabilidad>Frecuencia, TRAT Tratamiento, REP Repetición, * Significativo al ($P \geq 0.05$), ns No significativo.



Gráfica 3. Días de emergencia de la primera hoja verdadera en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). T5= 1 láser-60 seg; T6= 1 láser-120 seg; T2= 3 láser-60 seg; T3= 3 láser-120 seg; T7= testigo; T4= 1 láser-30 seg; T1= 3 láser-30 seg.

Cuadro 7. Comparación de medias de acuerdo a los días en que emerge la primera hoja verdadera en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore) con la prueba DMS. UAAAN-UL, 2007.

Tratamientos	Media
T5	23.61 A
T6	21.16 B
T2	20.93 B
T3	20.85 B
T7	19.55 B
T4	18.99 B
T1	18.93 B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. T7= testigo; T3= 3 láser-120 seg; T6= 1 láser-120 seg; T5= 1 láser-60 seg; T1= 3 láser-30 seg; T4= 1 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg.

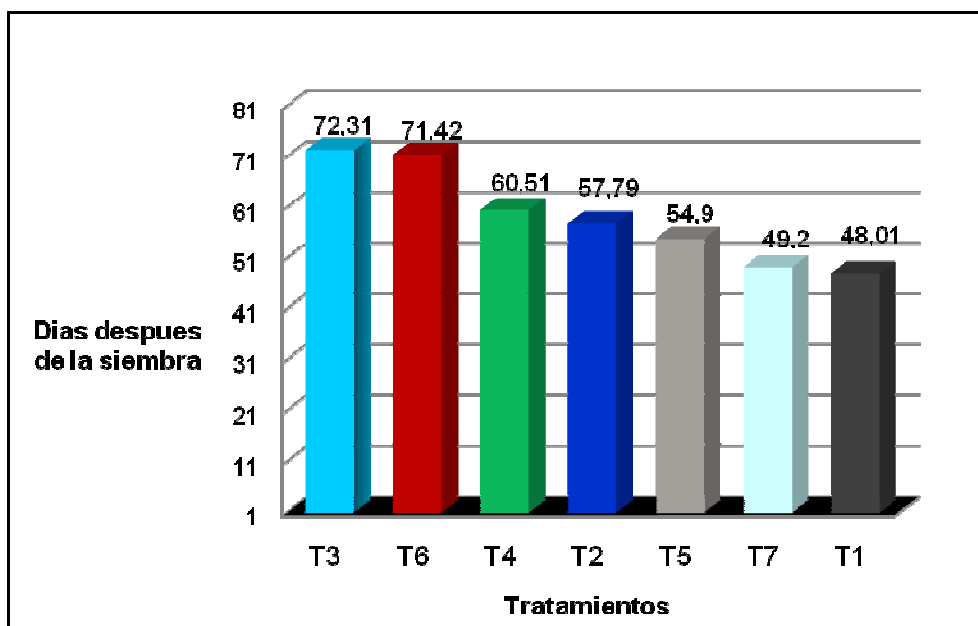
4.4 Emergencia de la segunda hoja verdadera.

En esta variable se presentó significancia entre tratamientos de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 8); siendo mejor el tratamiento T1 que aparece a los 48 días (Cuadro 9). Se encontró que ha menor tiempo de exposición emerge más rápido la segunda hoja verdadera. El resultado es igual con el testigo que no fue radiado (Gráfica 4).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la emergencia de la segunda hoja verdadera en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). UAAAN-UL, 2007.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
TRAT	6	2273.83	378.97	2.74 *	0.0453
REP	3	383.45	127.81	0.92 ns	0.4493
Error	18	2490.12	138.34		
Coefficiente de Variación: 19.87					

F.V. Fuente de variación, G.L. Grados de Libertad, S.C. Suma de cuadrados, C.M. Cuadrados Medios, F.C. Frecuencia Calculada, Pr>F Probabilidad>Frecuencia, TRAT Tratamiento, REP Repetición, * Significativo al ($P \geq 0.05$), ns No significativo.



Gráfica 4. Días de emergencia de la segunda hoja verdadera en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore). T3= 3 láser-120 seg; T6= 1 láser-120 seg; T4= 1 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg; T5= 1 láser-60 seg; T7= testigo; T1= 3 láser-30 seg.

Cuadro 9. Comparación de medias referente a los días en que emerge la segunda hoja verdadera en la Noa (*A. victoriae-reginae* T. Moore) con la prueba DMS. UAAAN-UL, 2007.

Tratamientos	Media
T3	72.31 A
T6	71.42 A
T4	60.51 B
T2	57.79 B
T5	54.90 B
T7	49.20 B
T1	48.01 B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. T7= testigo; T3= 3 láser-120 seg; T6= 1 láser-120 seg; T5= 1 láser-60 seg; T1= 3 láser-30 seg; T4= 1 láser-30 seg; T2= 3 láser-60 seg.

En los parámetros de longitud y ancho de las tres primeras hojas verdaderas de los tratamientos estudiados, no se presentó significancia en el análisis de varianza realizado (Apéndice 4) y por ende no se hace la comparación de medias. En las variables evaluadas el coeficiente de variación estuvo entre los rangos aceptables.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La radiación láser afecta el porcentaje de germinación.
2. La radiación con láser influye en el tiempo de germinación (días) del *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Noa).
3. El tiempo de exposición (menor) a la radiación láser influye en la aparición de las hojas verdaderas.
4. La intensidad de la radiación tiene una respuesta favorable en la germinación y crecimiento de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

5.2 Recomendaciones

- ✓ Realizar investigaciones relacionando la influencia de la intensidad luminosa natural y el tiempo de exposición de la misma con la radiación láser en laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, M. A. 1994. Potencial de reproducción sexual de Noa (*Agave victoria-reginae*. T. Moore). Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Biología de la UJED. Gómez Palacios, Durango. pp. 28, 86.
- Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. Pp. 36-380. Vol 8, no.3. Journal of Central European Agriculture. Bulgaria.
- Alanís, Flores J.G., Velazco C., R. Foroughbakhch P., Valdés, T. V. y Alvarado M. 2004. Diversidad Florística de Nuevo León: Especies en Categoría de Riesgo. Ciencia UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. Pp: 209-217.
- Almorox, J. 2003. Climatología aplicada al medioambiente y Agricultura. R-401. UPM. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Almorox, J., Saa, A. y De Antonio, R. 1994. Metodología para la elaboración de estudios aplicados de Climatología. UPM. Monografías E.T.S.I. Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Ayllón, T. 2003. Elementos de Meteorología y Climatología. Edit Trillas. 2ª ed. México. Pp. 175-177.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1990. The ecology life of *Agave virginica* L. In Tennessee cedar glades. The American Midland Naturalist. pp. 449-452.
- Benavides-Mendoza, A., Garnica-Serna, J., Michtchenko, A., Hernández-Aguilar, C., Ramírez-Rodríguez, H., Hernández-Dávila, J. y Robledo-Torres, V. 2003. Respuesta al estrés y crecimiento de plántulas cuyas semillas fueron irradiadas con láser de baja intensidad. *Agrofaz. Fisiología Vegetal*. Vol. 3, no. 1. Universidad Juárez Del Estado de Durango. Pp. 269-272.
- Bewley, J.D. and Black M. 1994. Dormancy and the control of germination. *Seeds. Physiology of development and germination*. Academic Press, New York. Pp.199-267.
- Bidwell R.G.S. 1979. *Fisiología Vegetal*. A.G.T. Editor, S.A. 2ª ed. México. D. F. p. 455.
- Blanco, C. E. 1995. Propuesta Sistemática 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.
- Bye, R. 1993. The Role of Humans in the Diversification of Plant in Mexico. In T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, and J. Fa [eds.], *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, NY. Pp.707–731
- Campos A, D. F. 2005. *Agroclimatología Cuantitativa de Cultivos*. Edit Trillas. México. 320 p.
- Cepero, L., Mesa A.R., García M. y Suárez, J. 2002. Efecto de La Radiación Láser en Semillas de *Albizia Lebbeck*. I. Fase De Vivero. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, Matanzas, Cuba. Pp. 1-6.

- Cetto, A. M. 1987. La Luz: en la naturaleza y en laboratorio. La Ciencia/32 desde México D.F.
- Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). 1995. Appendices I, II, and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. United States Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
- Cuellar, C. L., Morales, R. E., y Treviño J. F. 2006. La germinación *in vitro* una alternativa para obtener explantes en cactáceas. Rev. Zonas Áridas. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas. Universidad Nacional La Molina, Lima-Perú: 1-214.
- Dixon, K. y E. Bunn. 1995. Biotechnology and the science of saving endangered plants. *Australasian Biotechnology*. Vol. 5, No.5. pp. 300-302.
- Eguiarte, L.E., A. Silva M. y V. Souza. 2000. Biología evolutiva de la familia Agavaceae: biología reproductiva, genética de poblaciones y filogenia. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 166: 131-150 pp.
- Eguiarte, L.E., Larson, G. J., Nuñez. F. J., Martínez, P. A., Santos del P. K. y Arita, H.T. 2001. 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*. Vol.27. pp. 475-492.
- Gentry, H.S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. USA. 670 p.
- Gil, O. A. y Olcina C. Jorge. 1999. Climatología Básica. Edit ARIEL S.A. Barcelona, España. Pp. 387, 50-52, 58, 59.
- Golubov, J. 2002. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. Órgano de difusión de la Sociedad Mexicana de Cactología A.C. Instituto de Ecología.UNAM. México D.F.
- Guardia, L., González, L. M., Labrada A. y Rassi J. M. 1995. Efecto de la irradiación láser y diferentes factores físicos en el crecimiento de las plántulas de arroz. En: Resúmenes. III Taller "Las radiaciones y los isótopos en la agricultura". La Habana, Cuba. p.5.
- Hart, J. W.1990. Light and Plant Growth. Topics in plant physiology: 1. Series Editors: M. Black & J. Chapman, UNWIN HYMAN. London.103 p.
- Hartmann, T.H. y Kester, E. D. 1996. Propagación de plantas, principios y prácticas. CECOSA. 2ª Ed. pp. 193-195.
- Hernández, H. M. y Godínez A. H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Act. Botánica Mex. 26: 33-52.
- Hernández-Cruz, O. A., Martínez-R. O. A. Blanco C. E., E. Santamaría C. 2000. Evaluación de seis tratamientos pregerminativos de semilla de noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore), Vol. I, No. 1. Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas, pp. 30-35.

- Hernández-M, M. A. 2006. Estudio básico para realizar el aprovechamiento de la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Tesis de Licenciatura. UAAAN UL. p. 33.
- Heydecker, W. 1977. Stress and seed germination: an agronomic view. In: *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. Elsevier/ North Holland and Biomedical Press, Amsterdam. pp. 237-282
- Ivanova, R. and S. Stoyanova. 2000. Effect of presowing irradiation of seed from winter rapeseed by helium-neon laser on the growth, yield and quality of the green mass. *Biotehnologija-ustocarstvu*. Vol. 16. Pp. 75-83.
- Larqué, S. A. y Trejo, L. C. 1990. El agua en las Plantas. Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal. Edit. TRILLAS. Colegio de Postgraduados. México. p.16.
- López E., I.L., S. González E., R. Galván V., M. González E. y L. Reséndiz R. 2005. El Género *Agave* en Durango México. Resúmenes: Simposio Internacional El Conocimiento Botánico en la Gestión Ambiental y El Manejo de Ecosistemas y 2° Simposio Botánico del Norte de México. Victoria de Durango, Dgo. p. 61.
- Manrique, J. 2005. (En línea). El Rincón de la Ciencia. Grupo Einstein. Tres Cantos. Madrid. España. (33). <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/rc-85/p3/laser.html>. (Consultado el día 16 de Enero de 2008).
- Martínez, M. A. y Pacheco J.C. 2006. Protocolo para la micropropagación de *Furcraea macrophylla* Baker. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Columbia (UPTC), Tunja. *Agronomía Colombiana* Vol.24, No.2. pp. 207-213
- Martínez, P. A. 1998. Evaluación genética y demográfica de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). p.135
- Martínez, P. A. 2000. Estructura poblacional y conservación de semillas de *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Agavaceae), endémica y en peligro de extinción. Evaluación genética y demográfica de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. pp. 1-37.
- Martinez, P. A., Eguiarte, L. E. and Furnier G. R. 1999. Genetic diversity of the endangered endemic *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. *American Journal of Botany* 86(8):1093-1098.
- Matuda, E. 1962. Iconografía de los Agaves Mexicanos. Vol. 7. No.1. *Cact. y Suc. Méx.* pp. 21-23.
- Mazhuka. 2006. (En línea). Historia del Rayo Láser. Gran Enciclopedia Universal (Cap. 22). <http://www.portalplanetasedna.com.ar/laser.htm>. (Consultada el día 10 de enero de 2008).
- Montaño, R. H. y Jaramillo, S. A. 2007. Determinación de densidad de población y distribución de una especie en peligro de extinción *agave victoriae-reginae* T. Moore. Noa. Congreso

- Nacional. "Oportunidades y Retos de la Ingeniería Agrícola ante la Globalización y el Cambio Climático" Durango, México. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 95-99.
- Montaño, R. H., Jaramillo, S. A. y Rivera, G. María de J. 2008. NOA (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) Planta endémica en peligro de extinción, su conservación y uso como planta de ornato. *Rev. Investigación Agropecuaria* Vol. 5, no. 1. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Pp. 34-43.
- Moreno, P. E. 2007. Algunas notas sobre: aplicaciones de las radiaciones no-ionizantes. Universidad de Santiago de Compostela. 39 p.
- Murphy, J. T. 1981. Física: principios y problemas. Edit CONTINENTAL. México D.F. 260 p.
- Nobel, P. S. 1991. Environmental Biology of agaves and cacti. University of California. pp. 128-129.
- Nobel, P. S. 1998. Los incomparables Agaves y Cactus. Trillas. México. p. 211.
- Phirke, P.S., Kubde, A.B. and Umbarkar, S.P. 1996. The Influence Of Magnetic Field On Plant Growth. *Seed Sci. and Technol.* 24:375.
- Podlésny, J. 2002. Effect of laser irradiation on the biochemical changes in seeds and the accumulation of dry matter in the faba bean. *International Agrophysics*. Vol.16. Institute of Agrophysics. Polish Academy of Sciences. Pp. 209-213.
- Podlésny, J. and Podlésna, A. 2004. Morphological changes and yield of selected species of leguminous plants under the influence of seed treatment with laser light. *International Agrophysics*. Vol. 18. Institute Of Agrophysics. Polish Academy of Sciences. Pp. 253-260.
- Podlésny, J. y Stochmal, A. 2004. The effect of pre-sowing laser light treatment on some biochemical and physiological processes in the seeds and plants of white lupin and faba bean. Vol. 4, no.1. *Acta Agrophysica*, Pp. 149-160.
- Pons, X. 1996. Estimación de la Radiación Solar a partir de Modelos Digitales de Elevaciones. Propuesta Metodológica. Departament de Geografia I. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals Universitat Autònoma De Barcelona. España. Pp. 1-8.
- Rami, A. 2007. "The Láser Adventure" (La Aventura del Láser) Chapter 8 Section 0, page 1. Universidad de Murcia. Spain. <http://www.um.es/LEQ/laser/Ch-8/C8s0p1.htm> - 4k. (Consultada el día 12 de Enero de 2008).
- Reyes-Reyes, J., Aldrete, A., Cetina-Alcalá, V. M. y López-Upton, J. colaboradores. 2005. Producción de plántulas de *Pinus Psedostrobus* Var. *Apulcensis* en sustratos a base de aserrín. *Rev. Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* Vol XI, No.02. UACH, México. Pp. 105-110.
- Rodríguez, G. B., Gutiérrez, M. A., and Acosta, D. B. 1996. Somatic embryogenesis of *Agave victoriae-reginae* Moore. *Plant Cell, Tissue. And Organ Culture*. 46:85-87.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. 1ª edición. México DF.

- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Edit. LIMUSA, México DF. pp. 237-263.
- Rzedowski, J. y Calderón. De R. G. 1990. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. III. 1ª edición. Instituto de Ecología.
- Rzedowski, J. 1991. El Endemismo en la Flora Fanerogámica Mexicana: una Apreciación Analítica Preliminar. Acta Botánica Mexicana. 15:47-64.
- Salisbury, Frank B. y Ross Clean W. 1992. Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las Plantas y Fisiología Ambiental. Editorial PARANINFO. Madrid, España. p. 755
- SAS. 1996. SAS for Windows NT V 6.12. Statistical Analysis Systems. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- SEMARNAT. 2006. NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección Ambiental de Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. México DF. <http://www.semarnat.gob.mx>
- Schwartz, M.W., Jurjavcic N.L. and O'Brien J.M. 2002. Conservation's Disenfranchised Urban Poor. Bioscience 52(7):601-606.
- Schmidt, R.H., Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. Journal of Arid Environments. Vol. 16. Pp. 241-256.
- Shimoda, K. 1997. Actual Situation of Laser. J. Jpn. Optronics. 1: 238.
- Teorema Ambiental. Desarrolla IPN técnica para aumentar la productividad del maíz. Rev. Técnico Ambiental. Biotecnología. http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=46&id_art=3570. 2007 (Consultado el día 23 de abril de 2008).
- Torres, R. E. 1995. Agrometeorología. Edit TRILLAS. UAAN. México, D.F. Pp.48, 64-67.
- Tsuchiya, H. 1997. Application of red laser diode as a light source of plant production.. Rv. Jpn. Laser Eng. Laser Sci. Vol. 25, no. 12. Pp. 841.
- Ulloa, J. L. 1998. Rayo láser: importante logro de la ciencia y la tecnología. Gaceta Universitaria. Universidad de Guadalajara. 6 p.
- Villalobos, F. J., L. Mateos, F. Orgaz y E. Fereres. 2002. Fitotecnia. Bases y tecnología de la producción agrícola. Ed. Mundi Prensa.
- Villalpando-Ibarra, J. F. y J.A. Ruíz C. 1993. Observaciones Meteorológicas y su Uso en la Agricultura. Ed LIMUSA. México, D.F.
- Villarreal-Quintanilla, J. Á. 2001. Listados Florísticos de México: Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. p.136.
- Villiers, Trevor A. 1979. Reposo y Supervivencia de las Plantas. Cuadernos de Biología. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona. España. pp.18, 74.

Whatley, J. M y Whatley F. R. 1984. Luz y Vida Vegetal. Cuadernos de Biología. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona. España. Pp. 33-35.

White, Harvey E. 2004. Física Moderna. Vol. II. Edit. Limusa, Grupo Noriega Editores. Universidad de California. Pp. 299, 840.

APÉNDICES

Apéndice 1. Datos obtenidos en las lecturas realizadas de acuerdo con los días a la germinación de semillas, emergencia de la primera y segunda hoja verdadera.

Tratamiento 1															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1	3	33		1	3	14	49	1	3	25		1	3		
2	4	44	76	2				2				2	3	14	40
3	4			3	3	19	44	3	3	20	40	3	3	14	40
4	3	21	87	4	3	14	44	4	4	19	40	4			44
5	3	17	47	5	3	19	44	5	3	14	40	5	4	14	40
6	3	19	53	6	3	17	40	6	3	17	43	6			
7				7	3	17	48	7	3	17	43	7	3	14	40
8				8	3	17	40	8	3	23		8	3	17	40
9				9	3	21	54	9	3	23		9	3	14	40
10	3	19	44	10	3	17	47	10	3	17	52	10	3	17	40
11	4	21	40	11	3	14	43	11	4	19	43	11	3	23	61
12	3	17	62	12	3	14	50	12	3	14	72	12	4		
13				13	3	17	50	13	3	19	42	13	3	19	49
14	3	19	48	14	3	17	50	14	3	14	40	14			
15				15	3	20	44	15	3	19	47	15	3	23	40

Tratamiento 2															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1				1	2			1	2	22	73	1	2	22	
2	2	24	42	2	2	16	44	2	5			2	3	23	83
3	2	14	40	3	5	23	61	3	2			3	3	18	74
4	3			4	2	27	44	4	2	28	89	4	8	30	
5				5	2	19	40	5				5			
6	2			6				6				6	2	18	59
7	2	28	67	7				7				7	2		
8	3			8	2	19	37	8				8	3	30	75
9	3			9	2			9	1	22	69	9	3	18	79
10	3	20		10				10				10	4	20	75
11	4	16	41	11	2			11	4	16	66	11	5	20	74
12				12	2			12	7	17	74	12	2	20	
13	3			13	2	14		13	5	30	50	13	3	17	57
14	2	20	37	14	2	22		14				14			
15	2	20	41	15	2	16	40	15				15			

Tratamiento 3															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1	4	21	82	1	2			1				1	3	22	80
2	3	15	75	2	2	17	66	2				2	4		
3	4	29	70	3	3	17	81	3	2	22		3	2	29	89
4	4	29	83	4	3	16	35	4	2	28	68	4	2	18	
5	4	15	59	5	2	22		5	2	21	74	5	3	17	57
6	2	16	67	6				6	2	18	81	6	3	15	81
7	3	17	67	7	4	29	56	7	2	22	83	7	2	21	
8	4	16	49	8	2	17	83	8	2	15	72	8	2	21	83
9	4	16	65	9	3	17	56	9	2			9	3		
10	2	26	74	10	2	17	57	10				10	3		
11	4	21	65	11	1	17	56	11	2	15	68	11	2	27	83
12	3	29	65	12	3	28	82	12	1	22	80	12	3	21	
13	4	21	67	13	3	21	73	13	2	29	72	13	2	22	92
14	4	21	73	14	3	17	68	14				14	3	27	83
15	2	16	60	15	3	21	81	15	4	25	78	15	1	18	71

Tratamiento 4															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1	3	16	88	1				1	3	20		1	2	15	59
2	3			2	3	28	81	2	3	15	67	2	2	20	52
3				3				3	3	28	43	3	3	14	35
4	3	15	83	4	2	16	58	4	3			4	3	14	35
5	3	15	83	5	2	21	67	5	3	15	54	5			
6	3	28	83	6	3	20		6	3	16	48	6	2	17	58
7	3			7	3	28	81	7	3	17	58	7	3	28	
8	2	20	82	8				8	3	15	55	8	3	17	42
9	2	20	82	9	2	14	52	9	3	17	48	9			
10	2			10	2	14	59	10	3	15	49	10			
11	3	28	91	11	3	15	58	11	3	17	59	11	3	17	39
12	2	28	92	12	3			12	3	16	50	12	2	16	39
13	2	15	72	13	3	17	48	13	3	15	43	13	2	17	42
14	3	43	92	14				14	3	14	43	14			
15	2	20	73	15				15	2	14	43	15			

Tratamiento 5															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1	3	24	44	1	3	20	48	1	3	24	35	1	4	23	82
2	3	24	69	2	3	20	35	2	3			2	3	23	83
3	2	20		3	3	21	48	3	3	24	39	3	3	20	66
4				4	3			4	3	21	39	4	3		
5	3	20	62	5				5	3	21	39	5	3	20	66
6	3	28	46	6	4			6	3	20	57	6	3	28	101
7	4	20	52	7	2	20	35	7	4	28	65	7	3	20	91
8	2	24	45	8	3	23	45	8	2	21	46	8			
9	2	22	52	9	3	21	35	9	2	28	44	9	3	20	48
10	3	25	52	10	3	21	44	10	3	39		10	3	24	103
11				11	2	23	39	11				11	3	20	73
12	3	22	52	12	3	21	49	12				12	3	24	83
13	2	23	47	13	2	23	47	13				13	3		
14	2	23	47	14	3	23	39	14	3	28	47	14			
15	2	23	44	15	2			15	3	28	47	15	3	47	91

Tratamiento 6															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1	3	30		1	3	13		1	3	20	54	1	5	25	87
2	4	17	63	2	2	24	63	2	4	25	82	2	4	21	77
3	3	15	70	3	3	14	44	3	4	28	51	3	3	18	64
4	3	22	81	4	4	20	81	4	4	18	79	4	4		
5				5	4	37	70	5	4	21	63	5	2	22	66
6				6	3	23	63	6	4	15	90	6	4	25	78
7	4	23	69	7	3	24	65	7	4	19	65	7	6	30	90
8	3	27	90	8				8	5	16		8	4	22	79
9	3	14	65	9				9	2			9	8	17	81
10	4	26	86	10	5	31	82	10	3			10	3	15	80
11				11	3	14	69	11	8	27	54	11	2	19	72
12	3	14	65	12	4	27	63	12	4	22	71	12	4	19	88
13	2			13	3	15	72	13	4	23	82	13	4	21	77
14	4	20	60	14	3	14	51	14				14	4	21	85
15	3	19	71	15	3			15				15	5	25	80

Tratamiento 7 (Testigo)															
P	Repetición 1			P	Repetición 2			P	Repetición 3			P	Repetición 4		
	DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2		DGS	EH-1	EH-2
1	4	28	94	1	4	26	67	1	5	18	44	1	5		
2	4	26	49	2	4	15	44	2	4	15	41	2	4	15	54
3	4	18	52	3	4	15	41	3	4	15	44	3	4	15	48
4	4	20	56	4	5			4	4	22	44	4	4	17	41
5	4	18	59	5	5			5	4	15	45	5	4	18	41
6	4	18	41	6	4	26	55	6	4	20	48	6	4	15	41
7	4	18	56	7	5	28	55	7	4	20	55	7	4	26	74
8	4	18	41	8	4	26	41	8	4	15	44	8	4	15	45
9	4	15	45	9	4	27	49	9	4	20	45	9	4	20	45
10	4	18	44	10	4	16	44	10	4	20	41	10	4	18	45
11				11	4	15	49	11	4	48	96	11	4	15	41
12				12	4	18	49	12	4	17	48	12	4	20	48
13	4	15	41	13	4	15	41	13	4	18	45	13	4	20	41
14	4	26	61	14	4	22	56	14	4	18	48	14	4	20	45
15	4	15	41	15	5	20	45	15	4			15	4	18	41

DGS Días a la germinación de semillas, EH-1 Emergencia de la primera hoja verdadera, EH-2 Emergencia de la segunda hoja verdadera, P Planta de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

Apéndice 2. Datos obtenidos referente a la longitud y ancho de las tres primeras hojas verdaderas en plantas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

Primera lectura. Octubre de 2007.

Tratamiento 1																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,4	0,3	2,8	0,6	1,8	0,3	1						1							
2	2,5	0,3	1,3	0,4	0,3	0,1	2							2						2	2,6	0,3	2,6	0,3	2,2	0,4	
3							3	2	0,4	1,9	0,3	0,5	0,2	3	1,1	0,2	1,3	0,2	1,5	0,3	3	3,1	0,4	2,4	0,4	1,5	0,5
4	3,1	0,3	1,6	0,5	0,8	0,3	4	2,4	0,4	3	0,6	1,4	0,4	4						4							
5	2	0,4	1,3	0,4	0,5	0,2	5	2,3	0,3	1,8	0,5	0,7	0,2	5	2,2	0,2	2,6	0,4	1,3	0,4	5	3	0,3	2,5	0,2	1,4	0,2
6	3	0,3	2,3	0,4	1,4	0,4	6	2,8	0,3	1,9	0,5	0,5	0,2	6	2,8	0,2	3	0,3	1,7	0,5	6						
7							7	3,2	0,3	1,5	0,4	1	0,3	7	3,1	0,3	3	0,4	1,4	0,4	7	2,7	0,3	2,4	0,4	1,8	0,6
8							8	2	0,3	2,2	0,5	1,7	0,6	8							8	2,5	0,3	2,5	0,5	1,2	0,5
9							9	2	0,3	1	0,2	0,3	0,1	9							9	2,6	0,5	2,4	0,6	1,6	0,8
10	1,6	0,2	1,9	0,2	1	0,5	10	2,4	0,3	1,5	0,3	1,5	0,5	10	2	0,3	2	0,3	0,9	0,3	10	3	0,3	3	0,7	1,3	0,4
11	1,7	0,3	1,5	0,3	0,6	0,2	11	2,5	0,3	2,1	0,4	1,2	0,4	11	2,4	0,3	2,8	0,6	1,4	0,7	11	2,7	0,3	1,8	0,4	0,4	0,1
12	1,5	0,3	1,5	0,3	0,3	0,1	12	2,2	0,3	1,2	0,3	1	0,3	12	4,5	0,3	2,7	0,7	1,1	0,3	12						
13							13	3	0,3	1,7	0,4	0,3	0,1	13	2,2	0,3	2	0,5	1,5	0,4	13	3,2	0,3	2,9	0,7	0,9	0,2
14	2,5	0,3	2,1	0,5	1,2	0,4	14	2,6	0,3	2,2	0,5	0,5	0,2	14	1,2	0,2	1,6	0,2	1,4	0,5	14						
15							15	2,1	0,2	1,9	0,4	0,5	0,2	15	2,5	0,3	2,6	0,5	0,9	0,3	15	3	0,3	3,2	0,5	1,8	0,5
Tratamiento 2																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1							1						
2							2	2,9	0,3	2,8	0,5	1	0,5	2							2	2	0,2	1	0,2	0,4	0,2
3	2,5	0,3	2,2	0,3	1,8	0,5	3							3							3	1,8	0,3	1,2	0,4	0,3	0,2
4							4							4	1,8	0,2	1	0,3	0,5	0,2	4						
5							5	2,6	0,3	2,2	0,4	0,9	0,3	5							5						
6							6							6							6	2,2	0,2	1,7	0,4	0,9	0,2
7	2,9	0,3	1,8	0,4	0,4	0,1	7							7							7						
8							8	2,2	0,4	2,3	0,4	1	0,3	8							8	2,8	0,2	0,6	0,2		
9							9							9	2,6	0,3	0,7	0,3	0,6	0,3	9	1,8	0,1	0,4	0,2	0,6	0,1
10							10							10							10	2,6	0,2	0,8	0,1		
11	1,9	0,4	2	0,6	1	0,4	11							11	2,8	0,2	1	0,4	0,6	0,3	11	2,7	0,4	1,3	0,6	0,4	0,1
12							12							12	1,7	0,2	1	0,3			12						
13							13							13	1,1	0,2	0,6	0,3	0,4	0,1	13	2,4	0,2	1,7	0,3	1	0,4
14	1,5	0,4	1,7	0,5	0,9	0,3	14							14							14						
15	3,3	0,3	3,1	0,1	1	0,2	15	1,6	0,2	1,8	0,6	0,7	0,4	15						15							

Tratamiento 3																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	2,4	0,2	0,9	0,4	0,2	0,1	1							1						1	1,9	0,3	0,6	0,6			
2	2,8	0,3	1,2	0,5	0,2	0,1	2	2,5	0,2	1,4	0,3	0,3	0,1	2						2							
3	2,2	0,2	1	0,2	0,8	0,1	3	3	0,3	1,8	0,4	0,2	0,1	3						3	2	0,3	0,7	0,2			
4	2,3	0,2	1	0,3	0,9	0,2	4	2,8	0,2	2	0,3	1,1	0,3	4	1,9	0,2	1,2	0,4	0,4	0,1	4						
5	1,8	0,3	0,9	0,2	1,3	0,3	5							5	2	0,2	1,4	0,3			5	2,1	0,3	1,7	0,5	0,7	0,2
6	2,5	0,2	1,2	0,4	0,4	0,1	6							6	2,1	0,3	1,2	0,4	0,2	0,1	6	2	0,3	1,2	0,5	0,2	0,1
7	2,5	0,3	1,7	0,4	0,5	0,1	7	2,2	0,2	1,4	0,3	0,6	0,2	7	2,2	0,2	1	0,4			7						
8	2,8	0,4	1,7	0,5	0,8	0,4	8	2,3	0,2	0,8	0,3			8	2	0,2	1,2	0,3	0,2	0,1	8	1,7	0,2	0,8	0,2		
9	2,6	0,3	1,8	0,6	0,4	0,1	9	2,9	0,2	0,5	0,1	0,8	0,2	9	1,6	0,2					9						
10	2,3	0,2	1	0,3			10	2,6	0,3	1,7	0,4	0,7	0,2	10							10						
11	1	0,1	0,9	0,3			11	2,1	0,3	0,7	0,2	1	0,4	11	2,4	0,3	1,1	0,6	0,4	0,2	11	2	0,4	1	0,3	0,2	0,1
12	1,8	0,2	1,4	0,3	0,9	0,3	12	2,8	0,2	1	0,2	0,8	0,3	12	2,2	0,2	1,2	0,4	0,3	0,1	12						
13	2,5	0,2	1,2	0,5	0,2	0,1	13	2,7	0,3	1,4	0,4	0,4	0,1	13	2,3	0,2	1,4	0,5	0,6	0,1	13	2,3	0,3	0,8	0,3		
14	2,5	0,3	1,1	0,4			14	2,6	0,2	1,5	0,4	0,5	0,1	14							14	2	0,3	0,6	0,4	0,4	0,1
15	2,8	0,3	1,7	0,5	0,6	0,2	15	3,3	0,2	1,5	0,4			15	2,8	0,3	1,4	0,6	0,3	0,1	15	2,1	0,2	1,3	0,5	0,5	0,2
Tratamiento 4																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	2,1	0,3	0,4	0,1	0,6	0,1	1							1							1	2	0,3	1,3	0,5	0,3	0,1
2							2	2,6	0,5	1,3	0,5	0,3	0,1	2	2,5	0,4	1,5	0,5	0,2	0,1	2	1,7	0,4	2	0,7	0,7	0,2
3							3							3	2,3	0,3	2,2	0,7	1,5	0,8	3	2,3	0,3	2,4	0,8	1,9	0,9
4	2,1	0,3	0,9	0,4	0,2	0,1	4	2,4	0,4	1,4	0,7	0,9	0,3	4							4	1,2	0,2	1,7	0,8	1,4	0,6
5	1,7	0,3	0,8	0,3	0,2	0,1	5	2,2	0,2	0,9	0,1			5	2,2	0,4	2,1	0,9	1	0,4	5						
6	2,5	0,4	0,9	0,4			6							6	2,6	0,3	2	0,3	1	0,4	6	1,6	0,4	1,5	0,8	0,4	0,1
7							7	2,6	0,4	1	0,4			7	2,5	0,3	1,4	0,5	0,5	0,2	7						
8	2,3	0,4	0,9	0,4	0,2	0,1	8							8	2,8	0,4	2	0,7	1	0,3	8	2,3	0,3	2	0,9	1,4	0,7
9	1,9	0,2	0,8	0,3			9							9	2,9	0,4	1	0,6	0,7	0,3	9						
10							10	2,4	0,4	1,4	0,5	0,4	0,2	10	2	0,3	2	0,6	0,9	0,3	10						
11	1,7	0,2	0,7	0,2			11	2,1	0,3	2,3	0,5	0,5	0,1	11	3,1	0,4	1,9	0,7	0,8	0,2	11	2,3	0,2	2	0,6	1,5	0,6
12	1,5	0,3	0,6	0,2			12							12	2,4	0,3	1,9	0,7	0,4	0,2	12						
13	2,2	0,2	1	0,4	0,5	0,2	13	1,7	0,3	1,3	0,3	0,3	0,1	13	2,6	0,3	2,6	0,9	1,8	0,7	13	2,5	0,3	1,7	0,6	0,5	0,2
14	1,8	0,3	0,7	0,2			14							14	2,4	0,4	2,2	0,7	1	0,4	14	2,9	0,3	2,4	0,5	1,7	0,7
15	1,7	0,2	1	0,4	0,7	0,3	15							15	2,5	0,4	2,2	0,7	1,2	0,6	15						

Tratamiento 5																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,6	0,3	2,3	0,4	1,4	0,4	1	2,8	0,6	1,3	0,6	0,4	0,2	1	2	0,3	0,8	0,3	0,2	0,1
2	1,5	0,2	1,6	0,3	0,9	0,2	2	1,8	0,3	2	0,5	1,6	0,5	2							2	2	0,3	0,6	0,3	0,3	0,1
3							3	2,2	0,2	1,8	0,7	0,9	0,3	3	2,4	0,5	2,4	0,6	1,2	0,5	3	3	0,3	1,7	0,6	0,6	0,2
4							4							4	2,6	0,3	2,5	0,6	1,5	0,5	4						
5	2,3	0,2	1,8	0,6	0,6	0,2	5							5	2,5	0,3	2,4	0,5	1,5	0,5	5	2,7	0,4	1,4	0,4	0,4	0,1
6	2	0,2	1,1	0,4	0,5	0,2	6							6	2,3	0,4	1,5	0,5	0,7	0,2	6	2,8	0,2	0,5	0,1		
7	2,2	0,2	1,4	0,5	0,4	0,1	7	2,5	0,3	2,5	0,4	1,9	0,6	7	2	0,2	1,7	0,6	0,5	0,2	7	1,7	0,3	0,5	0,2		
8	2	0,2	1,5	0,4	0,9	0,3	8	2,3	0,3	2,2	0,7	1,8	0,5	8	2,5	0,3	2	0,4	1,2	0,5	8						
9	2,2	0,1	1,3	0,4	1	0,5	9	1,2	0,2	2,4	0,7	1,6	0,8	9	2	0,3	1,5	0,4	1,2	0,4	9	2	0,1	2	0,4	0,8	0,3
10	2,1	0,3	1,8	0,7	1	0,3	10	2,8	0,2	2,5	0,7	1,8	0,6	10							10	2,8	0,2	0,3	0,1		
11							11	2	0,3	1,5	0,4	0,9	0,4	11							11	3	0,4	1,5	0,6	0,4	0,1
12	2	0,2	1,6	0,5	1,4	0,6	12	2,4	0,3	1,5	0,6	0,5	0,1	12							12	1,5	0,4	0,7	0,2		
13	2,4	0,3	2,1	0,7	0,9	0,2	13	2,6	0,3	1,7	0,5	0,8	0,2	13							13						
14	2,6	0,2	2,2	0,4	1,8	0,6	14	2,2	0,2	2,3	0,5	1,8	0,7	14	2,3	0,4	1,7	0,6	0,6	0,1	14						
15	1,8	0,1	1,2	0,3	1	0,4	15							15	1,8	0,3	1,2	0,4	0,4	0,1	15	3	0,3	2	0,5	0,9	0,3
Tratamiento 6																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1	1	0,2	1	0,2	1	0,3	1	2,3	0,2	1	0,3		
2	1,6	0,2	1,3	0,4	0,4	0,1	2							2	2	0,3	1,3	0,2			2	1,8	0,2	1	0,5	0,4	0,1
3	2,4	0,3	1,5	0,7	0,5	0,1	3	2,6	0,2	2,2	0,7	1	0,4	3	2,2	0,3	1,6	0,5	0,9	0,3	3	2,2	0,2	1,4	0,6	0,5	0,1
4	2,5	0,3	1,9	0,4			4	1,4	0,3	0,7	0,2			4	2,1	0,2	1	0,3	0,2	0,1	4						
5							5	2,6	0,5	1,5	0,8	0,6	0,1	5	1,7	0,3	1,5	0,6	0,7	0,2	5	2	0,3	1,5	0,6	0,6	0,1
6							6	2	0,2	1,4	0,4	0,5	0,1	6	1,7	0,2	0,6	0,1			6	2	0,3	0,8	0,4	0,4	0,1
7	2	0,3	1,3	0,5	0,5	0,1	7	2,5	0,4	1,9	0,7	0,6	0,2	7	3	0,3	1,4	0,6	0,6	0,2	7	1,8	0,2	0,5	0,1		
8	2,1	0,4	1	0,3			8							8							8	2,6	0,3	1,2	0,4	0,2	0,1
9	1,8	0,4	1,4	0,5	0,4	0,1	9							9							9	2,2	0,2	1,1	0,3	0,2	0,1
10	2,5	0,4	1	0,4			10	1,5	0,3	0,7	0,2			10							10	1,8	0,2	0,8	0,2		
11							11	3,3	0,2	2,2	0,6	0,5	0,1	11	2	0,3	1,7	0,5	0,2	0,1	11	2,2	0,3	1,3	0,4	0,2	0,1
12	2,2	0,4	1,2	0,4	0,2	0,1	12	2,6	0,4	1,8	0,6	0,6	0,2	12							12	2,2	0,3	1	0,4	0,4	0,4
13							13	2,8	0,3	1,5	0,7	0,4	0,1	13	1,8	0,3	1	0,2	0,2	0,1	13	2,5	0,2	1,4	0,5	0,6	0,1
14	2,7	0,3	2	0,5	0,8	0,2	14	2,6	0,3	1,5	0,3	0,3	0,1	14							14	3	0,3	1	0,4		
15	2,6	0,3	1,5	0,5	0,5	0,1	15							15							15	1,8	0,2	0,9	0,3	0,3	0,1

Tratamiento 7																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	1,6	0,2	0,4	0,1			1	2,5	0,4	1,4	0,5	0,3	0,1	1	1	0,2	1,4	0,4	1	0,4	1	1	0,2	1,2	0,4	0,8	0,5
2	1,8	0,2	2	0,5	0,7	0,3	2	2,3	0,2	2,2	0,6	1,5	0,6	2	3,1	0,3	1,9	0,8	0,6	0,2	2	1,8	0,3	1	0,4	0,3	0,1
3	3	0,3	2	0,3	1,3	0,5	3	1,7	0,4	1,5	0,7	0,8	0,4	3	2,1	0,3	2	0,6	1,1	0,5	3	1,6	0,4	1,2	0,6	0,5	0,2
4	3	0,3	2,2	0,4	0,5	0,2	4							4	1,7	0,3	1	0,4	0,3	0,1	4	1,5	0,3	1,3	0,6	0,4	0,2
5	2,6	0,2	2	0,5	1	0,3	5							5	2,2	0,3	2,2	0,6	1,3	0,5	5	2	0,2	1,8	0,6	1	0,4
6	2,7	0,3	2,4	0,5	1,1	0,4	6	1,5	0,2	1,5	0,6	0,4	0,1	6	2,3	0,2	1,5	0,6	0,9	0,4	6	2,2	0,2	1,7	0,5	0,8	0,2
7							7							7	2	0,4	1,4	0,7	0,4	0,1	7	1	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1
8	3	0,4	1,2	0,3	1	0,5	8	2,1	0,3	1	0,5	0,4	0,1	8	1,8	0,2	1,4	0,6	1	0,4	8	2	0,3	1,4	0,6	0,5	0,3
9	2,5	0,2	3,8	0,6	1,9	0,6	9	1,6	0,3	1,2	0,5	0,2	0,1	9	2,2	0,3	1,8	0,6	0,9	0,4	9						
10	3	0,3	3,5	0,5	1,7	0,5	10	1,5	0,3	1,5	0,5	1	0,5	10	2,2	0,3	1,8	0,6	1	0,3	10	1,7	0,3	1,4	0,8	0,9	0,4
11	2,6	0,3	1,7	0,5	1	0,3	11	2,2	0,4	1,4	0,6	0,3	0,2	11	0,9	0,2	0,6	0,2			11	2	0,3	1,5	0,7	0,8	0,2
12							12	2,2	0,4	1,2	0,6	0,6	0,2	12	2	0,4	1,4	0,7	0,9	0,4	12	2,1	0,3	1,5	0,9	0,8	0,3
13							13							13	1,3	0,3	1,1	0,5	0,6	0,4	13	1,8	0,3	1,5	0,6	0,9	0,3
14	2,5	0,2	1,5	0,4	1,9	0,4	14	1,9	0,4	1,3	0,5	0,2	0,1	14	2	0,3	1,5	0,6	0,8	0,3	14	1,1	0,2	1,2	0,7	0,7	0,4
15	1,7	0,2	1,4	0,5	0,5	0,2	15	2,2	0,3	1,7	0,6	1,6	0,5	15							15	2,1	0,3	1	0,5	0,4	0,2

H-1 Primera hoja verdadera, H-2 Segunda hoja verdadera, H-3 Tercera hoja verdadera, L Longitud de la hoja, A Ancho de la hoja, * Centímetros.

Segunda lectura. Noviembre de 2007.

Tratamiento 1																																		
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4												
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3								
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*							
1							1	2,5	0,3	2,9	0,6	1,8	0,5	1							1						1							
2	2,5	0,3	1,4	0,4	0,9	0,3	2							2							2	2,6	0,3	2,6	0,3	2,2	0,4	2						
3							3	1	0,2	0,9	0,1	0,2	0,1	3	1,1	0,2	1,3	0,2	1,5	0,3	3	3,1	0,4	2,4	0,4	1,7	0,5	3						
4	3,1	0,3	1,9	0,5	1,5	0,5	4	2,4	0,4	3	0,6	1,8	0,7	4							4							4						
5							5	2,3	0,3	1,9	0,5	1,1	0,4	5	2,2	0,3	2,6	0,4	1,3	0,4	5	3	0,3	2,5	0,2	1,4	0,2	5						
6	3,1	0,3	2,3	0,4	1,6	0,6	6	2,8	0,3	1,9	0,5	1	0,5	6	2,8	0,2	3,	0,3	1,8	0,5	6							6						
7							7	3,2	0,3	1,6	0,4	1,3	0,3	7	3,1	0,3	3	0,4	1,8	0,5	7	2,7	0,3	2,4	0,4	1,8	0,6	7						
8							8	2,2	0,3	2,2	0,5	1,7	0,7	8							8	2,6	0,3	2,5	0,5	1,6	0,6	8						
9							9	2	0,3	1	0,2	0,4	0,1	9							9	2,6	0,5	2,5	0,6	1,8	0,9	9						
10	1,6	0,2	1,9	0,2	1,3	0,5	10	2,4	0,3	1,6	0,3	1,5	0,6	10	2,1	0,3	2	0,3	1,3	0,4	10	3	0,3	3	0,7	1,9	0,8	10						
11	1,7	0,3	1,5	0,3	1	0,4	11	2,5	0,3	2,2	0,4	1,4	0,6	11	2,5	0,3	2,8	0,6	1,7	0,8	11	2,7	0,3	1,9	0,4	0,8	0,2	11						
12	1,5	0,3	1,7	0,4	0,9	0,3	12	2,2	0,3	1,3	0,3	1,3	0,4	12	4,5	0,3	2,8	0,7	1,8	0,6	12							12						
13							13	3	0,3	1,9	0,4	0,8	0,3	13	2,2	0,3	2	0,5	1,6	0,5	13	3,2	0,3	3	0,7	1,4	0,4	13						
14	2,6	0,3	2,2	0,4	1,4	0,5	14	2,7	0,3	2,2	0,5	1	0,4	14	1,2	0,2	1,6	0,2	1,5	0,5	14							14						
15							15	2,1	0,2	1,9	0,45	1	0,4	15	2,6	0,3	2,6	0,6	1,4	0,6	15	3,0	0,3	3,2	0,5	2	0,5	15						

Tratamiento 2																																		
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4												
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3								
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*							
1							1							1							1							1						
2							2	2,9	0,3	2,8	0,5	1,5	0,7	2							2	2	0,2	1,2	0,3	0,8	0,3	2						
3	2,5	0,3	2,2	0,3	1,9	0,5	3							3							3	1,8	0,3	1,5	0,5	0,6	0,4	3						
4							4							4	1,8	0,2	1,2	0,4	0,7	0,2	4							4						
5							5	2,6	0,3	2,2	0,4	1	0,4	5							5							5						
6							6							6							6	2,2	0,2	1,8	0,4	1	0,3	6						
7	2,9	0,3	1,9	0,5	0,8	0,2	7							7							7							7						
8							8	2,2	0,4	2,3	0,4	1,1	0,3	8							8	2,8	0,2	0,9	0,3	0,4	0,1	8						
9							9							9	2,6	0,3	1	0,3	0,6	0,3	9	1,8	0,1	0,6	0,2	0,7	0,2	9						
10							10							10							10							10						
11	1,9	0,5	1,7	0,7	1,1	0,4	11							11	2,8	0,2	1,2	0,4	1	0,5	11	2,7	0,4	1,6	0,7	0,8	0,3	11						
12							12							12	1,8	0,2	1,1	0,3	0,4	0,1	12							12						
13							13							13	1,1	0,2	0,8	0,4	0,4	0,1	13							13						
14	1,6	0,4	1,8	0,5	1	0,4	14							14							14							14						
15	3,3	0,3	3,1	0,1	1	0,3	15	1,6	0,2	1,9	0,6	1,2	0,6	15							15							15						

Tratamiento 3																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	2,8	0,3	1,4	0,6	0,7	0,3	1							1							1	2	0,2	1	0,6	0,6	0,3
2	2,2	0,2	1,1	0,3	1	0,3	2	2,5	0,2	1,5	0,4	0,7	0,3	2							2						
3	2,3	0,3	1,4	0,4	1,1	0,4	3	3	0,3	2	0,5	1	0,4	3							3	1,9	0,3	1,2	0,4	0,6	0,1
4	1,8	0,3	1	0,2	1,4	0,3	4	2,9	0,2	2	0,3	1,5	0,5	4	1,9	0,2	1,3	0,4	1	0,3	4						
5	2,5	0,2	1,5	0,5	0,9	0,4	5							5	2	0,2	1,6	0,3	0,6	0,2	5	2,1	0,3	1,8	0,5	1,1	0,4
6	2,5	0,3	1,9	0,5	1	0,4	6							6	2,1	0,3	1,5	0,6	0,7	0,3	6	2	0,3	1,5	0,6	0,8	0,3
7	2,8	0,5	1,8	0,5	1	0,5	7	2,2	0,2	1,4	0,3	1	0,4	7	2,2	0,2	1,6	0,4	0,7	0,2	7						
8	2,6	0,3	2	0,7	1,2	0,5	8	2,3	0,2	1,1	0,4	0,5	0,2	8	2	0,2	1,3	0,4	0,6	0,3	8	1,6	0,2	1,1	0,3	0,3	0,1
9	2,3	0,3	1,1	0,3	0,4	0,1	9	2,9	0,2	0,5	0,1	0,9	0,2	9	1,7	0,3					9						
10							10	2,6	0,3	1,8	0,4	1,1	0,4	10							10						
11	1,8	0,2	1,7	0,3	1,4	0,5	11	2,1	0,3	0,8	0,2	1,1	0,3	11	2,4	0,3	1,4	0,7	1,1	0,5	11	2	0,4	1,3	0,5	0,6	0,2
12	2,5	0,2	1,5	0,6	0,8	0,3	12	2,8	0,2	1,2	0,3	0,9	0,3	12	2,2	0,3	1,2	0,4	0,1	0,1	12						
13	2,7	0,3	1,6	0,5	0,5	0,2	13	2,7	0,3	1,6	0,5	0,9	0,4	13	2,3	0,2	1,4	0,5		0,4	13	2,3	0,3	1,3	0,6	0,5	0,2
14	2,8	0,3	2,1	0,6	1,3	0,5	14	2,7	0,2	1,7	0,5	0,9	0,3	14							14	2	0,3	0,9	0,5	0,8	0,3
15	2,8	0,3	1,4	0,6	0,7	0,3	15	3,3	0,2	1,9	0,5	0,7	0,3	15	2,8	0,3	1,6	0,6	0,8	0,4	15	2,1	0,2	1,5	0,5	1,1	0,4
Tratamiento 4																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	2,1	0,3	0,5	0,1	1	0,3	1							1							1	2,1	0,4	1,5	0,6	0,7	0,3
2							2	2,7	0,5	1,6	0,6	0,8	0,3	2	2,6	0,4	1,8	0,7	0,9	0,4	2	1,8	0,4	2	0,7	1,3	0,5
3							3							3	2,4	0,3	2,3	0,7	1,8	1	3	2,3	0,4	2,4	0,9	2,1	1
4	2,1	0,3	1,2	0,6	0,6	0,2	4	2,5	0,4	1,5	0,7	1,4	0,5	4							4	1,5	0,3	1,9	0,9	1,7	0,8
5	1,8	0,3	1,1	0,5	0,5	0,2	5							5	2,2	0,4	2,4	0,9	1,5	0,8	5						
6	2,5	0,4	1,3	0,6	0,4	0,1	6							6	2,7	0,3	2,1	0,3	1,2	0,6	6	1,7	0,5	1,7	0,9	0,9	0,5
7							7	2,7	0,4	1,3	0,5	0,5	0,2	7	2,6	0,3	1,7	0,6	1	0,4	7						
8	2,3	0,4	1,2	0,5	0,5	0,3	8							8	2,8	0,4	2,1	0,8	1,5	0,5	8	2,3	0,4	2,1	0,8	1,7	0,9
9	2	0,2	1,1	0,4	0,4	0,2	9							9	2,9	0,4	1,3	0,7	1,2	0,5	9						
10							10	2,4	0,4	1,7	0,6	0,8	0,3	10	2	0,3	2	0,7	1,4	0,5	10						
11	1,7	0,3	1	0,4			11	2,2	0,4	2,4	0,5	0,6	0,1	11	3,2	0,4	2	0,7	1,5	0,5	11	2,3	0,3	2	0,6	1,7	0,7
12	1,7	0,3	1	0,5	0,4	0,1	12							12	2,4	0,3	2,1	0,8	1,1	0,6	12						
13	2,3	0,3	1,2	0,5	0,6	0,2	13	1,7	0,3	1,4	0,4	0,8	0,4	13	2,6	0,4	2,7	1	2,2	0,9	13	2,6	0,4	2	0,7	1,1	0,5
14	1,9	0,3	1	0,3	0,3	0,1	14							14	2,5	0,4	2,4	0,7	1,6	0,7	14	2,9	0,3	2,5	0,6	2	0,7
15	1,8	0,2	1,2	0,4	1,2	0,5	15							15	2,5	0,4	2,3	0,7	1,5	0,8	15						

Tratamiento 5																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,7	0,3	2,2	0,4	1,6	0,7	1	2,9	0,6	1,4	0,8	1	0,5	1	2,1	0,3	0,9	0,3	0,3	0,2
2	1,5	0,3	1,6	0,4	1,1	0,3	2	2	0,4	2,2	0,5	1,7	0,7	2							2						
3							3	2,2	0,2	1,8	0,6	1,2	0,6	3	2,6	0,6	2,4	0,8	1,6	0,6	3	3	0,3	1,8	0,6	1,1	0,5
4							4							4	2,7	0,3	2,4	0,7	1,8	0,6	4						
5	2,4	0,3	2	0,6	1,3	0,4	5							5	2,6	0,3	2,4	0,5	1,7	0,6	5	2,8	0,4	1,5	0,4	1,2	0,3
6	2,1	0,2	1,1	0,5	1,1	0,5	6							6	2,4	0,4	1,7	0,6	1,3	0,5	6	2,8	0,2	1,2	0,2		
7	2,4	0,3	1,7	0,7	0,8	0,4	7	2,6	0,3	2,7	0,4	2,2	0,6	7	2,1	0,2	1,8	0,6	1,2	0,5	7	1,8	0,3	0,8	0,3	0,3	0,1
8	2,1	0,2	1,5	0,4	1,2	0,4	8	2,4	0,3	2,3	0,7	2,1	0,7	8	2,6	0,3	2	0,6	1,5	0,6	8						
9	2,2	0,2	1,5	0,5	1,5	0,6	9	1,7	0,4	2,5	0,8	1,9	0,9	9	2	0,4	1,5	0,5	1,4	0,5	9	2,1	0,1	2,1	0,4	1,2	0,5
10	2,2	0,4	2,1	0,7	1,5	0,6	10	2,9	0,2	2,7	0,8	2	0,7	10							10	2,9	0,3	0,6	0,3		
11							11	2,1	0,3	1,6	0,6	1,2	0,5	11							11	3,1	0,4	1,9	0,7	1,1	0,4
12	2,2	0,3	1,7	0,6	1,6	0,8	12	2,5	0,3	1,5	0,6	1	0,4	12							12	1,5	0,4	0,9	0,4	0,5	0,2
13	2,6	0,3	2,3	0,8	1,4	0,5	13	2,6	0,3	1,8	0,6	1,2	0,4	13							13						
14	2,7	0,3	2,3	0,5	2	0,7	14	2,2	0,3	2,3	0,6	1,9	0,7	14	2,3	0,5	1,8	0,7	1,1	0,4	14						
15	1,9	0,2	1,5	0,4	1,3	0,5	15							15	1,8	0,4	1,4	0,5	0,7	0,3	15	3,1	0,3	2,1	0,5	1,5	0,6
Tratamiento 6																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1	1,1	0,2	1,3	0,4	1,2	0,3	1	2,3	0,2	1,2	0,3	0,5	0,2
2	1,7	0,3	1,4	0,5	1	0,5	2							2	2,1	0,3	1,4	0,4	0,7	0,2	2	1,9	0,2	1,4	0,6	0,9	0,4
3	2,4	0,3	1,8	0,8	1,2	0,5	3	2,7	0,2	2,4	0,8	1,6	0,7	3	2,3	0,3	1,7	0,5	1,2	0,6	3	2,2	0,3	1,6	0,6	1	0,5
4	2,6	0,3	1,8	0,6	0,7	0,2	4							4	2,2	0,2	1,3	0,4	0,7	0,2	4						
5							5	2,7	0,6	1,8	1	1,3	0,5	5	1,7	0,4	1,7	0,7	1,4	0,5	5	2,1	0,3	1,7	0,6	1,2	0,4
6							6	2,1	0,3	1,7	0,6	1,1	0,4	6	1,8	0,2	1	0,3	0,3	0,1	6	2,1	0,3	1,1	0,5	0,9	0,4
7	2,2	0,3	1,4	0,6	1	0,4	7	2,6	0,4	2,1	0,7	1,2	0,5	7	3	0,4	1,7	0,7	1,2	0,6	7						
8	2,2	0,4	1,6	0,5	0,4	0,1	8							8							8	2,6	0,3	1,7	0,6	1	0,4
9	1,9	0,4	1,5	0,6	1	0,5	9							9							9	2,3	0,3	1,5	0,4	0,7	0,3
10	2,6	0,4	1,5	0,7	0,7	0,3	10	1,6	0,4	1	0,5	0,5	0,2	10							10	1,9	0,2	1,1	0,4	0,3	0,1
11							11	3,3	0,3	2,3	0,6	1,1	0,3	11	2,1	0,3	1,8	0,5	1,1	0,5	11	2,3	0,4	1,6	0,7	0,7	0,3
12	2,2	0,4	1,4	0,5	0,8	0,4	12	2,7	0,5	2,2	0,7	1,3	0,5	12							12	2,3	0,3	1,5	0,5	1,1	0,5
13							13	3	0,4	2	0,9	1,3	0,6	13	1,9	0,4	1,6	0,4	0,8	0,3	13	2,6	0,2	1,7	0,5	1,2	0,4
14	2,7	0,3	2,3	0,6	1,5	0,5	14	2,7	0,3	1,5	0,3	1,1	0,5	14							14	3,1	0,3	1,5	0,6	0,7	0,3
15	2,7	0,3	2	0,6	1,3	0,4	15							15							15	2	0,3	1,1	0,5	0,8	0,3

Tratamiento 7																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	1,7	0,2	0,5	0,1			1	2,5	0,4	1,5	0,7	0,8	0,4	1	1	0,3	1,5	0,5	1,1	0,5	1	1	0,2	1,3	0,4	0,9	0,5
2	1,9	0,2	2,2	0,5	1,1	0,5	2	2,4	0,3	2,3	0,6	1,7	0,8	2	3,1	0,3	2	0,8	1,2	0,5	2	1,8	0,3	1,2	0,5	0,9	0,4
3	3,2	0,3	2,1	0,4	1,7	0,7	3	1,7	0,4	1,7	0,7	1,2	0,7	3	2,1	0,3	2	0,6	1,5	0,7	3	1,7	0,4	1,3	0,6	1,1	0,5
4	3	0,3	2,3	0,5	1,3	0,6	4							4	1,7	0,3	1,1	0,5	0,8	0,3	4	1,6	0,3	1,4	0,6	0,8	0,4
5	2,7	0,2	2,1	0,6	1,5	0,6	5							5	2,2	0,3	2,3	0,7	1,6	0,7	5	2	0,2	1,9	0,7	1,4	0,6
6	2,7	0,3	2,5	0,6	1,4	0,6	6	1,6	0,3	1,7	0,7	1	0,4	6	2,3	0,2	1,7	0,7	1,5	0,7	6	2,2	0,3	1,8	0,6	1,2	0,5
7							7							7	2,1	0,5	1,5	0,8	1	0,4	7	1,1	0,3	0,9	0,6	0,5	0,2
8	3	0,4	1,3	0,5	1,4	0,7	8	2,2	0,3	1,3	0,6	1	0,5	8	1,8	0,3	1,5	0,6	1,3	0,6	8	2	0,3	1,5	0,6	0,9	0,4
9	2,6	0,2	3,9	0,6	2,2	0,7	9	1,6	0,3	1,3	0,5	0,8	0,5	9	2,3	0,3	1,8	0,6	1,1	0,5	9						
10	3	0,3	3,6	0,6	2	0,9	10	1,5	0,4	1,5	0,6	1,3	0,6	10	2,2	0,3	1,9	0,7	1,5	0,5	10	1,9	0,3	1,6	0,9	1,2	0,7
11	2,7	0,4	1,7	0,6	1,3	0,6	11							11	1	0,2	0,9	0,3	0,2	0,1	11	2	0,3	1,7	0,7	1,1	0,3
12							12	2,3	0,5	1,4	0,7	1,1	0,6	12	2,1	0,4	1,6	0,8	1,3	0,7	12	2,2	0,4	1,7	0,8	1,2	0,6
13							13							13	1,4	0,3	1,2	0,6	1	0,6	13	1,8	0,3	1,4	0,7	1,3	0,5
14	2,5	0,3	1,7	0,4	2,2	0,5	14	2,1	0,4	1,4	0,6	0,6	0,3	14	2	0,3	1,6	0,6	1,2	0,6	14	1,1	0,2	1,4	0,7	1,1	0,7
15	1,8	0,2	1,6	0,6	0,8	0,4	15	2,3	0,4	1,9	0,7	1,7	0,6	15							15	2,1	0,4	1,2	0,6	1	0,5

H-1 Primera hoja verdadera, H-2 Segunda hoja verdadera, H-3 Tercera hoja verdadera, L Longitud de la hoja, A Ancho de la hoja, * Centímetros.

Tercera lectura. Diciembre de 2007.

Tratamiento 1																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,7	0,3	3	0,6	1,9	0,8	1							1						
2	2,6	0,4	1,6	0,5	1,5	0,5	2							2							2	2,7	0,3	2,7	0,3	2,2	0,4
3							3							3	1,2	0,2	1,3	0,2	1,5	0,3	3	3,1	0,4	2,4	0,4	2	0,6
4	3,2	0,3	2,2	0,5	2,2	0,7	4	2,4	0,4	3	0,7	2,3	1	4							4						
5							5	2,4	0,3	2	0,5	1,5	0,6	5	2,2	0,4	2,6	0,5	1,4	0,4	5	3,1	0,3	2,5	0,2	1,4	0,2
6	3,2	0,3	2,3	0,4	1,8	0,8	6	2,8	0,3	2	0,5	1,6	0,8	6	2,9	0,2	3,1	0,3	2	0,6	6						
7							7	3,2	0,3	1,7	0,5	1,7	0,4	7	3,2	0,4	3	0,5	2,3	0,7	7	2,8	0,3	2,5	0,4	1,8	0,7
8							8	2,5	0,4	2,3	0,5	1,7	0,9	8							8	2,7	0,3	2,5	0,5	2	0,8
9							9	2	0,3	1	0,2	0,5	0,2	9							9	2,7	0,5	2,6	0,6	2	1
10	1,6	0,3	1,9	0,2	1,7	0,6	10	2,5	0,3	1,7	0,4	1,6	0,7	10	2,2	0,4	2	0,3	1,7	0,5	10	3,1	0,3	3,1	0,7	2,5	1,2
11	1,8	0,3	1,6	0,3	1,5	0,7	11	2,5	0,4	2,3	0,4	1,6	0,8	11	2,6	0,3	2,8	0,6	2	0,9	11	2,7	0,3	2	0,5	1,3	0,3
12	1,6	0,3	2	0,5	1,5	0,5	12	2,3	0,3	1,5	0,3	1,7	0,5	12	4,6	0,3	2,9	0,8	2,6	0,9	12						
13							13	3	0,3	2,2	0,5	1,4	0,5	13	2,3	0,3	2	0,5	1,7	0,6	13	3,3	0,3	3,1	0,7	2	0,7
14	2,7	0,3	2,3	0,4	1,6	0,6	14	2,8	0,3	2,2	0,5	1,6	0,7	14	1,3	0,2	1,6	0,2	1,6	0,5	14						
15							15	2,2	0,3	2	0,5	1,5	0,7	15	2,7	0,4	2,6	0,7	2	0,9	15	3,1	0,3	3,2	0,5	2,3	0,6
Tratamiento 2																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1							1						
2							2	2,9	0,3	2,9	0,5	2,1	0,9	2							2	2	0,3	1,5	0,4	1,3	0,4
3	2,5	0,3	2,2	0,4	2	0,6	3							3							3	1,8	0,3	1,8	0,7	1	0,6
4							4							4	1,8	0,2	1,5	0,5	0,9	0,3	4						
5							5	2,6	0,3	2,2	0,4	1,1	0,5	5							5						
6							6							6							6	2,3	0,2	1,9	0,4	1,2	0,5
7	2,9	0,3	2,1	0,6	1,3	0,4	7							7							7						
8							8	2,2	0,4	2,3	0,4	1,3	0,3	8							8	2,8	0,2	1,2	0,4	0,9	0,3
9							9							9	2,6	0,3	1,3	0,4	0,7	0,3	9	1,8	0,2	0,8	0,3	0,9	0,3
10							10							10							10						
11	2	0,6	1,5	0,8	1,3	0,5	11							11	2,8	0,2	1,5	0,4	1,5	0,7	11	2,7	0,4	2	0,9	1,3	0,5
12							12							12	1,9	0,3	1,3	0,4	0,9	0,3	12						
13							13							13	1,2	0,3	1	0,5	0,5	0,2	13	2,4	0,3	1,8	0,3	1,7	0,8
14	1,7	0,4	1,9	0,5	1,2	0,6	14							14							14						
15	3,3	0,3	3,1	0,2	1	0,5	15	1,6	0,3	2	0,6	1,8	0,9	15							15						

Tratamiento 3																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1						1	2,2	0,2	1,5	0,7	1,3	0,6	
2	2,8	0,3	1,5	0,7	1,2	0,4	2	2,5	0,2	1,6	0,5	1,2	0,6	2						2							
3	2,2	0,2	1,2	0,3	1,2	0,4	3	3	0,3	2,2	0,7	1,9	0,7	3						3	1,9	0,3	1,8	0,7	1,2	0,3	
4	2,3	0,3	1,7	0,5	1,3	0,5	4	3	0,2	2	0,3	1,9	0,7	4	1,9	0,2	1,5	0,5	1,6	0,5	4						
5	1,8	0,3	1	0,2	1,4	0,3	5							5	2,1	0,3	1,9	0,4	1,3	0,4	5	2,2	0,3	2	0,6	1,6	0,7
6	2,5	0,2	1,7	0,5	1,4	0,6	6							6	2,2	0,3	1,8	0,9	1,3	0,5	6	2	0,3	1,8	0,7	1,4	0,5
7	2,5	0,3	2	0,6	1,5	0,7	7	2,2	0,2	1,5	0,3	1,4	0,6	7	2,2	0,2	2,3	0,5	1,5	0,4	7						
8	2,8	0,5	1,8	0,5	1,2	0,5	8	2,3	0,2	1,4	0,5	1	0,4	8	2	0,2	1,5	0,5	1,1	0,5	8	1,6	0,3	1,4	0,5	0,6	0,2
9	2,6	0,3	2,2	0,8	1,9	0,9	9	3	0,2	0,5	0,1	1,1	0,3	9	1,8	0,4					9						
10	2,3	0,3	1,2	0,3	0,8	0,2	10	2,6	0,3	2	0,4	1,5	0,7	10							10						
11							11	2,1	0,3	0,9	0,2	1,2	0,3	11	2,5	0,3	1,8	0,9	1,9	0,9	11	2,1	0,4	1,7	0,7	1	0,4
12	1,8	0,2	1,9	0,3	1,9	0,7	12	2,8	0,2	1,5	0,5	1	0,4	12	2,2	0,4	1,3	0,5			12						
13	2,5	0,2	1,7	0,6	1,3	0,5	13	2,7	0,3	1,8	0,7	1,5	0,7	13	2,3	0,2	1,4	0,5	1,5	0,7	13	2,3	0,3	1,9	0,9	1	0,4
14	2,8	0,3	2	0,5	1	0,3	14	2,8	0,2	2	0,6	1,3	0,5	14							14	2	0,3	1,2	0,6	1,2	0,5
15	2,8	0,3	2,5	0,7	1,9	0,8	15	3,3	0,2	2,4	0,7	1,5	0,6	15	2,8	0,3	1,9	0,7	1,4	0,7	15	2,1	0,2	1,7	0,5	1,8	0,7
Tratamiento 4																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	2,1	0,3	0,6	0,1	1,4	0,5	1							1							1	2,1	0,4	1,7	0,7	1	0,4
2							2	2,7	0,5	1,9	0,7	1,3	0,5	2	2,6	0,4	2	0,8	1,5	0,6	2	1,8	0,4	2	0,7	1,8	0,8
3							3							3	2,4	0,3	2,3	0,7	2,1	1,1	3	2,3	0,4	2,4	0,9	2,2	1,1
4	2,1	0,3	1,5	0,7	0,9	0,3	4	2,5	0,4	1,5	0,7	1,9	0,6	4							4	1,8	0,3	2	1	1,9	0,9
5	1,8	0,3	1,3	0,7	0,8	0,3	5							5	2,2	0,4	2,6	0,9	2	1,1	5						
6	2,5	0,4	1,6	0,7	0,7	0,2	6							6	2,7	0,3	2,1	0,3	1,3	0,7	6	1,7	0,5	1,9	0,9	1,4	0,8
7							7	2,8	0,4	1,5	0,5	1	0,3	7	2,6	0,3	1,9	0,6	1,5	0,6	7						
8	2,3	0,4	1,4	0,6	0,8	0,4	8							8	2,8	0,4	2,1	0,8	1,9	0,7	8	2,3	0,4	2,1	0,7	1,9	1
9	2	0,2	1,3	0,5	0,8	0,3	9							9	2,9	0,4	1,5	0,7	1,6	0,7	9						
10							10	2,4	0,4	1,9	0,6	1,1	0,4	10	2	0,3	2	0,7	1,8	0,7	10						
11	1,7	0,3	1,3	0,5	0,3	0,1	11	2,2	0,4	2,4	0,5	0,7	0,1	11	3,2	0,4	2	0,7	2,1	0,8	11	2,3	0,3	2	0,6	1,8	0,8
12	1,8	0,3	1,4	0,8	0,7	0,2	12							12	2,4	0,3	2,2	0,8	1,8	1	12						
13	2,3	0,3	1,3	0,5	0,6	0,2	13	1,7	0,3	1,4	0,4	1,3	0,6	13	2,6	0,4	2,7	1	2,5	1,1	13	2,7	0,4	2,3	0,8	1,7	0,8
14	2	0,3	1,2	0,4	0,6	0,2	14							14	2,6	0,4	2,5	0,7	2,1	1	14	2,9	0,3	2,5	0,6	2,2	0,7
15	1,8	0,2	1,4	0,4	1,6	0,7	15							15	2,5	0,4	2,3	0,7	1,8	0,9	15						

Tratamiento 5

Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,8	0,3	2,1	0,4	1,8	1	1	3	0,6	1,5	0,9	1,6	0,7	1	2,1	0,3	1	0,3	0,4	0,2
2	1,5	0,3	1,6	0,4	1,3	0,4	2	2,1	0,4	2,4	0,5	1,7	0,8	2						2	2,2	0,4	0,6	0,4	0,9	0,3	
3							3	2,2	0,2	1,8	0,5	1,4	0,8	3	2,7	0,7	2,4	0,9	2	0,7	3	3	0,3	1,8	0,6	1,6	0,7
4							4							4	2,7	0,3	2,3	0,8	2	0,6	4						
5	2,5	0,3	2,2	0,6	1,9	0,6	5							5	2,6	0,3	2,4	0,5	1,9	0,6	5	2,8	0,4	1,6	0,4	1,9	0,5
6	2,2	0,2	1,1	0,5	1,7	0,7	6							6	2,4	0,4	1,8	0,6	1,9	0,7	6	2,8	0,2	1,9	0,3		
7	2,5	0,3	1,9	0,8	1,2	0,6	7	2,6	0,3	2,8	0,4	2,4	0,6	7	2,1	0,2	1,8	0,6	1,9	0,8	7	1,8	0,3	1,1	0,3	0,6	0,2
8	2,2	0,2	1,4	0,4	1,4	0,5	8	2,5	0,3	2,3	0,7	2,4	0,9	8	2,6	0,3	2	0,8	1,7	0,7	8						
9	2,2	0,2	1,6	0,5	1,9	0,7	9	2,1	0,5	2,5	0,8	2,1	0,9	9	2	0,4	1,4	0,5	1,6	0,6	9	2,1	0,1	2,1	0,4	1,5	0,6
10	2,2	0,4	2,3	0,6	2	0,8	10	3	0,2	2,8	0,8	2,1	0,7	10							10	3	0,3	0,9	0,4		
11							11	2,2	0,3	1,6	0,7	1,5	0,6	11							11	3,1	0,4	2,2	0,7	1,7	0,6
12	2,3	0,3	1,8	0,7	1,8	0,9	12	2,5	0,3	1,5	0,6	1,4	0,7	12							12	1,5	0,4	1,1	0,5	0,9	0,3
13	2,7	0,3	2,5	0,8	1,8	0,8	13	2,6	0,3	1,9	0,6	1,5	0,6	13							13						
14	2,7	0,3	2,4	0,6	2,1	0,8	14	2,2	0,3	2,3	0,6	2	0,7	14	2,3	0,5	1,8	0,7	1,6	0,6	14						
15	2	0,2	1,7	0,4	1,6	0,6	15							15	1,8	0,4	1,5	0,5	1	0,4	15	3,1	0,3	2,1	0,5	2	0,8

Tratamiento 6

Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1	1,2	0,2	1,5	0,5	1,3	0,3	1	2,3	0,2	1,4	0,3	1	0,4
2	1,7	0,3	1,5	0,6	1,5	0,8	2							2	2,2	0,3	1,4	0,6	1,3	0,3	2	1,9	0,2	1,7	0,6	1,3	0,6
3	2,4	0,3	2	0,8	1,8	0,9	3	2,8	0,2	2,5	0,8	2,1	1	3	2,3	0,3	1,8	0,5	1,5	0,8	3	2,2	0,3	1,7	0,6	1,5	0,8
4	2,6	0,3	1,7	0,7	1,3	0,4	4							4	2,3	0,2	1,5	0,5	1,1	0,3	4						
5							5	2,7	0,7	2,1	1,2	1,9	0,9	5	1,7	0,4	1,9	0,7	2	0,8	5	2,1	0,3	1,8	0,6	1,7	0,7
6							6	2,2	0,3	2	0,7	1,6	0,6	6	1,8	0,2	1,4	0,4	0,6	0,1	6	2,1	0,3	1,4	0,6	1,3	0,6
7	2,3	0,3	1,5	0,6	1,4	0,6	7	2,7	0,4	2,2	0,7	1,8	0,7	7	3	0,4	1,9	0,8	1,8	0,9	7						
8	2,2	0,4	2,1	0,6	0,8	0,2	8							8							8	2,6	0,3	2,1	0,7	1,8	0,6
9	2	0,4	1,6	0,7	1,5	0,8	9							9							9	2,3	0,3	1,8	0,5	1,1	0,4
10	2,6	0,4	1,9	0,9	1,4	0,6	10	1,7	0,4	1,3	0,7	0,9	0,3	10							10	2	0,2	1,4	0,5	0,6	0,2
11							11	3,3	0,3	2,4	0,6	1,6	0,5	11	2,1	0,3	1,9	0,5	1,9	0,8	11	2,3	0,4	1,9	0,9	1,2	0,5
12	2,2	0,4	1,6	0,6	1,4	0,7	12	2,7	0,5	2,5	0,8	2	0,7	12							12	2,3	0,3	2	0,6	1,7	0,6
13							13	3,1	0,4	2,4	1,1	2,1	1	13	2	0,4	2,2	0,6	1,4	0,4	13	2,7	0,2	2	0,5	1,7	0,7
14	2,7	0,3	2,5	0,6	2,1	0,8	14	2,8	0,3	1,5	0,3	1,8	0,8	14							14	3,2	0,3	2	0,8	1,3	0,5
15	2,7	0,3	2,4	0,7	2	0,7	15							15							15	2,2	0,4	1,3	0,6	1,2	0,5

Tratamiento 7																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	1,7	0,2	0,5	0,1			1	2,5	0,4	1,6	0,9	1,3	0,7	1	1	0,3	1,5	0,5	1,2	0,6	1	1	0,2	1,3	0,4	1	0,4
2	2	0,2	2,3	0,5	1,4	0,6	2	2,5	0,3	2,4	0,5	1,9	0,9	2	3,1	0,3	2,1	0,8	1,7	0,8	2	1,8	0,3	1,3	0,5	1,4	0,6
3	3,3	0,3	2,2	0,4	2	0,8	3	1,7	0,4	1,8	0,7	1,6	0,9	3	2,1	0,3	2	0,6	1,9	0,8	3	1,8	0,3	1,4	0,6	1,6	0,7
4	3	0,3	2,4	0,5	2	1	4						4	1,7	0,3	1,2	0,6	1,3	0,5	4	1,6	0,2	1,5	0,6	1,1	0,6	
5	2,8	0,2	2,1	0,6	1,9	0,8	5						5	2,2	0,3	2,4	0,7	1,8	0,9	5	2	0,2	2	0,8	1,8	0,8	
6	2,7	0,3	2,5	0,6	1,7	0,8	6	1,6	0,3	1,8	0,7	1,5	0,7	6	2,3	0,2	1,8	0,7	2,1	0,9	6	2,2	0,3	1,9	0,6	1,6	0,7
7							7						7	2,2	0,5	1,5	0,9	1,5	0,7	7	1,1	0,3	1,1	0,7	0,7	0,3	
8	3	0,4	1,4	0,6	1,7	0,9	8	2,2	0,3	1,5	0,6	1,6	0,8	8	1,8	0,4	1,6	0,6	1,5	0,7	8	2	0,3	1,5	0,6	1,3	0,5
9	2,7	0,2	4	0,6	2,5	0,7	9	1,6	0,3	1,4	0,5	1,3	0,8	9	2,3	0,3	1,8	0,6	1,3	0,6	9						
10	3	0,3	3,6	0,6	2,2	1,2	10	1,5	0,4	1,5	0,6	1,6	0,7	10	2,2	0,3	1,9	0,7	1,9	0,7	10	2	0,3	1,7	0,9	1,5	1
11	2,8	0,4	1,7	0,6	1,5	0,9	11						11	1	0,2	1,2	0,3	0,4	0,1	11	2	0,3	1,8	0,7	1,3	0,4	
12							12	2,3	0,5	1,6	0,8	1,6	0,9	12	2,1	0,4	1,7	0,8	1,7	0,9	12	2,2	0,4	1,8	0,7	1,6	0,8
13							13						13	1,4	0,3	1,3	0,6	1,3	0,8	13	1,8	0,3	1,3	0,7	1,6	0,7	
14	2,5	0,3	1,8	0,4	2,5	0,5	14	2,2	0,4	1,4	0,7	1	0,4	14	2	0,3	1,7	0,6	1,5	0,9	14	1,1	0,2	1,5	0,7	1,4	0,9
15	1,8	0,2	1,7	0,7	1	0,6	15	2,3	0,4	2,1	0,8	1,7	0,6	15							15	2,1	0,4	1,4	0,6	1,5	0,7

H-1 Primera hoja verdadera, H-2 Segunda hoja verdadera, H-3 Tercera hoja verdadera, L Longitud de la hoja, A Ancho de la hoja, * Centímetro.

Cuarta lectura. Enero de 2008.

Tratamiento 1																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,7	0,3	3,3	0,6	2,2	0,8	1							1						
2	2,8	0,4	1,9	0,5	1,9	0,6	2							2							2	2,7	0,3	2,8	0,3	2,3	0,4
3							3							3	1,5	0,2	1,4	0,2	1,7	0,3	3	3,2	0,4	3,1	0,4	2,4	0,7
4	3,2	0,3	2,3	0,5	2,4	0,8	4	2,5	0,4	3,2	0,7	2,7	1,1	4							4						
5							5	2,6	0,3	2,2	0,5	1,7	0,7	5	2,3	0,4	2,7	0,5	1,7	0,5	5	3,1	0,3	2,5	0,2	1,5	0,3
6	3,3	0,3	2,4	0,4	2	0,9	6	3	0,3	2,2	0,5	1,8	0,8	6	2,9	0,2	3,1	0,4	2,2	0,7	6						
7							7	3,2	0,3	2,2	0,6	1,8	0,5	7	3,2	0,7	3,1	0,6	2,5	0,8	7	2,8	0,3	2,5	0,5	1,9	0,8
8							8	2,8	0,5	2,3	0,6	2	0,9	8							8	2,9	0,3	3	0,5	2,2	0,8
9							9							9							9	2,7	0,5	2,7	0,7	2,2	1
10	1,8	0,3	1,9	0,7	1,7	0,7	10	2,6	0,3	1,9	0,4	1,9	0,7	10	2,2	0,4	2,1	0,4	1,8	0,7	10	3,1	0,3	3,2	0,7	2,8	1,2
11	2	0,3	1,9	0,7	1,6	0,9	11	2,7	0,4	2,3	0,4	1,9	0,8	11	2,6	0,4	2,9	0,6	2,4	1	11	2,8	0,3	2,5	0,5	1,6	0,4
12	1,6	0,3	2,3	0,5	1,6	0,6	12	2,3	0,3	1,8	0,4	1,7	0,7	12	4,6	0,4	3	0,8	2,9	1	12						
13							13	3	0,4	2,4	0,5	1,6	0,6	13	2,3	0,3	2	0,6	1,9	0,7	13	3,3	0,3	3,6	0,7	2,3	0,8
14	2,8	0,3	2,3	0,7	2,1	0,7	14	3	0,3	2,3	0,7	1,7	0,7	14	1,5	0,3	1,6	0,3	1,7	0,5	14						
15							15	2,2	0,3	2,3	0,6	2,1	0,8	15	2,9	0,5	2,7	0,7	2,2	1	15	3,2	0,3	3,5	0,6	2,6	0,8
Tratamiento 2																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1							1						
2							2	3	0,3	2,9	0,5	2,2	0,9	2							2	2	0,3	1,6	0,4	1,5	0,5
3	2,6	0,3	2,5	0,4	2,2	0,8	3							3							3	1,8	0,3	2	0,8	1,6	0,6
4							4							4	1,8	0,3	1,6	0,6	1,2	0,5	4						
5							5	2,8	0,3	2,2	0,4	1,7	0,9	5							5						
6							6							6							6	2,3	0,2	1,9	0,4	1,5	0,6
7	2,9	0,4	2,3	0,7	1,8	0,6	7							7							7						
8							8	2,3	0,4	2,4	0,5	1,4	0,7	8							8	2,9	0,3	1,2	0,4	1,1	0,4
9							9							9	2,7	0,3	1,4	0,4	1	0,4	9	1,8	0,2	1	0,3	1	0,3
10							10							10							10						
11	2,2	0,7	2	1	1,5	0,7	11							11	2,8	0,2	1,5	0,4	1,6	0,7	11	2,8	0,4	2,1	0,9	1,6	0,7
12							12							12	2	0,3	1,4	0,5	1,2	0,4	12						
13							13							13	1,2	0,4	1	0,5	0,8	0,3	13	2,4	0,3	1,8	0,4	1,2	0,8
14	2	0,4	1,9	0,5	1,5	0,7	14							14							14						
15	3,3	0,2	3,2	0,5	1,5	0,5	15	1,7	0,3	2,1	0,6	1,9	1	15							15						

Tratamiento 3																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1							1	2,2	0,3	1,8	0,7	1,7	0,6
2	2,8	0,3	1,9	0,7	1,4	0,5	2	2,6	0,3	1,9	0,5	1,4	0,7	2							2						
3	2,3	0,2	1,3	0,3	1,4	0,4	3	3,2	0,3	2,5	0,8	2,2	0,8	3							3	2	0,3	1,9	0,7	1,6	0,5
4	2,4	0,3	1,8	0,5	1,5	0,6	4	3	0,2	2,4	0,5	2	0,8	4	2,1	0,3	2	0,6	2,1	0,6	4						
5	1,8	0,3	1	0,2	1,5	0,3	5							5	2,1	0,3	2,1	0,4	1,6	0,4	5	2,2	0,3	2,1	0,6	1,7	0,8
6	2,7	0,2	1,9	0,5	1,6	0,6	6							6	2,2	0,4	2	0,9	1,7	0,7	6	2	0,3	1,8	0,8	1,7	0,7
7	2,6	0,3	2,1	0,6	1,7	0,7	7	2,2	0,2	1,8	0,3	1,6	0,8	7	2,6	0,3	2,4	0,5	1,8	0,4	7						
8	2,8	0,5	1,9	0,5	2,2	0,8	8	2,4	0,2	1,3	0,6	1,2	0,5	8	2,1	0,3	1,6	0,6	1,3	0,7	8	1,7	0,3	1,4	0,5	0,9	0,3
9	2,7	0,3	2,2	0,9	2	0,9	9	3	0,2	0,7	0,2	1,2	0,3	9	1,8	0,4					9						
10	2,3	0,4	1,3	0,3	0,9	0,2	10	2,7	0,3	2	0,6	1,7	0,9	10							10						
11							11	2,1	0,3	1	0,5	1,2	0,4	11	2,5	0,3	1,9	0,9	2	1	11	2,1	0,4	1,7	0,8	1,2	0,6
12	1,8	0,2	1,8	0,4	1,9	0,8	12	2,8	0,3	1,7	0,5	1,2	0,6	12	2,3	0,4	1,6	0,5	1,6	0,5	12						
13	2,5	0,2	1,7	0,7	1,4	0,5	13	2,7	0,4	2	0,8	1,8	0,8	13	2,4	0,3	1,4	0,7	1,8	0,8	13	2,4	0,4	1,9	1	1,4	0,5
14	2,9	0,3	2	0,6	1,2	0,4	14	2,8	0,2	2	0,6	1,6	0,6	14							14	2	0,3	1,4	0,8	1,2	0,6
15	3	0,4	2,5	0,8	2	0,8	15	3,3	0,3	2,5	0,7	2	0,7	15	2,8	0,4	1,9	0,9	1,7	0,7	15	2,1	0,2	1,7	0,7	2	0,8
Tratamiento 4																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1	2,2	0,3	0,9	0,3	1,5	0,5	1							1							1	2,1	0,4	1,8	0,7	1,3	0,7
2							2	2,7	0,5	1,9	0,8	1,4	0,6	2	2,8	0,4	2,2	1	2,4	0,7	2	1,9	0,4	2,1	0,8	1,9	0,9
3							3							3	2,4	0,3	2,5	0,7	2,1	1,2	3	2,3	0,4	2,5	1	2,2	1,1
4	2,1	0,3	1,5	0,8	1,2	0,4	4	2,5	0,4	2,2	0,7	2	0,6	4							4	1,8	0,3	2	1	2,4	1,9
5	1,8	0,4	1,3	0,7	1,1	0,4	5							5	2,2	0,4	2,6	0,9	2,1	1,3	5						
6	2,6	0,5	1,8	0,7	0,8	0,3	6							6	2,9	0,3	2,1	0,3	1,3	0,8	6	1,8	0,5	2,2	1,9	1,8	0,9
7							7	2,8	0,4	1,7	0,5	1,2	0,4	7	2,6	0,3	2	0,7	1,8	0,8	7						
8	2,4	0,5	1,5	0,7	1	0,4	8							8	2,8	0,4	2,3	1	2,2	0,9	8	2,3	0,4	2,3	0,8	2,1	1
9	2	0,3	1,3	0,5	1,1	0,3	9							9	2,9	0,4	1,5	0,8	1,6	0,8	9						
10							10	2,4	0,4	1,9	0,6	1,3	0,5	10	2	0,3	2,1	0,7	2	0,9	10						
11	1,8	0,3	1,4	0,6	0,3	0,1	11							11	3,2	0,4	3	0,7	2,1	0,8	11	2,4	0,3	2	0,6	1,9	0,9
12	2	0,4	1,8	0,8	1	0,3	12							12	2,4	0,3	2,2	0,8	2	1,2	12						
13	2,3	0,3	1,5	0,6	1,6	0,6	13	1,7	0,4	1,4	0,5	1,4	0,6	13	2,6	0,4	2,7	1	2,9	1,2	13	2,7	0,4	2,4	0,9	2,2	0,9
14	2,1	0,4	1,6	0,4	0,9	0,3	14							14	2,6	0,4	2,5	0,8	2	1	14	3,2	0,3	2,5	0,7	2,2	0,9
15	1,8	0,2	1,6	0,5	1,6	0,7	15							15	2,6	0,5	2,3	0,8	1,8	1	15						

Tratamiento 5																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,8	0,4	2,3	0,5	1,9	1,1	1	3	0,6	1,6	0,9	2	0,8	1	2,1	0,4	1,1	0,4	0,4	0,2
2	1,5	0,3	1,6	0,5	1,5	0,6	2	2,1	0,6	2,5	0,7	1,7	0,8	2							2	2,2	0,4	0,6	0,5	1,1	0,5
3							3	2,3	0,3	2,1	0,6	1,7	1	3	2,7	0,7	2,4	0,9	1,8	0,7	3	3	0,3	2,3	0,9	1,9	0,9
4							4							4	2,7	0,3	2,7	0,8	2,1	0,9	4						
5	2,5	0,3	2,4	0,6	2,2	0,7	5							5	2,6	0,3	2,4	0,5	2,3	0,7	5	2,8	0,4	1,8	0,4	1,7	0,6
6	2,4	0,2	1,7	0,6	1,8	0,8	6							6	2,4	0,4	1,9	0,8	2,2	0,9	6	2,8	0,3	2,1	0,4	0,5	0,1
7	2,5	0,3	2	0,8	1,5	0,8	7	2,7	0,3	2,8	0,4	2,5	0,7	7	2,1	0,3	2,4	0,8	2,3	1	7	2	0,3	1,3	0,4	0,7	0,3
8	2,2	0,2	2,1	0,5	1,9	0,5	8	2,5	0,4	2,7	0,9	2,6	1	8	2,6	0,4	2,1	1	2,1	0,9	8						
9	2,4	0,2	1,7	0,6	2,1	0,8	9	2,5	0,6	2,5	1	2,3	1,1	9	2,1	0,4	1,7	0,5	1,8	0,7	9	2,2	0,2	2,5	0,4	1,7	0,7
10	2,2	0,4	2,3	0,8	2,3	0,9	10	3	0,3	2,9	0,8	2,3	0,9	10							10	3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,1
11							11	2,2	0,3	1,9	0,7	1,8	0,8	11							11	3,1	0,4	2,6	0,8	2,1	0,7
12	2,3	0,5	2,1	0,9	2,4	1	12	2,5	0,3	2,2	0,7	1,9	0,8	12							12	1,7	0,4	1,4	0,5	1,3	0,4
13	2,7	0,3	2,5	0,8	2,2	0,9	13	2,6	0,3	2,4	0,9	2	0,8	13							13						
14	2,7	0,3	2,4	0,6	2,1	0,9	14	2,2	0,3	2,4	0,6	2	0,9	14	2,5	0,5	2,4	0,9	2	0,9	14						
15	2	0,2	1,8	0,6	1,7	0,8	15							15	1,9	0,4	1,5	0,7	1,3	0,7	15	3,2	0,3	2,3	0,7	2,3	1
Tratamiento 6																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1							1	1,4	0,5	1,8	0,5	1,6	0,4	1	2,4	0,3	1,5	0,3	1,2	0,5
2	1,8	0,3	1,7	0,7	1,7	0,8	2							2	2,2	0,4	1,5	0,6	1,4	0,4	2	1,9	0,3	1,7	0,7	1,6	0,7
3	2,4	0,4	2,1	1	1,9	1,1	3	2,9	0,3	2,7	0,8	2,2	1,1	3	2,3	0,4	1,8	0,6	1,6	0,8	3	2,4	0,3	1,8	0,7	1,7	0,8
4	3,8	0,3	1,9	0,8	1,8	0,7	4							4	2,3	0,3	1,6	0,5	1,3	1	4						
5							5	2,7	0,8	2,2	1,2	2,2	1,2	5	2	0,4	1,9	0,8	2	0,8	5	2,2	0,3	1,8	0,8	1,8	0,8
6							6	2,2	0,3	2	0,7	1,9	0,8	6	2	0,2	1,5	0,5	0,8	0,2	6	2,1	0,3	1,5	0,6	1,3	0,6
7	2,4	0,4	1,7	0,7	1,6	0,7	7	2,7	0,4	2,4	0,8	2	0,8	7	3,2	0,4	2,1	0,9	2	0,9	7						
8	2,2	0,5	2,4	1,7	0,8	0,3	8							8							8	2,6	0,3	2,1	0,7	2,1	0,7
9	2,1	0,5	1,8	0,9	1,9	0,9	9							9							9	2,3	0,3	2	0,6	1,6	0,6
10	2,6	0,4	2	0,9	1,7	0,6	10	1,7	0,4	1,4	0,7	1	0,3	10							10	2,3	0,2	1,6	0,5	0,8	0,4
11							11	3,3	0,3	2,7	1,8	2,3	0,7	11	2,1	0,3	1,9	0,5	2,1	0,8	11	2,3	0,4	1,9	0,9	1,6	0,7
12	2,3	0,4	1,7	0,7	1,9	0,9	12	2,7	0,5	2,8	0,8	2,3	0,8	12							12	2,3	0,3	2,1	0,6	2	0,7
13							13	3,2	0,4	2,4	1,1	2,3	1,1	13	2	0,4	2,3	0,6	1,9	0,5	13	2,8	0,4	2,1	0,7	2	0,8
14	2,8	0,3	2,5	0,7	2,4	0,9	14	2,8	0,3	1,6	0,4	1,8	0,9	14							14	3,2	0,3	2,2	0,8	1,7	0,6
15	2,7	0,4	2,5	0,7	2,4	0,8	15							15							15	2,2	0,4	1,7	0,6	1,5	0,7

Tratamiento 7																											
Planta	Repetición 1						Planta	Repetición 2						Planta	Repetición 3						Planta	Repetición 4					
	H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3			H-1		H-2		H-3	
	L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*		L*	A*	L*	A*	L*	A*
1							1	2,5	0,4	1,9	0,9	1,6	0,7	1	1	0,3	1,8	0,5	1,6	0,7	1	1	0,2	1,4	0,5	1,3	0,5
2	2	0,2	2,3	0,5	1,4	0,8	2	2,5	0,3	2,5	0,6	2	0,9	2	3,1	0,3	2,2	0,8	1,9	0,8	2	1,9	0,2	1,5	0,6	1,5	0,6
3	3,3	0,3	2,2	0,7	2	1	3	1,7	0,4	1,8	0,8	1,6	0,9	3	2,1	0,3	2,1	0,6	1,8	0,8	3	1,8	0,2	1,7	0,6	1,7	0,6
4	3,3	0,3	2,6	0,6	2,1	1	4						4	1,7	0,3	1,3	0,6	1,4	0,6	4	1,7	0,2	1,6	0,6	1,2	0,6	
5	2,8	0,2	2,1	0,7	1,9	0,8	5						5	2,3	0,3	2,5	0,8	2	0,9	5	2	0,2	2	0,8	1,9	0,8	
6	3	0,3	2,4	0,6	1,7	0,9	6	1,8	0,3	1,9	0,7	1,6	0,8	6	2,3	0,3	1,9	0,7	2,3	1	6	2,2	0,3	2,1	0,7	1,8	0,7
7							7						7	2,2	0,6	1,5	1	1,6	0,8	7	1,1	0,3	1,4	0,7	0,9	0,3	
8	3	0,4	1,4	0,7	1,7	0,9	8	2,3	0,3	1,6	0,6	1,8	0,8	8	2	0,4	1,7	0,6	1,5	0,7	8	2,1	0,3	1,8	0,6	1,8	0,7
9	2,7	0,2	4	0,7	2,5	1	9	1,6	0,3	1,8	0,6	1,5	0,8	9	2,4	0,3	1,9	0,6	1,5	0,6	9						
10	3,2	0,3	3,7	0,6	2,6	1,1	10	1,6	0,4	1,9	0,5	1,6	0,7	10	2,2	0,3	2	0,7	2,1	0,7	10	2	0,3	1,8	0,9	1,8	1
11	2,8	0,4	1,8	0,8	1,8	0,9	11						11	1	0,2	1,3	0,3	0,6	0,2	11	2	0,3	1,9	0,7	1,7	0,8	
12							12	2,4	0,5	1,6	0,8	1,8	1	12	2,1	0,4	1,8	0,8	1,9	1	12	2,4	0,4	2,2	0,7	1,8	0,7
13							13						13	1,5	0,4	1,4	0,6	1,4	0,8	13	2	0,3	1,7	0,7	1,8	0,8	
14	2,6	0,3	1,9	0,4	2,6	0,5	14	2,4	0,4	1,7	0,7	1,2	0,4	14	2	0,3	1,7	0,7	1,6	0,9	14	1,1	0,2	1,9	0,8	1,5	0,9
15	1,8	0,2	1,7	0,8	1,6	0,6	15	2,5	0,4	2,2	0,3	1,9	0,7	15							15	2,2	0,4	1,6	0,6	1,7	0,8

H-1 Primera hoja verdadera, H-2 Segunda hoja verdadera, H-3 Tercera hoja verdadera, L Longitud de la hoja, A Ancho de la hoja, * Centímetro.

Apéndice 3. Resultados finales de las variables evaluadas que se utilizaron para el análisis estadístico con el programa S.A.S.

TRAT	REP	% GERM.	DGS	EH-1	EH-2	LH-1	LH-2	LH-3	AH-1	AH-2	AH-3
1	1	66.66	3.3	23.33	57.13	2.4	1.9	1.4	0.3	0.4	0.5
1	2	93.33	3	16.93	46.21	2.5	2.1	1.4	0.3	0.5	0.5
1	3	93.33	3.1	18.57	45.64	2.5	2.4	1.7	0.3	0.5	0.6
1	4	80	3.2	16.9	43.09	2.9	2.7	1.8	0.3	0.5	0.6
2	1	80	2.6	20.29	44.67	2.5	2.2	1.3	0.4	0.5	0.5
2	2	80	2.3	19.5	44.33	2.4	2.3	1.4	0.3	0.5	0.6
2	3	53.33	3.5	22.5	70.17	2	1.2	0.8	0.3	0.4	0.3
2	4	80	3.3	21.45	72	2.3	1.4	1	0.3	0.4	0.4
3	1	100	3.4	20.53	68.07	2.4	1.6	1.1	0.3	0.5	0.4
3	2	93.33	2.6	19.69	66.17	2.7	1.6	1.1	0.2	0.4	0.7
3	3	73.3	2.1	21.7	75.11	2.2	1.6	1.1	0.3	0.6	0.4
3	4	100	2.5	21.5	79.89	2	1.4	1	0.3	0.6	0.4
4	1	93.33	2.6	22.55	83.73	2	1.2	0.7	0.3	0.5	0.3
4	2	66.6	2.6	19.22	63	2.4	1.6	1	0.4	0.5	0.3
4	3	100	2.9	16.71	50.77	2.6	2.1	1.5	0.4	0.7	0.7
4	4	66.66	2.5	17.5	44.56	2.2	2	1.6	0.3	0.8	0.7
5	1	86.66	2.6	22.92	51	2.2	1.8	1.5	0.3	0.6	0.6
5	2	93.33	2.8	21.45	42.18	2.4	2.2	1.7	0.3	0.6	0.7
5	3	80	2.9	25.64	45.8	2.4	1.9	1.5	0.4	0.6	0.6
5	4	86.66	3.1	24.45	80.64	2.5	1.4	1	0.3	0.4	0.4
6	1	80	3.3	20.64	72	2.3	1.7	1.2	0.3	0.6	0.5
6	2	86.66	3.3	21.33	65.73	2.6	1.9	1.4	0.4	0.7	0.5
6	3	86.66	4.1	21.27	69.1	2	1.6	1.1	0.3	0.5	0.4
6	4	100	4.1	21.43	78.86	2.3	1.5	1	0.3	0.5	0.4
7	1	86.66	4	19.46	52.31	2.6	2.2	1.6	0.3	0.5	0.7
7	2	100	4.3	20.69	48.92	2	1.7	1.2	0.4	0.6	0.6
7	3	100	4.1	20.07	49.14	2	1.6	1.3	0.3	0.6	0.6
7	4	100	4.1	18	46.43	1.8	1.5	1.2	0.3	0.6	0.5

TRAT Tratamiento, **REP** Repetición, **% GERM.** Porcentaje de Germinación, **DGS** Días a la germinación de semillas, **EH-1** Emergencia de la primera hoja verdadera, **EH-2** Emergencia de la segunda hoja verdadera, **LH-1** Longitud de la primera hoja verdadera, **LH-2** Longitud de la segunda hoja verdadera, **LH-3** Longitud de la tercera hoja verdadera, **AH-1** Ancho de la primera hoja verdadera, **AH-2** Ancho de la segunda hoja verdadera, **AH-3** Ancho de la tercera hoja verdadera.

Apéndice 4. Resultado del análisis de varianza para las variables longitud y ancho de las tres primeras hojas verdaderas en plantas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore). UAAAN-UL, 2007.

VARIABLE	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Longitud de la primera hoja verdadera	TRAT	6	0.4700	0.0783	1.17 ns	0.3658
	REP	3	0.1353	0.0451	0.67 ns	0.5798
	Error	18	1.2071	0.0670		
	CV = 11.13					
Longitud de la segunda hoja verdadera	TRAT	6	1.2521	0.2086	1.58 ns	0.2087
	REP	3	0.1667	0.0555	0.42 ns	0.7394
	Error	18	2.3707	0.1317		
	CV = 20.20					
Longitud de la tercera hoja verdadera	TRAT	6	0.7721	0.1286	1.73 ns	0.1705
	REP	3	0.0285	0.0095	0.13 ns	0.9421
	Error	18	1.3364	0.0742		
	CV = 21.43					
Ancho de la primera hoja verdadera	TRAT	6	0.0135	0.0022	0.93 ns	0.4945
	REP	3	0.0039	0.0013	0.54 ns	0.6603
	Error	18	0.0435	0.0024		
	CV = 15.47					
Ancho de la segunda hoja verdadera	TRAT	6	0.0892	0.0148	1.57 ns	0.2131
	REP	3	0.0067	0.0022	0.24 ns	0.8683
	Error	18	0.1707	0.0094		
	CV = 18.05					
Ancho de la tercera hoja verdadera	TRAT	6	0.0892	0.0148	0.78 ns	0.5988
	REP	3	0.0200	0.0066	0.35 ns	0.7911
	Error	18	0.3450	0.0191		
	CV = 26.91					

F.V. Fuente de Variación, G.L. Grados de Libertad, S.C. Suma de Cuadrados, C.M. Cuadrados Medios, F.C. Frecuencia Calculada, Pr>F Probabilidad>Frecuencia, TRAT Tratamiento, REP Repetición, CV Coeficiente de Variación, ns No significativo.