

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**Comparación de tratamientos pregerminativos en la germinación
y vigor de semilla de nogal.**

POR

HUMBERTO ALEJANDRO GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ

TESIS.

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Comparación de tratamientos pregerminativos en la germinación
y vigor de semilla de nogal

POR

HUMBERTO ALEJANDRO GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

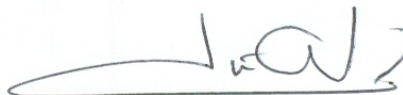
APROBADA



M. C. María Alejandra Torres Tapia
Asesor Principal



Dr. Juan José Galván Luna
Coasesor



Dr. Luís Alonso Valdez Aguilar
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por el simple hecho de seguir vivo y sano compartiendo este logro con mis seres amados permitiéndome cumplir con mis aspiraciones, sueños y metas dándome, paciencia, fortaleza y sabiduría.

A mi Alma Mater

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ya que me abrió las puertas y me proveyó de conocimiento para seguir creciendo profesionalmente.

M.C. María Alejandra Torres

Porque me brindo de sus conocimientos y paciencia para la elaboración de este trabajo cuyos aportes a mi persona no hubiera obtenido este logro.

Dr. Juan José Galván Luna

Ya que me ofreció esta idea para realizar el trabajo y poder obtener el título, por su apoyo y su confianza que me brindo.

Dr. Luís Alonso Valdez Aguilar

Por su apoyo y confianza para realizar este proyecto y sus atinadas correcciones.

Al Vivero Sta. Rita

Por facilitarnos el material que se utilizó y la información proporcionada de la semilla.

Dra. Rebeca González Villegas

Por su amistad y su apoyo para realizar este trabajo.

DEDICATORIA

A LAS PERSONAS QUE NUNCA ME DEJARON SOLO Y SIEMPRE ESTUVIERON CONMIGO EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS Y ESTANDO CUANDO MAS LOS NECESITE A MIS PADRES CARLOS ALEJANDRO GUTIÉRREZ JIMÉNEZ Y CARMEN SUSANA HERNÁNDEZ GÓMEZ, MIS AMIGOS Y MI NOVIA GRACIAS POR SU APOYO Y SUS CONSEJOS LOS AMO.

INDICE GENERAL

	Pág.
AGRADEDECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
INDICE DE CUADROS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCION.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Origen del cultivo.....	4
Contexto internacional.....	4
Contexto nacional.....	5
Desarrollo de los sistemas de producción de nuez en México.....	7
Taxonomía y Morfología.....	8
Propagación del cultivo.....	9
Características del fruto para consumo y semilla.....	11
Tratamientos para romper la latencia de la cubierta o exógena.....	13
Bioestimulantes.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Ubicación del estudio.....	25
Origen de la semilla.....	25
Tratamientos.....	25
Metodología.....	26
Variables evaluadas.....	28
Diseño experimental y análisis de información.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
Capacidad de germinación.....	31

Vigor.....	37
CONCLUSIÓN.....	53
LITERATURA CITADA.....	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
2.1	Análisis de contenido del BIOZYME* PP.....	20
2.2	Instrucciones de uso del BIOZYME* PP.....	21
3.1	Descripción de los tratamientos aplicados a semilla de nogal var. Santa Rita en condiciones de laboratorio, 2011.....	26
4.1	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas normales en condiciones de laboratorio, 2011.....	32
4.2	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas anormales en condiciones de laboratorio, 2011.....	34
4.3	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el porcentaje en semillas sin germinar condiciones de laboratorio, 2011.....	36
4.4	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el índice de velocidad de emergencia en condiciones de laboratorio, 2011.....	37
4.5	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita vigor mediante la longitud del tallo en condiciones de laboratorio, 2011.....	39

4.6	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el número de hojas en condiciones de laboratorio, 2011.....	41
4.7	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante los diámetros de tallo en condiciones de laboratorio, 2011.....	45
4.8	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor de área foliar en condiciones de laboratorio, 2011.....	49
4.9	Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor de la raíz en condiciones de laboratorio, 2011.....	51

INDICE DE FIGURA

Figura		Pág.
2.1	Fruto de Pecano y fruto descascarado.....	12
2.2	Proceso de germinación del cultivo nogal.....	12
3.1	Escarificación de la semilla de nuez con lija para madera..	26
3.2	Siembra en charolas con sustrato peatmoss a un cm entre plantas, 3 cm entre hileras y 2 cm en las 4 orilla.....	27
4.1	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos en semilla de nogal var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas normales en condiciones de laboratorio, 2011.....	32
4.2	Respuesta a la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas anormales en condiciones de laboratorio, 2011.....	34
4.3	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos en semilla de nogal variedad Santa Rita en el porcentaje de semillas sin germinar en condiciones de laboratorio. 2011.....	36
4.4	Respuesta de la aplicación de los diferentes tratamientos en semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el índice de velocidad de emergencia en condiciones de laboratorio, 2011.	38
4.5	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante la longitud del tallo en condiciones de laboratorio, 2011.....	40
4.6	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el número de hojas en condiciones de laboratorio, 2011.....	41
4.7	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el desarrollo de la plántula mediante el diámetro de tallo basal medido en milímetros en condiciones de laboratorio, 2011.....	43

4.8	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el diámetro en la mitad del tallo en milímetros en condiciones de laboratorio, 2011.....	44
4.9	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el diámetro de tallo en la primera hoja en milímetros en condiciones de laboratorio, 2011.....	45
4.10	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el desarrollo de la plántula mediante el área foliar en la hoja 1 medido en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.....	46
4.11	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el área foliar en la hoja No. 2 en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.....	47
4.12	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el área foliar en la hoja No. 3 en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.....	48
4.13	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante la longitud de raíz en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011...	50
4.14	Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el número de raíces adventicias en condiciones de laboratorio, 2011.....	51

RESUMEN

Se evaluaron los efectos de un complejo hormonal y el ácido giberélico en tratamientos pre-germinativos y sus efectos tanto en semilla y plántula ya que en esta especie no hay suficiente información. Se trabajó con peat moss como sustrato ideal para fomentar la germinación, y con agua destilada por la razón de que no contiene ningún elemento o compuesto químico que pueda influir en la germinación de las semillas y los efectos en la plántula. Se usó como semilla la variedad Santa Rita es ya que es una semilla de la región que se usa como porta injerto por las características que posee. Los reactivos que se utilizaron fueron Biozyme* PP ® como un complejo hormonal y ácido giberélico ambos en diferentes concentraciones. Las variables que se evaluaron son: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG), índice de velocidad de emergencia (IVE), diámetro de tallo (DT), longitud de tallo (LT), número de hojas (NH), área foliar (AF), longitud de raíces (LR) y número de raíces adventicias (NR). Los mejores tratamientos para cada variable son: tratamiento 4 y 5 para plantas normales, tratamiento 4 y 6 para plantas anormales aunque para estas dos variables mencionadas son las únicas que no mostraron diferencia estadística, tratamiento 5 para semillas sin germinar, tratamiento 3 para índice de velocidad de emergencia, tratamiento 2 para las variables número de hojas, diámetro del tallo basal y longitud de raíz, tratamiento 6 para las variables diámetro en la mitad del tallo, diámetro del tallo en la 1° hoja, área foliar en la hoja 1 y número de raíces adventicias, tratamiento 5 para las variables área foliar de las hojas 2 y 3.

Palabras claves: *Biorregulador, ácido giberélico, semilla denogal, germinación*

INTRODUCCION

El Nogal es uno de los árboles de frutas comestibles más antiguo del mundo. Originario de Persia, se hallaron referencias de su existencia ya a partir del año 7000 A.C., en la época de los Romanos se le considera comida de los Dioses y de ahí su nombre *Junglans Regia* en honor a Júpiter.

Las áreas productoras de nuez alrededor del mundo se localizan principalmente entre los 25° y 35° de latitud norte y entre 25° y 35° latitud sur. En México, la distribución natural del nogal se encuentra en catorce estados, siendo los centros más importantes de asociaciones nativas los estados de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua (Ojeda et al., 2003). Los principales productores son Estados Unidos (72 %) y México (25 %). Otros productores menores son Australia, Sudáfrica, Israel, Brasil, Argentina, Perú y Egipto. Además de ser el principal productor y exportador de nuez encascarada, Estados Unidos es el más grande consumidor. Otros importantes países consumidores son: Reino Unido, Alemania, Canadá y Japón. Los Estados Unidos exportan e importan nueces, y México es el principal exportador (nuez con cáscara) hacia ese país (25,000 ton anualmente).

En México, las primeras plantaciones comerciales de nogal se establecieron el año de 1946, y para el año 2000 se tenían plantadas más de 60 mil hectáreas a nivel nacional (Tarango, 2004). Los estados con mayor producción de nuez en la República Mexicana son Chihuahua con 54,629 ton y un rendimiento por hectárea de 1.5 ton, seguido de Coahuila con una producción de 8,776 ton y un rendimiento de 0.71 ton/ha; Sonora con una producción de 7,075 ton y un rendimiento de 1.06 ton/ha; y Durango con una producción de 2,783 ton y un rendimiento de 0.78 ton/ha (SIAP, 2009).

El cultivo del nogal pecanero ocupa el sexto lugar de importancia económica por su valor en pesos a nivel estatal (SAGARPA, 2007),

La nueva tendencia en plantaciones de nogal es incrementar las poblaciones de árboles por hectárea hasta 270, con lo cual se aumenta la expectativa de reducción de costos y reducción de riesgos de producción minimizando viviparidad (nuez germinada) y por tanto aumentando calidad (>58 % almendra) y el rendimiento por hectárea (>3000kg/ha) (Lagarda, 2007).

Los nogales se propagan de manera vegetativa o por semilla; en los viveros se propagan por injerto de púa y por yemas, por ejemplo el injerto por yema sobre el nogal negro se hace para que quede una corta sección de tronco en éste, lo que disminuye el peligro de quemaduras por el sol y la entrada de hongos de raíz.

El injerto de parche puede emplearse en plantas de vivero de crecimiento rápido de un año de edad. Conviene premadurar las yemas, quitando las hojas a la rama, dejando el raquis adherido, 10 días antes de sacar las yemas; por lo cual este método de propagación es considerado muy laborioso e implica más tiempo.

La propagación por semilla aunque no es muy empleado se elige las nueces de un árbol bien conocido por su adaptabilidad a la región en la cual se cultiva y por la calidad de su producto. Se colocan de dos a tres semillas por hoyo en viveros durante dos años hasta la aparición del pie.

Este trabajo tiene la finalidad de aportar información que ayude con la completa domesticación ya que al emplear la propagación por semilla se obtiene el árbol deseado desde su raíz hasta el cultivar por medio de la injertación. La semilla de nogal presenta problemas en la germinación, siendo esto una consecuencia negativa para la propagación ya que no es muy efectiva sin los medios o condiciones apropiadas, es por eso que se propone usar complejos hormonales como es el Biozyme* PP o Acido giberélico para reducir tiempo y mejorar la eficiencia de la germinación obteniendo resultados positivos en comparación a las prácticas tradicionales que se ha hecho por años.

Se decide usar complejos hormonales ya que las hormonas son las reguladoras del cualquier ser vivo que tienen efectos ya sean positivos o negativos. Se usó como complejo hormonal el Biozyme* PP ya que es un estimulante de germinación cuyo efecto en la semilla es incrementar al máximo su potencial genético natural (ficha técnica Biozyme* PP) y el ácido giberélico ya que

es un potencializador natural de la germinación, estableciendo el objetivo general y los objetivos específicos así como las hipótesis como sigue:

Objetivo general

- Comparación de tratamientos pregerminativos en la germinación y vigor de semilla de nogal y comparación de tratamientos en el desarrollo de la plántula.

Objetivos específicos

- Evaluar e identificar el efecto de Biozyme* PP y Ácido Giberélico como tratamientos pregerminativos mediante pruebas como capacidad de germinación y vigor en las semillas de nogal.

Hipótesis

- Al menos uno de los tratamientos pregerminativos tiene un efecto positivo en la calidad fisiológica tanto de capacidad de germinación como en su vigor en las semillas de nogal estudiadas.
- Al menos una de las dosis aplicadas con uno de los tratamientos pregerminativos tiene mayor efecto en la capacidad germinación y vigor en las semillas de nogal estudiadas.

REVISION DE LITERATURA

Origen del cultivo

Procedente de Persia (región del Himalaya), según unos autores, o de China y Japón, según otros; fue transportado a Grecia y luego a Italia y a los demás países de Europa.

Existen evidencias fósiles de la presencia del nogal *J. regia*, en la Península Ibérica, que se remontan al Paleolítico.

El nogal se encuentra vegetando en estado silvestre en la Europa oriental y Asia Menor, asimismo en Norteamérica, formando un cierto número de especies más o menos cultivadas.

El nombre del género deriva del latín *iuglans*, nombre romano del nogal y de la nuez, que es una abreviatura de *lovisglans*; bellota de Júpiter, a su vez versión latina del griego *Diós bálanos*, nombre de la nuez y de la castaña, que significaba literalmente: bellota o castaña de Zeus.

Contexto internacional

Las áreas productoras de nuez alrededor del mundo se localizan principalmente entre los 25° y 35° de latitud norte y entre 25° y 35° latitud sur. El nogal pecanero es originario del sureste de los Estados Unidos de América y del Norte de México. En varios centros de origen de este frutal se encuentran numerosas áreas de formaciones nativas sujetas a aprovechamiento comercial. En los Estados Unidos se localizan principalmente en los estados de Georgia, Kansas, Louisiana, Missouri, Oklahoma y Texas. En México, la distribución natural del nogal se encuentra en catorce estados, siendo los centros más importantes de

asociaciones nativas los estados de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua (Ojeda *et al*, 2002).

La producción mundial de nuez pecanera en cáscara (*Caryaillinoensis*) se estima en alrededor de las 210,000 t. Los principales productores son los Estados Unidos (72%) y México (25%). Otros productores menores son Australia, Sudáfrica, Israel, Brasil, Argentina, Perú y Egipto. Los Estados Unidos además de ser el principal productor y exportador de nuez encáscara es el más grande consumidor. Otros importantes países consumidores son el Reino Unido, Alemania, Canadá y Japón. Los Estados Unidos exportan e importan nueces, y México es el principal exportador (nuez con cáscara) hacia ese país (25,000 toneladas anualmente).

Los productores de ambos países tienen como objetivo ofertar su producto en el período previo al “Día de Acción de Gracias” ya que es cuando se tiene el mayor volumen de demanda (FIRA, 2002).

El mayor volumen de nuez pecanera se comercializa sin cáscara, es decir la semilla, la cual pesa alrededor del 50% del peso total de la nuez. Los consumidores en los países desarrollados se interesan solamente en las nueces de una consistente alta calidad. La calidad y por lo tanto los precios, es juzgada por las compañías consumidoras sobre la base del color y el tamaño de la semilla, con preferencia en las semillas grandes y ligeramente coloreadas (sin daño por insectos y hongos). Las semillas son normalmente empacadas al vacío o en nitrógeno y pueden ser refrigeradas sin peligro alguno por largos períodos de almacenamiento (hasta 12 meses).

Los precios de nuez pecanera sin cáscara en los Estados Unidos fluctúan entre cuatro y cinco dólares la libra (FIRA, 2002).

Contexto nacional

La superficie cosechada del nogal pecanero se localiza en el norte del país y prácticamente en su totalidad en las áreas de riego (gravedad y bombeo), y en áreas muy marginales de temporal. Los principales Distritos de Riego con

plantaciones de nogal son el 051 Costa de Hermosillo, Sonora; el 005 Delicias, Chihuahua, y el 017 Región Lagunera, Coahuila-Durango. Las 48,992 ha cosechadas en el año agrícola 2000 generaron un valor de la producción nominal de 1,233.5 millones de pesos, distribuida en Chihuahua (60.92%), Coahuila (21.12%), Durango (7.63), Nuevo León (5.23%) y Sonora (5.09%). El rendimiento nacional fue de 1.18 ton/ha y de 1.40 ton/ha en Chihuahua, principal estado productor (FIRA, 2002).

Para el año 2003, el Estado de Chihuahua tiene dentro de la superficie total establecida en el país un lugar destacado con una participación de 76%, por lo cual se coloca en el primer lugar como productor a nivel nacional. Además, cuenta con una superficie de producción de nuez que registra casi 38,000 ha plantadas con árboles de nogal, de las cuales 74% se encuentra en producción y 26% en desarrollo (SAGARPA, 2003). En este orden le sigue Coahuila con 24% en la superficie cosechada y 19% en producción de nuez. En tercer lugar, Nuevo León con 9% en la superficie total cosechada y con 5% en producción (FIRA, 2005).

Contexto del nogal en Chihuahua

El cultivo del nogal pecanero ocupa el sexto lugar de importancia económica por su valor en pesos de los cultivos agrícolas más importantes en el Estado de Chihuahua, cuenta con una producción de nuez que registra casi 38,000 ha plantadas con árboles de nogal, de las cuales 74% se encuentra en producción y 26% en desarrollo. Considerando el dato de 27,500 ha de nogal en producción y un rendimiento promedio de 1.5 ton/ha, tenemos que Chihuahua registra un volumen estimado de 40,000 toneladas anuales de nuez (SAGARPA, 2003). De acuerdo con COMENUEZ (2007), actualmente se encuentran plantadas alrededor de 48,000 ha.

En el manejo de huertas una estrategia importante es bajar los costos tanto de producción como los de comercialización para hacer que el precio de venta de nuez sea accesible al público.

Desarrollo de los sistemas de producción de nuez en México

El nogal es un cultivo que se caracteriza por tener una excelente adaptación a las condiciones climáticas del norte de México, comprendidas entre las 50 a 600 unidades frío y 3000 o más de unidades calor y baja humedad ambiental y de precipitación. El cultivo requiere la aplicación de riego en las huertas (1.40 m/año), implicando con ello la consiguiente tecnificación de los sistemas productivos con nuevos métodos de aplicación de agua y fertilizantes, con la utilización de los conceptos de fertirrigación, mínima labranza en el manejo de suelos y control integrado de plagas, con lo que se ha evolucionado al desarrollo de sistemas de producción de nuez poco contaminantes y muy competitivos (Lagarda, 2007).

Los sistemas de producción de nuez actualmente desarrollados en México, mantienen su competitividad por la alta calidad y cantidad de nuez producida por hectárea, desarrollada en regiones áridas de muy baja infestación de plagas y enfermedades, que permiten producir nueces de muy alta calidad ecológica (2-3 aplicaciones/año). Las plantaciones mexicanas con 70 a 100 árboles por hectárea y costos de producción promedio de 20 pesos/kg, han resultado ser muy competitivas, económicamente hablando, con relación a las de Estados Unidos de América (26 pesos/kg), lo cual explica la estabilidad y crecimiento del cultivo en México (Lagarda, 2005).

En el manejo de huertas, una estrategia importante es bajar los costos tanto de producción como los de comercialización para hacer que el precio de venta de nuez sea más accesible al público en general (Tarango *et al.*, 2009).

La nueva tendencia en plantaciones de nogal es incrementar las poblaciones de árboles por hectárea hasta 270, con lo cual se aumenta la expectativa de reducción de costos y reducción de riesgos de producción minimizando viviparidad (nuez germinada) y por tanto aumentando calidad (>58 % almendra) y el rendimiento por hectárea (>3000kg/ha) (Lagarda, 2007).

Otro tema de actualidad en la producción de nuez encarcelada es el de inocuidad, el cual ha cobrado una mayor importancia debido a normatividad sanitaria más estricta a nivel internacional y nacional (Ley Federal de Sanidad

Vegetal, 2007), así como una mayor preocupación de los consumidores por su salud y el medio ambiente. La nuez, por ser un producto alimenticio que se puede consumir en fresco, requiere la labor de todos y cada uno de los eslabones de la cadena agroalimentaria para asegurar que al ser ingerido no cause un daño o perjuicio a la salud. Esto incluye las etapas de producción, cosecha, lavado, selección, empaque, conservación, transporte, y distribución.

Taxonomía y morfología

Familia:Juglandaceae.

Género: *Juglans*

Especies cultivadas:*Juglans regia* (nogal europeo), *Juglans cinérea* (nogal ceniciento), *Juglansnigra* (nogal negro), *Juglanscalifornica* (nogal de California).

Planta:Árbol vigoroso de 24 a 27 m de altura y cuyo tronco puede alcanzar de 3 a 4 m de diámetro, copa ramosa, extendida, de forma esférica comprimida, tronco derecho, cubierto con una corteza cenicienta y gruesa, en las ramas jóvenes lisa y de color rojo oscuro y en las viejas agrietada y parda.

Sistema radicular: Sistema radicular muy desarrollado formado por una raíz principal pivotante y un sistema secundario de raíces someras y robustas. Raíces notablemente extendidas, tanto en sentido horizontal como vertical.

Hojas: grandes, imparpinnadas, de color verde opaco, glabras, de olor agudo y desagradable, bastante ricas en taninos, como todas las demás partes de la planta. Las hojuelas, de cinco a nueve, son ovales, en general enteras, con los nervios inferiormente salientes, de pecíolo corto, opuestas o casi opuestas, de 6 a 12 cm de largo y de 3 a 6 cm de ancho.

Yemas: De tamaño variable, ovales redondeadas, finamente tomentosas y cubiertas exteriormente por dos escamas que envuelven más o menos completamente a las más tiernas. Las yemas terminales son erguidas, las laterales patentes y todas colocadas sobre una ancha cicatriz foliar elevada.

Flores: monoicas por aborto, flores masculinas dispuestas en amentos largos, de 6 a 8 cm, casi siempre solitarios, de color verde pardusco e insertas en la parte superior de las ramillas nacidas el año anterior, que en la floración están desprovistas de hojas. Las flores femeninas son solitarias o agrupadas en un número de una a cinco, en espigas terminales encima de los ramillos del año corriente y son llevadas por un pedúnculo corto y grueso. El receptáculo floral lleva un pequeño perigonio con tres o cuatro dientecitos; ovario ínfero adherente, con un óvulo, terminado por dos estilos cortísimos.

Fruto: nuez grande, drupáceo, con mesocarpio carnoso y endocarpio duro, arrugado en dos valvas, y el interior dividido incompletamente en dos o cuatro celdas; semilla con dos o cuatro lóbulos y muchos hoyos.

Propagación del cultivo

Propagación Vegetativa

Los nogales se propagan en los viveros por injerto de púa y por yemas.

El injerto por yema sobre el nogal negro se hace para que quede una corta sección de tronco en éste, lo que disminuye el peligro de quemaduras por el sol y la entrada de hongos de raíz.

Cuando el tronco tiene unos 2,5 cm de altura se descalza con una azada unos 5 a 10 cm y la púa se injerta en el pie debajo del nivel del terreno. Se ata bien, se cubre con emulsión asfáltica y se vuelve a cubrir con tierra esta región. Las plantas así injertadas en el vivero se mantienen un año más formando un eje central, sin laterales, que se ata a una estaca de 2,5 a 5 cm por 2,4 m de alto

El injerto de parche puede emplearse en plantas de vivero de crecimiento rápido de un año de edad. Conviene premadurar las yemas, quitando las hojas a la rama, dejando el raquis adherido, 10 días antes de sacar las yemas. Pueden usarse bandas plásticas o de goma para atar la yema firmemente al pie.

Propagación por semilla

Aunque no es muy empleado se eligen las nueces de un árbol bien conocido por su adaptabilidad a la región en la cual se cultiva y por la calidad de su producto. De las nueces se eligen las que han madurado las primeras y una vez despojadas del cocón se estratifican en arena, para más tarde macerarlas y que se abra la cáscara. Se colocarán de dos a tres semillas por hoyo en viveros durante dos años hasta la aparición del pie.

Elección de portainjertos

Con el empleo de portainjertos es posible extender las variedades más interesantes sobre portainjertos adaptados y conseguir precocidad en la entrada en fructificación. Como portainjertos se emplean dentro del género *Juglans* tres grandes grupos:

- Nogal común: *Juglans regia* L.
- Nogales europeos: *Juglans nigra* L., *J. hindsii* Jeps., *J. californica* Watson, *J. major* Heller y *J. ruspetris* Engelm.
- Nogales grises y nogales blancos: *Juglans cinerea* L., *J. sieboldiana* Maxim, *J. cordiformis* Maxim, *J. stenocarpa* Maxim, *J. catayensis* Dode y *J. mandshurica* Maxim.

El mejor portainjerto para el nogal ha sido el nogal negro del norte de California, *J. hindsii* Jeps., ya que forma una excelente unión al injertarlo, muestra cierta resistencia al hongo *Armillaria mellea*, es aparentemente resistente al nematodo *Heterodera marioni* y al nematodo *Cacopaurus pestis*, pero puede ser dañado por el *Pratylenchus pratensis*.

Las plantas del nogal europeo se emplean como pies en el sur de California, son vigorosas, pero susceptibles a los suelos alcalinos; se injertan bien, formando una unión perfecta; son más resistentes a la podredumbre del pie y de las raíces; pero más susceptibles de ser dañadas por las lesiones de nematodos a las raíces que el nogal negro del norte de California

Características del fruto para consumo y semilla

Definición técnica y vulgar del producto

La nuez es un fruto comestible y de importancia económica. En el caso de la nuez, el fruto es sometido a un proceso de pelado, en el que se desecha el epicarpo y mesocarpo, siendo la nuez que se comercializa una parte del fruto: el endocarpio (“cáscara”), de textura dura, lignificado y arrugado, compuesto por dos valvas, con su interior dividido incompletamente en dos o cuatro celdas y la semilla (fracción comestible) con dos o cuatro lóbulos.

Vulgarmente, en el lenguaje productivo-comercial, se denomina “cascos” a las valvas del endocarpio y “pepita”, “pepa” o “pulpa” a la semilla. Ésta puede extraerse en dos mitades denominados "mariposas" (o media mariposa, si de la pepa de la nuez se extraen cuatro cuartos). La semilla está cubierta por un tegumento o piel que puede presentar distintas tonalidades, desde claras a oscuras.

Composición química

Las nueces tienen gran valor nutritivo. Son una importante fuente de lípidos (65,2%), proteínas (15,2%) e hidratos de carbono (13,7%). Aportan al organismo alrededor de 650 kilocalorías cada 100 gramos de producto. Debido a que su contenido de agua es reducido (4%) comparado con otros frutos, vegetales y la carne, que pueden contener entre 60% y 90%, se puede decir que constituye un alimento “concentrado”.

Fisiología de la semilla

En términos botánicos un fruto es definido como el órgano de una planta que se forma a partir del ovario de la flor tras la fecundación y que generalmente contiene a las semillas. Al madurar, las paredes del ovario se desarrollan y

forman el pericarpio, constituido por tres capas: epicarpo, mesocarpo y endocarpo, mientras que los óvulos se transforman en semillas.

El fruto es una drupa, de 2,5 a 4,5 centímetros de longitud. La nuez es de forma oblonga, lisa, de cáscara delgada y puntiaguda. Su periodo de desarrollo es largo y se extiende aproximadamente por siete meses.



Figura 2.1 a) Fruto de Pecano e inflorescencia terminal. b) Fruto descascarado.
Fuente <http://www.indap.gob.c>

Proceso de germinación

El tipo de germinación del cultivo de nogal es semihipogea, como se muestra en la Figura 2.2.



Figura 2.2 Proceso de germinación del cultivo nogal. Fuente <http://www.tec.cr>

Tratamientos para romper la latencia de la cubierta o exógena

Las semillas de algunas especies poseen una cubierta dura y cutinizada que impide totalmente la imbibición de agua y a veces también el intercambio de gases. Sin imbibición e intercambios de gases son imposibles la renovación del crecimiento embrionario y la germinación. Esta latencia física de la cubierta se da sobre todo en especies adaptadas a la alternancia de estaciones secas y húmedas, comprendidos varios géneros de leguminosas como Acacia, Prosopis, Ceratonia, Robinia, Albizzia y Cassia. En algunas especies, como por ejemplo *Tectonagrandis* y *Pterocarpus angolensis*, la capa dura está formada por el pericarpo o fruto. En Tectona la unidad de dispersión, almacenamiento y siembra es el fruto, a veces denominado con poca propiedad “semilla”, pero a efectos prácticos el origen de la capa impermeable no afecta a la elección del tratamiento previo.

Los tratamientos previos para romper la latencia física de la cubierta tienen por finalidad ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni el endosperma que están en su interior. Comprenden métodos físicos y biológicos, calor seco y remojo en agua o soluciones químicas. Todo tratamiento que destruye o reduce la impermeabilidad de la cubierta se denomina habitualmente escarificación (Bonner 1984a citado por Willan 1991). Por lo general basta destruir la impermeabilidad en un solo punto de la cubierta para que puedan producirse la imbibición y el intercambio de gases.

Métodos físicos

Uno de los métodos físicos más sencillos y directos consiste en cortar, perforar o abrir un pequeño orificio en la cubierta de cada semilla antes de sembrarla (Goor y Barney 1976 citado por Willan 1991). En Filipinas este método ha dado buenos resultados con semillas grandes de leguminosas, como las de los géneros Afzelia, Albizzia, Intsia y Sindora (Seeber y Agpaoa 1976 citado por Willan 1991), y también en Honduras con Acacia, Prosopis, Enterolobium y otras

leguminosas (Robbins 1982bcitado por Willan 1991). En las semillas de *Intsia* se abre una hendidura en cada extremo y otra tercera en la zona del hilo y el micrópilo; esta última zona es la más importante. En Tanzania se rompe con un cuchillo uno de los extremos del pericarpo de *Pterocarpus angolensis*, que es duro y quebradizo (Laurie 1974citado por Willan 1991), o también se casca golpeándolo con palos (Boaler 1966citado por Willan 1991). En Filipinas se casca con un martillo la dura cubierta de *Eusideroxylon*. En *Calophyllum* se ha comprobado que quitando por completo la cubierta se obtiene una germinación mejor que abriendo una hendidura en ella (Seeber y Agpaoa 1976citado por Willan 1991). Puede utilizarse también papel de lija para reducir el grosor de la cubierta por abrasión. En ensayos efectuados en el Pakistán, el papel de lija resultó el tratamiento más eficaz para aumentar y acelerar la germinación en varias especies de cubierta dura (Nisa y Qadir 1969citado por Willan 1991). A manera de ejemplo, *Leucaena* tenía una germinación cero en las semillas de control, no tratadas, y en las que llevaban 24 horas de remojo en agua fría. El porcentaje se elevó al 42 por ciento en 26 días mediante 1 minuto de remojo en H_2SO_4 concentrado, al 60 por ciento en 13 días mediante 2 minutos en agua hirviendo y al 100 por ciento en 3 días mediante tratamiento con papel de lija. En ensayos de laboratorio efectuados en Suecia, el tratamiento más eficaz para *Acacia farnesiana* era la escarificación con papel de lija seguida de 3 horas de remojo en agua fría; de esa manera se obtuvo una germinación del 88 por ciento en 7 días y del 100 por ciento en 21 días, frente al 63 por ciento, 23 por ciento y 3 por ciento en 21 días que ofrecían el remojado en ácido sulfúrico concentrado, alcohol anhidro y agua caliente respectivamente. En otras seis especies de cubierta dura procedentes del Iraq que fueron objeto de ensayos al mismo tiempo, era menos eficaz que cualquiera de los tratamientos a base del remojo (Kisou y otros 1983citado por Willan 1991). El tratamiento manual de las semillas una por una es un procedimiento lento, pero si se dispone de trabajadores experimentados, resulta seguro y eficaz. Está indicado sobre todo para las semillas más grandes y refractarias, como por ejemplo las de *Delonix regia*

(Wunder 1966citado por Willan 1991). El efecto de la escarificación física puede reforzarse remojando las semillas en agua fría antes de sembrarlas.

Remojado en agua

Varios tratamientos comprenden el remojado de las semillas en agua u otros líquidos. Estos tratamientos en húmedo combinan a veces dos efectos, el de ablandar la cubierta dura y el de extraer por lixiviación los inhibidores químicos.

Algunas semillas que tienen poca resistencia a la germinación pueden responder bien al remojado durante 24 horas en agua a temperatura ambiente (Kemp 1975ccitado porWillan 1991). Esto puede deberse a una imbibición más rápida que la que puede obtenerse en un semillero humedecido. En algunas especies está recomendado aplicar este tratamiento después de la escarificación manual, mecánica o con ácido (Seeber y Agpaoa 1976, Elamin 1975citado por Willan 1991). Matías y otros (1973) comprobaron que las semillas de *Pinusaribaeaque* habían estado en remojo en agua a temperatura ambiente durante 48 horas tenían una germinación más uniforme que las semillas que no se habían tratado.

En la India, el remojado en agua, durante períodos que van de 2 a 48 horas según la especie, acelera la germinación en *Acacia mearnsii*, *A. melanoxylon*, *A. niloticasubsp. kraussiana*, *Adenantherramicosperma*, *Albizzia amara*, *A. procera*, *Grevillea robusta* y *Trewianudiflora*(Pattanath, 1982citado por Willan 1991).

Más eficaz, especialmente en los climas cálidos, es el tratamiento que consiste en alternar el humedecimiento y el secado de la semilla. Este tratamiento se ha aplicado con frecuencia a los frutos de *Tectona*. En Tailandia, y después de la escarificación, se alternaban el remojado y el secado, cuatro veces el primero y tres veces el segundo, durante 30–45 minutos cada operación (Bryndum 1966citado por Willan 1991). En otros lugares, aun cuando no se efectúe una escarificación previa, es práctica habitual extender las “semillas” al sol sobre una superficie dura, en una capa de unos 5 cm de grosor, y mojarlas bien; se les da la vuelta de vez en cuando y se deja que se sequen y tuesten al sol durante uno o

dos días. Este proceso de remojado, secado y tueste se repite varias veces, por lo general entre cinco y diez, hasta que aparecen signos de germinación. Cada ciclo puede comprender un día de remojado y 3–5 días para el secado y tueste. Tan pronto como se inicia la germinación deben sembrarse las “semillas” en el vivero (Laurie 1974 citado por Willan 1991). En Tanzania el remojado inicial se prolonga durante 72 horas y se efectúa llenando unos sacos y poniéndolos en un arroyo o en grandes tambores. Se siembran después en la superficie a razón de 5 kg/m² y, tras un par de días al sol, se recubren con una capa de tierra de unos 2–5 cm de grosor y se riegan todos los días (Wood 1967 citado por Willan 1991).

Tectonagrandis es una especie tropical en la que hay datos que indican que la latencia química debida a la presencia de inhibidores en el pericarpio puede ser más importante que la latencia física. Fairlamb y Davidson (1976) comprobaron que un extracto acuoso, obtenido remojando frutos de *T. grandis* durante 4 días y utilizado para humedecer papel filtro, inhibía la germinación de las semillas de mastuerzo. La germinación era del 11 por ciento en 144 horas en el extracto frente a 76 por ciento en agua de cisterna y 96 por ciento en agua destilada. Por otra parte, Pattanath (1982) no logró demostrar la existencia de latencia física en *T. grandis*. Esta autora comprobó que, tras 24 horas de remojo de los frutos en agua, ésta se había concentrado directamente en los lóculos que contenían las semillas. Existe una amplia variación en el grado de latencia entre las distintas procedencias de teca. En algunas no es necesario un tratamiento previo, en otras se precisa la alternancia de mojado y secado que se ha descrito supra y en otras las semillas responden bien al remojado durante 4 horas en la solución nutritiva de Sach, lo que puede indicar un desequilibrio de nutrientes en ellas (Gupta y otros 1975 citado por Willan 1991).

Estratificación en frío

Mucho más frecuentes que las latencias morfológica entre las especies de la zona templada son los casos en que las semillas están plenamente desarrolladas cuando se dispersan o recolectan pero existen razones fisiológicas que hacen que se inhiban de germinar de manera inmediata. El tratamiento previo

más eficaz para superar esta latencia fisiológica es el que se asemeja a las condiciones en que se encuentran las semillas que pasan el invierno en la naturaleza, es decir, un tratamiento de frío húmedo o estratificación en frío.

Mediante la estratificación en frío no sólo se supera la latencia fisiológica, sino que se puede reducir también la sensibilidad de las semillas durmientes y no durmientes a sus necesidades óptimas de luz y temperatura, de lo que se deriva un incremento de la tasa de germinación y de la uniformidad de ésta en condiciones diversas. Si se efectúa correctamente, la estratificación en frío no produce daños en las semillas no durmientes que están intactas y que no han resultado deterioradas por un envejecimiento fisiológico excesivo (Wang, en prensa citado por Willan 1991). Por consiguiente, puede aplicarse sin riesgo cuando cabe esperar diferentes grados de latencia en el mismo lote de semilla.

La estratificación es un método que sensu stricto consiste en colocar las semillas en capas que alternan con otras de un medio que conserva la humedad, como arena, turba o vermiculita, y mantenerlas a una temperatura fresca durante un período que suele oscilar entre 20 y 60 días pero que varía considerablemente de unas especies a otras. Parece que la combinación de un nivel de humedad elevado y una temperatura baja pone en marcha una serie de cambios bioquímicos que transforman sustancias nutritivas complejas en otras formas más sencillas que son utilizadas por el embrión cuando éste renueva su crecimiento en la germinación. Recientemente se ha empezado a utilizar el término “estratificación” de una manera más amplia, de suerte que comprende todas las formas de tratamiento con frío húmedo con independencia de que las semillas se coloquen o no en capas (Bonner y otros 1974 citado por Willan 1991). En la presente sección se describe brevemente la estratificación en el sentido original de la palabra (y tanto a la intemperie como dentro de edificios). Para que tanto la estratificación como el enfriamiento previo en húmedo arrojen buenos resultados deben cumplirse tres requisitos principales: una fuente renovable de humedad para las semillas, temperatura baja y ventilación suficiente. Sólo las semillas embebidas se beneficiarán plenamente del tratamiento con frío húmedo, mientras que la buena ventilación es necesaria para suministrar oxígeno a la respiración y

disipar el calor y el CO₂. La temperatura baja no sólo favorece los cambios bioquímicos que se producen en la semilla, sino que también reduce la actividad de los microorganismos y el riesgo de recalentamiento y germinación prematura en las semillas que han postmadurado (Bonner y otros 1974 citado por Willan 1991).

Cuando se dispone de cámara fría, la estratificación puede llevarse a cabo dentro de un edificio, donde la humedad y la temperatura pueden controlarse mejor que con el método del hoyo a la intemperie. Suele recomendarse una temperatura de entre +1° y +5°C (Bonner y otros 1974, Gordon y Rowe 1982 citado por Willan 1991). En los Estados Unidos se utiliza mucho un método que consiste en colocar lotes de semillas de entre 4,5 y 12 kg en unas bolsas de tela poco tupida que se aplanan hasta formar discos de un grosor no superior a 7,5 cm y después se alternan con capas de un medio húmedo (Bonner y otros 1974 citado por Willan 1991). Las cajas, las bandejas, las latas o los tambores son recipientes adecuados siempre que tengan la base perforada para facilitar el drenaje y la ventilación. En los pinos meridionales y las frondosas suelen ponerse a remojar las semillas durante la noche en agua a temperatura ambiente. Los recipientes deben estar tapados no herméticamente para evitar que las semillas y el medio se sequen de manera desigual. Es preciso inspeccionar periódicamente las semillas para evitar los calentamientos, la falta de ventilación y la desecación excesiva y para detectar las primeras fases de la germinación.

Una vez retiradas de la estratificación, las semillas deben sembrarse sin demora. En algunos géneros, como por ejemplo *Prunus*, las semillas estratificadas pero sin germinar pueden experimentar una segunda latencia si se las somete a un secado extremo o a temperaturas superiores a 20°C. En ese caso se precisa una nueva estratificación en frío para romper esa latencia secundaria (Suszka 1978b citado por Willan 1991).

Biostimulantes

Bietti y Orlando (2003), detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

Rojas y Ramírez (1987), dicen que los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas; usados principalmente para estimular el rendimiento. Bietti y Orlando (2003), agregan que hay bioestimulantes cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadoras de las proteínas y enzimas.

Características para el uso de reguladores

La funcionalidad de los productos reguladores del crecimiento que son empleados en el sector de producción de hortalizas y frutales, es dependiente del conocimiento técnico del cultivo y de la variedad, respecto al momento y dosis adecuada de aplicación, y a la concentración de cada uno de los componentes que contienen los productos a emplear.

Cuando se cumplen estas premisas los resultados en la manipulación de las plantas es sorprendente y satisfactorio, logrando buenos resultados en la modificación del proceso correspondiente, así como mejoras en la producción y calidad de los productos. Regularmente los cultivos responden a la aplicación de este tipo de productos ya que las plantas están continuamente sujetas a estrés ambiental y de manejo y al impacto en el desarrollo por plagas y enfermedades.

La base para lograr un buen entendimiento en el uso de los productos reguladores del crecimiento y desarrollo vegetal y del manejo de la nutrición, estriba en capacitarse en el conocimiento de la Fisiología, suelos, anatomía e histología y Bioquímica de las plantas. Esto acompañado de un buen entendimiento de los hábitos de crecimiento y desarrollo de los cultivos y

variedades en cuestión permite la obtención de buenos resultados y la satisfacción de los agricultores.

La actividad en la producción de la amplia gama de hortalizas y frutales que tenemos en México y la apertura de los horticultores que se dedican a esta intensa labor, permitirá continuamente la posibilidad de plantearles el buen manejo de productos y conceptos que le mejoren su productividad.

Biozyme* pp

Estimulante de germinación y principio de semillas, Polvo plus, Producto registrado (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Análisis de contenido del BIOZYME* PP

Ingredientes activos	Porcentaje en peso
Extractos de origen vegetal y fitohormonas	27.50%
Giberelinas	28.50 ppm
Zeatina	47.80 ppm
Caldo de extracto	27.24%
	(Equivalente a 272.44 g/kg)
Materia orgánica del extracto	0.26%
	(Equivalente a 2.5 g/kg)
Ingredientes inertes:	
Diluyentes y acondicionadores	72.50%
Total	100.00%

Información General

BIOZYME* PP es un estimulante de germinación y principio de desarrollo en tratamiento de semillas obtenido de extractos de origen vegetal, cuya aplicación a las semillas incrementa al máximo su potencial genético natural.

Precauciones y advertencias de uso:

Menores de 18 años no deben manejar este producto.

Durante el manejo y aplicación del producto, no coma, fume o beba; use guantes y mandil, al terminar la aplicación cámbiese de ropa.

Instrucciones de uso

En el siguiente Cuadro se describen las instrucciones del producto dependiendo del cultivo.

Cuadro 2.2 Instrucciones de uso del BIOZYME* PP

Cultivo	Dosis
Berenjena, cebolla, cucurbitáceas, chile, hortalizas en general, tomate	500 g para 50 kg de semilla
Algodonero, cafeto, cacahuate, frijol y soya	500 g para 100 kg de semilla

Métodos para preparar y aplicar el producto. Verifique que el envase esté cerrado, ábralo, espolvoree uniformemente BIOZYME* PP sobre la semilla al momento de sembrar y mézclese, procurando obtener una mezcla homogénea, de tal forma que cada semilla quede impregnada.

Contraindicaciones. Cereales tratados con BIOZYME* PP deberán utilizarse en el ciclo de siembra. Semilla tratada por más de nueve meses requiere nuevo tratamiento.

Las giberelinas

Las giberelinas son sintetizadas principalmente en tejidos jóvenes como yemas en crecimiento, semillas inmaduras, entrenudos superiores y también en tejidos maduros como las hojas, aunque, en las hojas solo se realizan las dos últimas etapas de la biosíntesis debido a que la primera etapa puede ser realizada solo en proplastidios, los cuales las hojas maduras carecen.

Una planta puede producir varias giberelinas, aunque no todas ellas sean activas. Se forman en ápices de tallos y raíces, en hojas jóvenes, partes florales, semillas inmaduras, embriones en germinación. En general las partes vegetativas contienen menos GA que las partes reproductivas, así las semillas inmaduras son ricas en GAs, aunque dichos niveles disminuyen a medida que éstas maduran.

Las giberelinas son transportadas apolarmente por el floema. Algunas se mueven libremente por la planta, pero en algunos casos, parecen estar muy localizadas. El desplazamiento de las giberelinas parece ser debido a un transporte meramente pasivo. Es frecuente el transporte de formas conjugadas inactivas o de intermediarios de la síntesis).

Las giberelinas y la inducción de la germinación en las semillas

Las semillas de la mayoría de las plantas precisan un período de letargo antes de que puedan germinar. En determinadas plantas, normalmente el letargo sólo puede ser interrumpido por la acción del frío o de la luz.

En muchas especies, entre las que cabe incluir la lechuga, el tabaco, y las avenas espontáneas, las giberelinas pueden sustituir el factor que interrumpe el letargo, promoviendo así el crecimiento del embrión y la salida de la plántula.

Específicamente, las giberelinas aumentan la elongación celular, haciendo posible que las raíces puedan atravesar las cubiertas de la semilla.

Este efecto de las giberelinas tiene, al menos, una aplicación práctica. El ácido giberélico acelera la germinación de las semillas y por ello asegura uniformidad en la producción de la malta de cebada usada en cervecería.

Citoquininas

Hacia 1913, Gottlieb Haverlandt, en Austria, descubrió que un compuesto desconocido presente en los tejidos vasculares de diversas plantas estimula la división celular que causa la formación del cambium del corcho y la cicatrización de las heridas en tubérculos cortados de papas (SALISBURY y ROSS, 1994).

En 1964 Carlos Miller y Letham identificaron la zeatina casi de manera simultánea, empleando ambos científicos el endospermo lechoso del maíz como fuente de citoquininas (SALISBURY y ROSS, 1994).

Según JENSEN y SALISBURY (1994), se les dio el nombre de citoquininas debido a que provocan la citocinesis: división de la célula (formación de una nueva pared celular), siendo la división del núcleo simultánea o previa a ella.

En general los niveles de citoquininas son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de las raíces. Parece lógico que se sintetizan en esos órganos, pero la mayoría de los casos no podemos desechar la posibilidad de su transporte desde otro lugar (ROJAS y RAMÍREZ, 1987; SALISBURY y ROSS 1994 y JENSEN y SALISBURY 1994).

La acumulación de citoquininas en el pecíolo implica que las hojas maduras pueden suministrar citoquininas a las hojas jóvenes y a otros tejidos jóvenes a través del floema, siempre que, por supuesto, esas hojas puedan sintetizar citoquininas o recibirlas de las raíces (SALISBURY y ROSS, 1994).

Dos efectos sorprendentes de las citoquininas son provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados (WEAVER, 1976).

Diferentes citoquininas

Entre las citoquininas más conocidas se encuentran la zeatina, el ribósido de zeatina o ribosilzeatina, la cinetina (sintética), la isopentil adenina, la dihidrozeatina y la benciladenina (BA) (rara en vegetales); las citoquininas naturales se sintetizan en los meristemos apicales de las raíces, en las hojas,

(Little, 1999) aunque también se generan en los tejidos embrionarios y en las frutas.

Se ha demostrado que las citoquininas son responsables de la citocinesis, que es la participación del citoplasmas seguido de la división nuclear que forma una nueva pared celular entre dos series de cromosomas hijas, el proceso presenta varios retos para las células: primero contra la pérdida del núcleo, este evento necesita ser cuidadosamente coordinado con respecto al ciclo nuclear en tiempo y espacio; segundo, una estructura tan compleja como la pared celular necesita estar en reposo durante un breve periodo de tiempo entre la anafase y telofase. La regulación temporal y espacial de la citocinesis requiere de ligaduras entre el ciclo nuclear, el córtex, el aparato de Golgi y la membrana de retículo endoplasmático (Jürgens, 2000;Assaad, 2001).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en el periodo enero – junio del 2011, en el Laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas del Departamento de Fitomejoramiento perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la ciudad de Saltillo, en Buenavista, a 7 kilómetros al sur de esta ciudad y cuyas coordenadas geográficas son 25° 22' Latitud Norte, 101° 00' Longitud Oeste, con una altitud de 1760 msnm. El clima de la región es BWhw(x')(e): muy seco, semi-cálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias en verano y precipitación invernal superior al 10% de la total anual.

Origen de la semilla

La semilla fue proporcionada por el vivero Santa Rita localizada en Montemorelos, Nuevo León, México. Las características de la variedad Santa Rita son: criollas de la región, la semilla es por selección natural, bajo % de almendra, tiene un color claro y es redonda, cuenta con una raíz profunda y tiene un crecimiento inicial vigoroso (Ing. Daniel Fernández, 2011, Información personal).

Tratamientos

Se utilizaron como tratamientos a productos hormonales como Biozyme* PP® y Acido Giberélico (AG₃) a diferentes concentraciones y un testigo con agua, así mismo se aplicó un fungicida para evitar la presencia de hongos. Los tratamientos están descritos en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Descripción de los tratamientos aplicados a semilla de nogal var. Santa Rita en condiciones de laboratorio, 2011.

Tratamientos	Fungicida Captan	BIOZYME* PP ®	AC. GIBERELICO
T0 (testigo)	1 g/L	0g	0g
T1	1 g/L	0g	500ppm
T2	1 g/L	0g	1100ppm
T3	1 g/L	0g	1700ppm
T4	1 g/L	500mg/L	0 g
T5	1 g/L	700mg/L	0 g
T6	1 g/L	1000mg/L	0 g

Metodología

Paso 1.-La semilla procedente del vivero, se escarificó con una lija para madera como se muestra en la Figura 3.1 con el fin de hacer la testa más delgada. De esta manera los reactivos diluidos en agua destilada tendrán una mayor penetración garantizando que la semilla tenga una buena imbibición.



Figura 3.1 Escarificación de la semilla de nuez con lija para madera.

Paso 2.- Una vez escarificada se colocaron 20 semillas en vasos de precipitado de 500 mL teniendo cuatro repeticiones por tratamiento y agregando 250 mL de la solución correspondiente a cada tratamiento.

Paso 3.- Se dejó imbibir la semilla por 48 horas a temperatura medio ambiente o laboratorio.

Paso 4.- Transcurrido el tiempo, se procedió a la siembra en charolas, donde primeramente se preparó el peatmoss aplicándole un fungicida con una dosis de 1g/L y se llevó a una humedad de capacidad de contenedor, colocando una primera capa de 2 cm en la charola, se sembró la semilla y se cubrió con una capa de igual dimensión, como se muestra en la Figura 3.2.



Figura 3.2 Siembra en charolas con sustrato peatmoss a un cm entre plantas, 3 cm entre hileras y 2 cm en las 4 orilla.

Paso 5.- Las charolas se sellaron con cinta o klen pack en los bordes para evitar la contaminación, y se llevaron a una cámara fría (refrigerador) a 5 °C durante 5 días para romper la latencia de la misma.

Paso 6.- A los 5 días, se sacaron del refrigerador y se abrieron y se colocaron en la cámara de germinación a 25 °C por 10 días. Se realizaron conteos diarios tanto de emergencia como vigor mediante el índice de velocidad de emergencia (IVE); a los 10 días se determinó la capacidad de germinación mediante el número de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG).

Paso 7.- Se daban riegos cada tercer día con un atomizador conteniendo agua más fungicida a la misma concentración 1 g/L.

Paso 8.- Una vez alcanzada una altura de 10 cm en la plántula se sacaron de la cámara de germinación y se dejaron a temperatura ambiente por otros 45 días más con la finalidad de tener un buen establecimiento de planta. Al término se

evaluaron en las PN el diámetro de tallo (DT), longitud de tallo (LT), número de hojas (NH), área foliar (AF), longitud de raíces (LR) y número de raíces adventicias (NRA).

Variables evaluadas

Capacidad de germinación

Se determinó a los 16 días después de haber salido de la cámara fría, con el número de PN, las cuales son aquellas que no tuvieron deformidad o alguna característica anormal; el número de PA, las cuales fueron aquellas que tuvieron características anormales o alguna deformidad como mal desarrollo epigeo, aborto o que no desarrollaron hojas; y el número de SSG aquellas que no llegaron a tener ningún indicio de germinación, se determinó conforme a la ISTA(2004).

Vigor

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Se determinó conforme a la ISTA (2004) se evaluaron todos los días el número de semillas emergidas sin importar la normalidad, determinando al final de los 16 días el IVE con la siguiente fórmula:

$$\text{IVE} = \frac{\text{númerodeplantas}}{\text{día 1}} + \frac{\text{númerodeplantas}}{\text{día 2}} + \frac{\text{númerodeplantas}}{\text{día 3}} + \dots + \frac{\text{númerodeplantas}}{\text{día 16}}$$

Longitud de tallo (LT)

A los 25 días se midió la longitud del tallo con una regla de 50cm desde el pie de la plántula hasta la punta meristemática de la plántula.

Número de hojas (NH)

Se contaron las hojas diferenciadas de cada plántula.

Diámetro de tallos (DT)

Se midió el diámetro del tallo en tres partes diferentes de las plántulas basal, a la mitad y hasta la primera hoja, se midió con un vernier con caratula de reloj con escala en mm.

Área foliar (AF)

Se tomaron lecturas de tres hojas tomadas al azar, las lecturas que se le hizo a cada hoja fue polar y ecuatorial y esto se dividió entre las lecturas para tener el área foliar. Se midió con el mismo vernier con el que se determinó el diámetro de los tallos.

Longitud de raíces (LR)

Se midieron las raíces con un cordón delgado siguiendo la forma de la raíz, se tomaba el cordón hasta donde llegaba la raíz y se comparaba con una regla de 5cm.

Número de raíces adventicias (NRA)

Se contaron el número de raíces adventicias que tenía la raíz.

Diseño experimental y análisis de información

Se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones y 5 individuos por cada repetición. Los resultados obtenidos fueron analizados conforme un diseño completamente al azar con el análisis de varianza y la prueba de comparación de Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad de germinación

Plantas normales

Con respecto a la variable porcentaje de PN, en el análisis de varianza no se detectó diferencia significativa en los tratamientos, teniendo un coeficiente de variación de 54.4 % (Cuadro 4.1); sin embargo numéricamente se muestra que los tratamientos 4 con 500mg/L y 5 con 700mg/L de Biozyme* PP ® obtuvieron mayor número de PN en comparación del testigo, el cual solo tuvo 15% de germinación como se muestra en la Figura 4.1. Podemos mencionar que la aplicación de algún biorregulador en la semilla de nogal pudiera dar lugar a una respuesta positiva en la germinación como es el Biozyme* PP ®, coincidiendo con Bautista-Calles (2008), quien trabajó con semilla de papaya aplicando Biozyme* PP ® obteniendo un 70% de PN en comparación a un testigo con agua. Existen otros autores que en diferentes cultivos han trabajado con este biorregulador encontrando efectivamente respuestas favorables en la germinación. Según Molina-Abadía(2009) en la semilla de tomate cherry con Biozyme a 300 ppm obtiene un 98 % de mayor índice de germinación en comparación de su testigo, también se puede comparar con lo que nos dice Montero (1990) quien trabajó con semillas de dragón (*Anthirrinum majus*) utilizando concentraciones de 100 y 150 ug/mL AG₃ siendo estos superiores al testigo en un 30 %.

Sin embargo en las semillas de algunas especies por su constitución física tienen factores inhibidores que no permiten la penetración de producto y por ello se tienen que escarificar para poder ser imbibida del producto, como se realizó en este estudio.

Además, se puede decir que con el uso de promotores de germinación o biorreguladores le pueden ayudar a la semilla a que tenga un balance hormonal tanto de citoquininas, zeatinas y ácido giberélico proporcionándolas en mayor cantidad y en consecuencia tenga un efecto positivo en la germinación de la semilla, haciendo que las plántulas sean normales es por eso que los tratamientos 4 y 5 son numéricamente mejor que los restantes como se observa en la Figura 4.1.

Cuadro 4.1 Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas normales en condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	SC	CM	F-Valor	Nivel Sign
Plántulas Normales	6	6885.7	1147.6	2.34	93.1 NS
Error	21	10300.0	490.5		
Total	27	17185.7			
CV %	54.4				

gL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrados Medios, NS= No significativo CV= Coeficiente de Variación

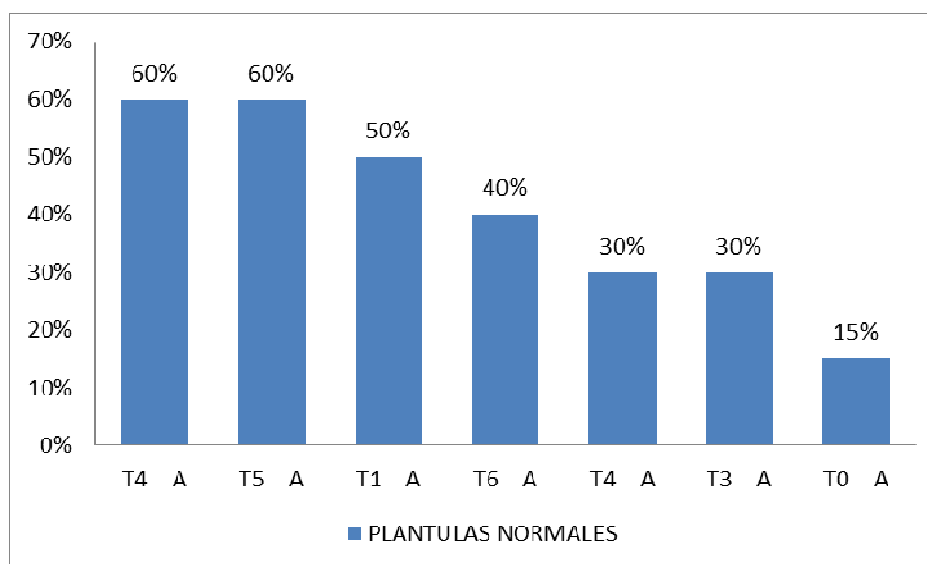


Figura 4.1. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos en semilla de nogal var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas normales en condiciones de laboratorio. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$), 2011.

Plántulas anormales

Los resultados del análisis de varianza, en esta variable mostraron que no existió diferencia significativa, teniendo un coeficiente de variación de 97.8 % en los tratamientos aplicados a la semilla estudiada (Cuadro 4.2).

Aún a pesar de que no hubo diferencias, se puede mencionar que numéricamente los tratamientos 4 con 500 mg/L y 6 con 1000 mg/L de Biozyme* PP obtuvieron los porcentajes de PA 2.9 y 2.2 respectivamente, más bajos, como es mostrado en la Figura 4.2, en comparación con el testigo con agua, el cual obtuvo 2.6 %; sin embargo el tratamiento 3 cuenta con 6.5 %, resultó con el valor más alto de normalidades, seguido del 2 y el 1. Lo anterior puede indicar que solo al aplicar AG_3 a la semilla no es suficiente pues nos produce por un lado, un efecto negativo cuando se aplica en concentraciones altas dando como consecuencia PA, y por otro cuando son cantidades insuficientes no existe la posibilidad de que ayude a la emergencia total de la plántula por la falta de las demás hormonas involucradas en el proceso de germinación, dando nuevamente a plántulas anormales.

En el caso de la aplicación del Biozyme* PP provoca un balance en los contenidos hormonales ayudando a que la semilla emerja, sin embargo la concentración puede causar anomalías en la plántula por exceso de hormonas ya que en el caso de las giberelinas y zeatinas cuando se presentan en altas concentración tienen un efecto antagónico en la semilla hasta intoxicarla. Esto pudiera compararse con lo descrito también por Bautista-Calles (2008), quien dice que cuando se aplicó un regulador como ácido salicílico, obtuvo anomalías de hasta 6.9 % en la semilla de papaya, siendo afectada en su germinación; en contraste Gómez (2003) menciona que a una concentración de ácido giberélico a 350 ppm en la semilla de guanábana variedad llama promueve la germinación.

Cuadro 4.2. Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas anormales en condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	SC	CM	F-Valor	Nivel Sign
Plántulas anormales	6	1942.8	323.8	1.84	86 NS
Error	21	3700.0	176.1		
Total	27	5642.8			
CV %	97.8				

gL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrados Medios, NS= No significativo CV= Coeficiente de Variación

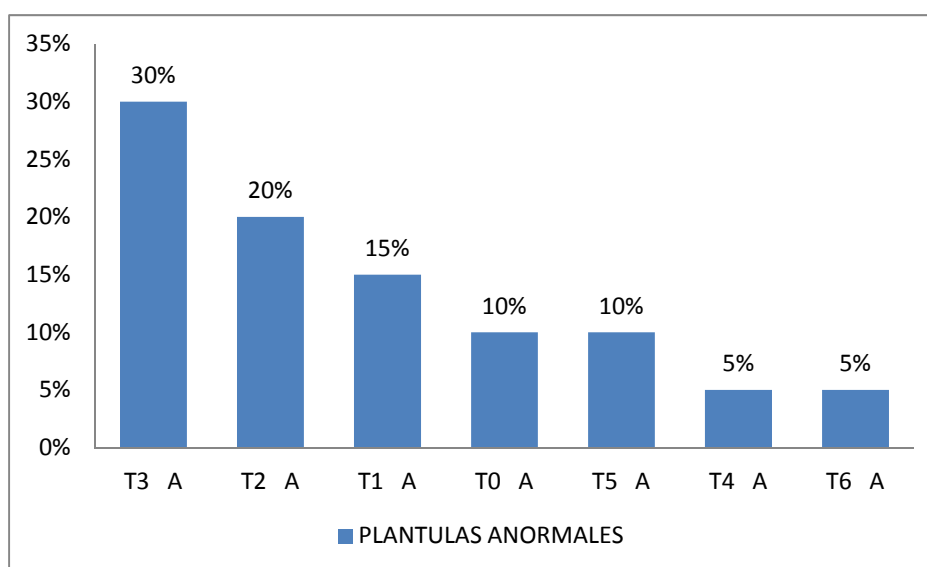


Figura 4.2 Respuesta a la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el porcentaje de plántulas anormales en condiciones de laboratorio. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$), 2011.

Semillas sin germinar

El resultado del análisis estadístico en esta variable, resultó con una diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo un coeficiente de variación de 39.4 % (Cuadro 4.3); esto indica que alguno de los tratamientos se comportó estadísticamente diferente, donde el testigo con agua presentó el mayor porcentaje de SSG con 75 % marcando que la semilla se encontraba en un estado de latencia, que en comparación del tratamiento 5 de Biozyme* PP a una concentración de 700 mg/L, obtuvo 30 % demostrando que el efecto de la aplicación del biorregulador ayuda al rompimiento de latencia.

Así mismo se demuestra que una mediana concentración es el mejor tratamiento para evitar la muerte de la semilla, ya que si comparamos las concentraciones de Biozyme* PP, como es el tratamiento 6 a una concentración de 1000 mg/L muestra que tiene un 55 % de semillas que no germinaron dado tal vez por la intoxicación de la misma como se muestra en la Figura 4.3.

Esto indica que una alta concentración de hormonas en la semilla nos causa muerte, provocando un efecto negativo e irreversible para ella. Landero y Vargas (2003) mencionan que con una concentración de 100 mgL^{-1} con 3 horas de remojo es suficiente para promover la germinación en semilla de caimito (*Chrysophyllumcainito* L.) comparado con lo que menciona Montero (1990) quien trabajó con semillas de dragón (*Anthirrinummajus*) utilizando AG_3 una concentración de 50 ug/mL obtuvo aproximadamente un 15%, siendo el peor después de su testigo y como mejor resultado con una concentración de 150 ug/mL con un 5 % aproximadamente.

Por lo resultados obtenidos del análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando tres grupos estadísticos, en el primero el testigo, en el segundo los tratamientos 6, 2, 3, 1, y 4 y en el tercer grupo el tratamiento 5 (Figura 4.3).

Cuadro 4.3 Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el porcentaje en semillas sin germinar condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	SC	CM	F-Valor	Nivel Sign
Semilla sin germinar	6	5885.7	980.9	3.03	97.2**
Error	21	6800.0	323.8		
Total	27	12685.7			
CV %	39.4				

gL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de Variación **= Altamente significativo

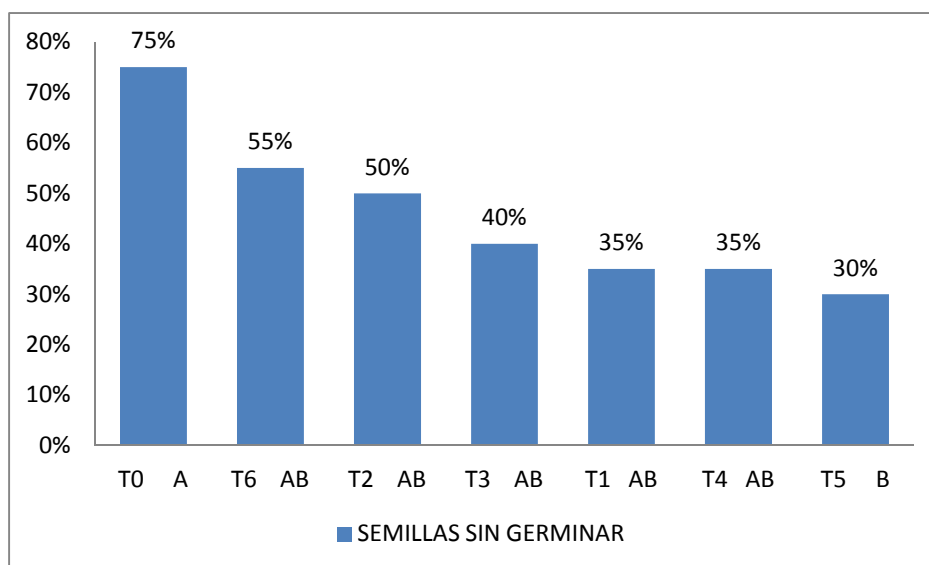


Figura 4.3. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos en semilla de nogal variedad Santa Rita en el porcentaje de semillas sin germinar en condiciones de laboratorio. 2011.

Vigor

Índice de velocidad de emergencia

En el análisis estadístico para esta variable, mostró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos aplicados a la semilla de nogal, dando un coeficiente de variación de 43.8%, lo cual quiere decir que al menos un tratamiento obtuvo una respuesta diferente en el índice de velocidad (Cuadro 4.4); siendo el tratamiento 3 con 1700ppm de AG3 que presentó el valor más alto con un 6.5 % mientras que el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento 6 a una concentración de 1000 mg/L de Biozyme* PP con 2.2 % de emergencia, como se muestra en la Figura 4.4. La alta concentración de AG3 propicia a la semilla que rompa su letargo, ocasionando que estas emerjan más pronto que las demás semillas como es el caso del tratamiento 6 con Biozyme* PP siendo un bioregulador no cuenta con la cantidad suficiente de ácido giberélico para romper la latencia con mayor rapidez sumando que las demás hormonas del bioregulador las intoxiquen, por lo tanto la semilla tardó más en emerger.

González y Guzmán (2007) reportan que con 750 ppm + remojo en agua 24 h en semilla de marañón (*Anacardium occidentale* L.) resultó el mejor tratamiento y superior al testigo.

Cuadro 4.4 Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el índice de velocidad de emergencia en condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	SC	CM	F-Valor	Nivel Sign
IVE	6	55.76	9.29	3.18	97.21**
Error	21	61.32	2.92		
Total	27	117.08			
CV %	43.81				

gL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de Variación, **= Altamente significativo.

Por lo resultados obtenidos en el ANVA para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando tres grupos estadísticos, en el primero el tratamiento 3, en el segundo los tratamientos 1, 5, 2, 4 y el testigo y en el tercer grupo el tratamiento 6 (Figura 4.4).

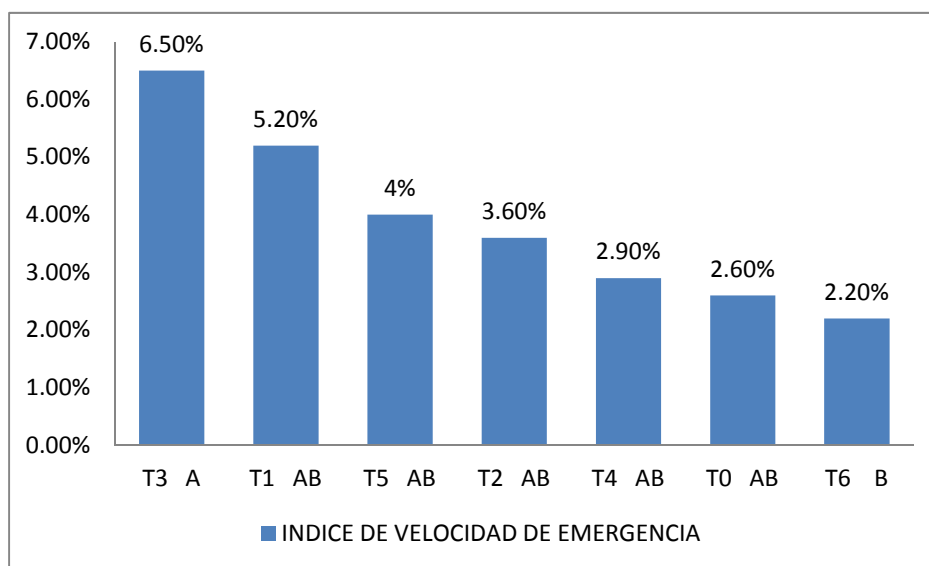


Figura 4.4. Respuesta de la aplicación de los diferentes tratamientos en semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el índice de velocidad de emergencia en condiciones de laboratorio, 2011.

Longitud de tallo

El ANVA de esta variable nos muestra que hubo un resultado significativo con un coeficiente de variación de 23.3 % (Cuadro 4.5), indicando que por lo menos uno de los tratamientos fue distinto a los demás, siendo el tratamiento 3 el mejor a una concentración de 1100ppm de AG3 donde obtuvo una altura del tallo de 26.02 cm en comparación del testigo, que fue el dato más bajo con 4.7 cm como se muestra en la Figura 4.5. La aplicación del ácido giberélico causa la elongación del tallo provocando que las células se alarguen teniendo mayor longitud; en el caso de los tratamientos con AG₃, el tratamiento 1 resultó con 19 cm de longitud siendo el de menor vigor, tal vez fue por su baja concentración ya que en los

demás tratamientos con AG₃ lograron ser mejores, lo cual muestra que a concentraciones bajas de giberelinas no ayuda a que exista una mayor elongación de tejido. Esto contrasta con lo reportado por De la Vega y Alizaga (1990) quienes encontraron a una concentración de 100 ug/mL de AG₃ (concentración baja) más frío se obtienen mayores resultados de longitud de tallo en semillas de salvia (*Salvia splendens*) con una altura promedio de 6.5 cm; al igual Montero (1990) quien trabajó con semillas de dragón (*Anthriscum majus*) utilizando AG₃ aunque no encontró diferencias estadísticas el mejor resultado lo obtuvo con ácido giberélico una concentración de 150 ug/mL.

En el caso de los tratamientos con Biozyme* PP, el contenido de ácido giberélico fue suficiente para alcanzar la mejor longitud como concentraciones mayores, ya que estos tratamientos solo superaron al tratamiento 1 y al testigo, esto se debe a que las hormonas del biorregulador como la zeatina son de lenta respuesta y también interviene en la regulación del ácido giberélico contenido en el producto y la semilla.

Cuadro 4.5. Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita vigor mediante la longitud del tallo en condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	SC	CM	F-Valor	Nivel Sign
Longitud de tallo	6	1214.54	202.42	10.17	99.99 **
Error	21	418.08	19.90		
Total	27	1632.63			
CV %	23.3				

gL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de Variación, **= Altamente significativo.

Por lo resultados obtenidos en el ANVA para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando dos grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 3, 2, 6, 5, 1 y 4, y en el segundo el testigo (Figura 4.5).

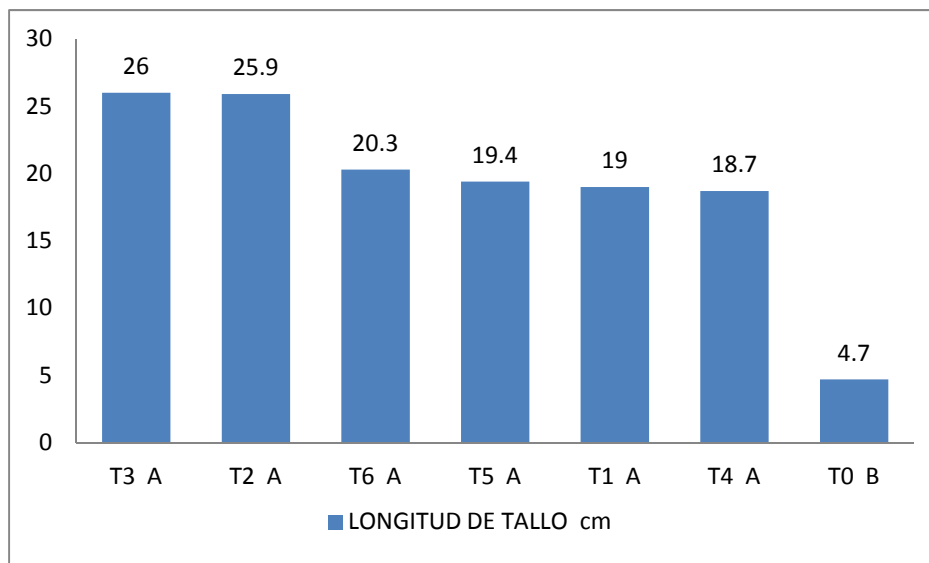


Figura 4.5. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante la longitud del tallo en condiciones de laboratorio, 2011.

Número de hojas

El resultado del análisis de varianzapara esta variable fue significativo teniendo un coeficiente de variación de 27.4 %(Cuadro 4.6), donde el mejor tratamiento fue el número 2 a una concentración de 500ppm de AG₃ obteniendoun resultado de 6.8 hojas por tallo en comparación del testigo que obtuvo 1.5 hojas como se observa en la Figura 4.6.Una mediana concertación de AG₃ propició que las hojas tengan una mayor brotación y mejor diferenciación ocasionando que aumente el número de hojas por tallo en comparación del resto de los tratamientos. Esto se debe a que las semillas tratadas con AG₃ tienen un crecimiento acelerado por la rápida respuesta a las giberelinas, ocasionando mayor división celular del tallo permitiendo a que se desarrolle más pronto la plántula. En los tratamientos con elcomplejo hormonal no tiene las suficientes giberelinas para acelerar el desarrollo de las plántulas, por lo que se puede

apreciar en la Figura 4.6 en los cuales no hay mucha diferencia numérica entre ellas.

Cuadro 4.6. Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el número de hojas en condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	SC	CM	F-Valor	Nivel Sign
Número de hojas	6	60.71	10.11	5.90	99.99**
Error	21	36.0	1.71		
Total	27	96.71			
CV %	27.4				

gL= Grados de libertad; SC= Suma de Cuadrados; CM= Cuadrados Medios, CV= Coeficiente de Variación, **= Altamente significativo.

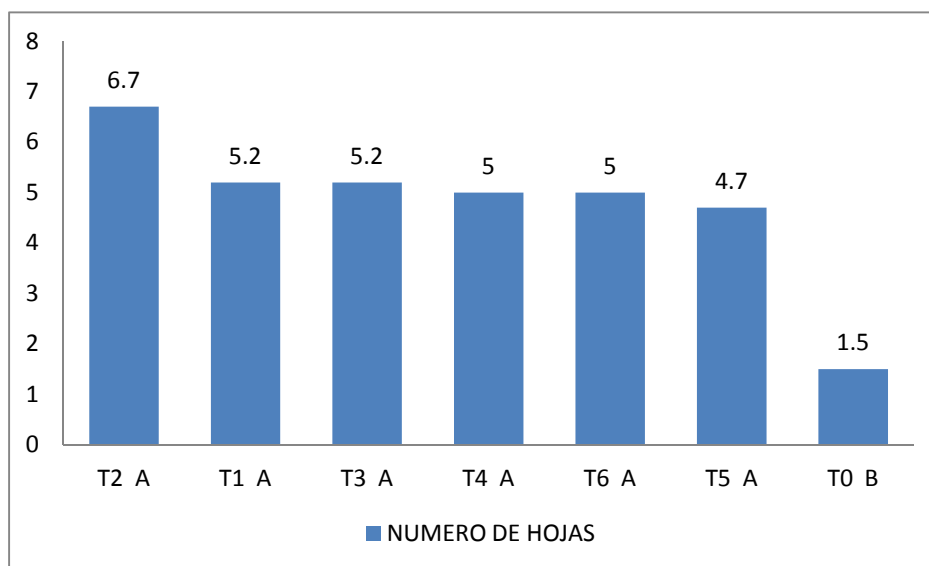


Figura 4.6. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el número de hojas en condiciones de laboratorio, 2011.

Por lo resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando dos grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 2, 1, 3, 4, 6 y 5 y en el segundo el testigo(Figura 4.6).

Diámetro de tallo basal

El análisis estadístico nos muestra que en esta variable se detecta una influencia significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 22.7 % (Cuadro 4.7), donde el tratamiento 2 a una concentración de 1100 ppm de AG₃ da un resultado de 2.9 mm siendo el mejor de los tratamientos comparándolo con el testigo,el cual obtuvo un menor diámetro basal de 1mm, como se muestra en la Figura 4.7.Se puede decir que las giberelinas actúan rápidamente en la plántula provocando en el tallo basal empezara a engrosar por la división celular, ganando un buen grosory aventajando a las plántulas de los tratamientos que contienen el complejo hormonal, en los tratamientos con Biozyme nos podemos dar cuenta que las zeatinas empiezan a mostrar su efecto dado que es de lenta respuesta.

Por lo resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando tres grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 2, 1, 3 y 6, en el segundo los tratamientos 4 y 5 y en el tercero el testigo(Figura 4.7).

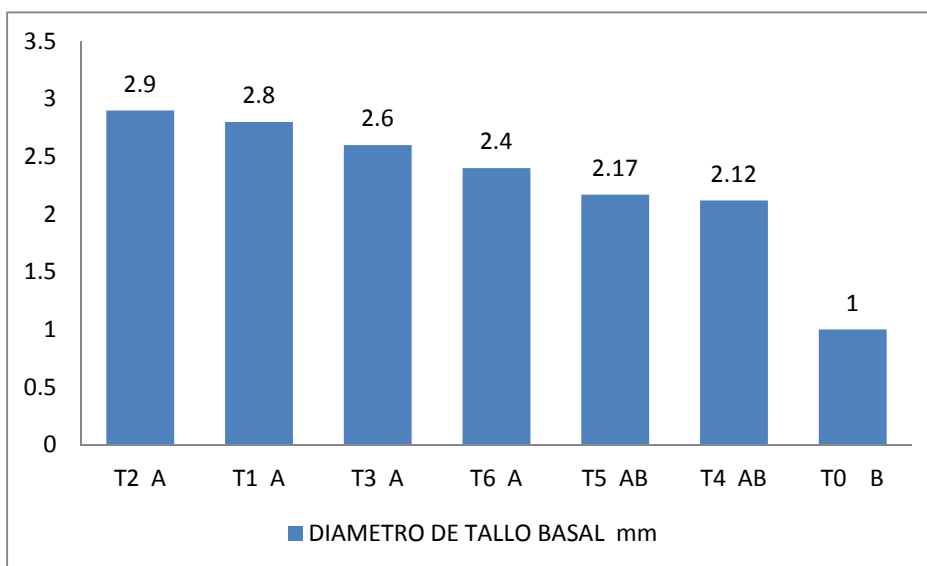


Figura 4.7. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el diámetro de tallo basal en milímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Diámetro en la mitad del tallo

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza se encontró que existe una diferencia significativa con un coeficiente de variación de 23.6 % (Cuadro 4.7) entre los tratamientos, siendo el tratamiento número 6 a una concentración de 1000mg/L de Biozyme* PP que obtuvo 1.6 mm en comparación del valor más bajo que corresponde al testigo que solo tiene agua obteniendo 0.5 mm de diámetro en la mitad del tallo como se muestra en la Figura 4.8. Esto se debió a que las hojas de este tratamiento están mejor desarrolladas, en consecuencia el diámetro del tallo en la parte media se engruesa para que no se doble y no obstruya al xilema y floema ya que en esta etapa del nogal el tejido es sumamente suave y fácil de lastimar, de esta manera permite que el tallo se siga desarrollando lo más recto posible si lo comparamos con el trabajo de

Silva (2001) que usó Biozyme a una concentración de 500 mL/ha encontró un efecto positivo en el diámetro del tallo del girasol el cual fue mayor que la de su testigo.

Por lo resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando 3 grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 6, 3, 4, y 5, en el segundo los tratamientos 2 y 1 y en el tercer grupo el testigo(Figura 4.8).

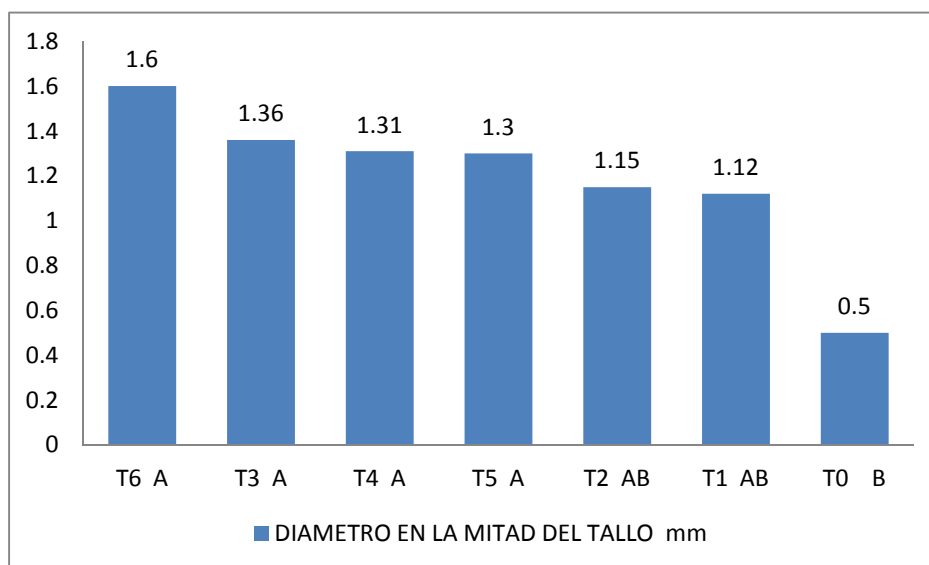


Figura 4.8. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el diámetro en la mitad del tallo en milímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Diámetro del tallo en la primera hoja

El análisis estadístico nos muestra que esta variable tiene una influencia altamente significativa con un coeficiente de variación de 22.6 % entre los tratamientos (Cuadro 4.7) en el cual el tratamiento que resultó afectado es el número 6 que contiene Biozyme* PP a una concentración de 1000 mg/L obteniendo 1.4mm; este superó al testigo que obtuvo 0.18 mm de diámetro del tallo en la 1° hoja como se observa en la Figura 4.9. Podemos decir que las hormonas del biorregulador empiezan a tener efecto sobre la plántula ayudando a crecer el diámetro del tallo. Las plántulas tienen una mayor área foliar dado que

para soportar las hojas el tallo tiene que estar fuerte o desarrollado para soportar las hojas y no presente problemas.

Por lo resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando dos grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 6, 2, 5, 3, 4, y 1 y en el segundo el testigo (Figura 4.9).

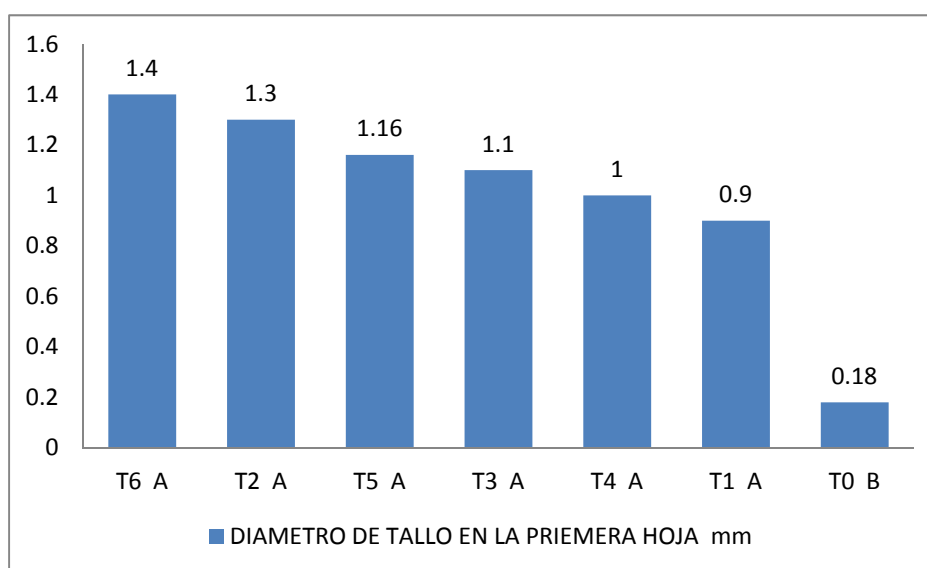


Figura 4.9. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el vigor mediante el diámetro de tallo en la primera hoja en milímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Cuadro 4.7. Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante los diámetros de tallo en condiciones de laboratorio, 2011.

	gl	Diámetro tallo basal	Diámetro tallo medio	Diámetro 1° hoja
Tratamiento	6	1.66**	0.49**	0.70**
Error	21	0.27	0.08	0.055
Total	27	15.69	4.64	5.37
CV %		22.7	23.6	22.6

gL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de Variación, **=Altamente significativo

Área foliar hoja # 1

El análisis estadístico señala que esta variable tiene una diferencia significativa con un coeficiente de variación de 30.6 % (Cuadro 4.8) donde por lo menos un tratamiento es diferente, siendo el tratamiento 6 el mejor a una concentración de 1000 mg/L de Biozyme obteniendo un valor de 6.81cm², el cual es mucho mayor que el testigo el cual tuvo un área foliar de 0.65 cm² como se muestra en la Figura 4.10.

Por los resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando 5 grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 6, en el segundo los tratamientos 5 y 4 en el tercero el tratamiento 2 en el cuarto los tratamientos 3 y 1 y en el quinto el testigo (Figura 4.10).

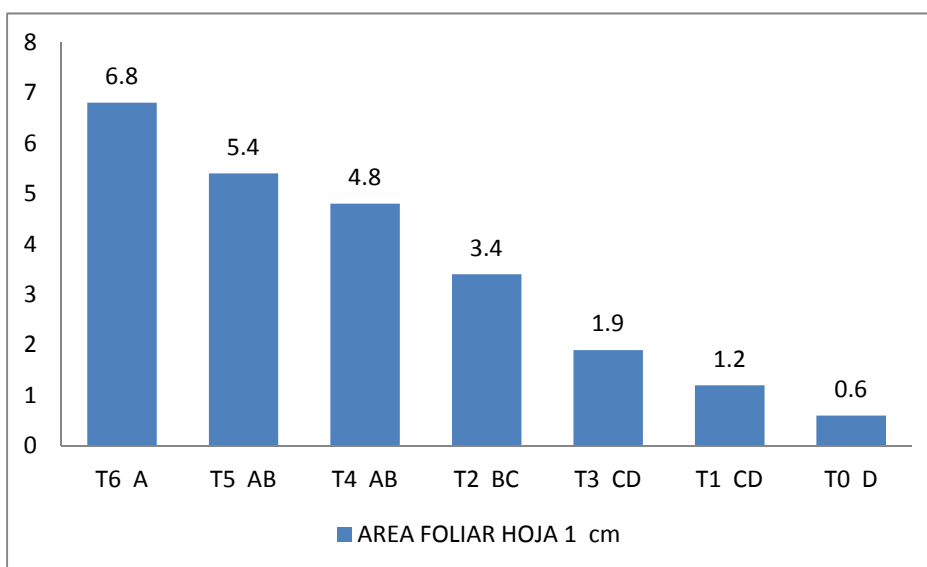


Figura 4.10. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal Var. Santa Rita en el desarrollo de la plántula mediante el área foliar en la hoja 1 medido en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Área foliar hoja # 2

Con respecto a esta variable el análisis estadístico nos dice que hay un resultado altamente significativo con un coeficiente de variación de 27.3 % (Cuadro 4.8) donde el mejor tratamiento es el número 5 que contiene Biozyme* PP a una concentración de 700 mg/L con un área foliar de 6.4 cm² en comparación del testigo que solo se le aplicó agua obtuvo el peor resultado con 0.3 cm² como se muestra en la Figura 4.11.

Por los resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando cinco grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 5, 6, en el segundo el tratamiento 4, en el tercero el tratamiento 2 en el cuarto los tratamientos 3 y 1 y en el último el testigo (Figura 4.11).

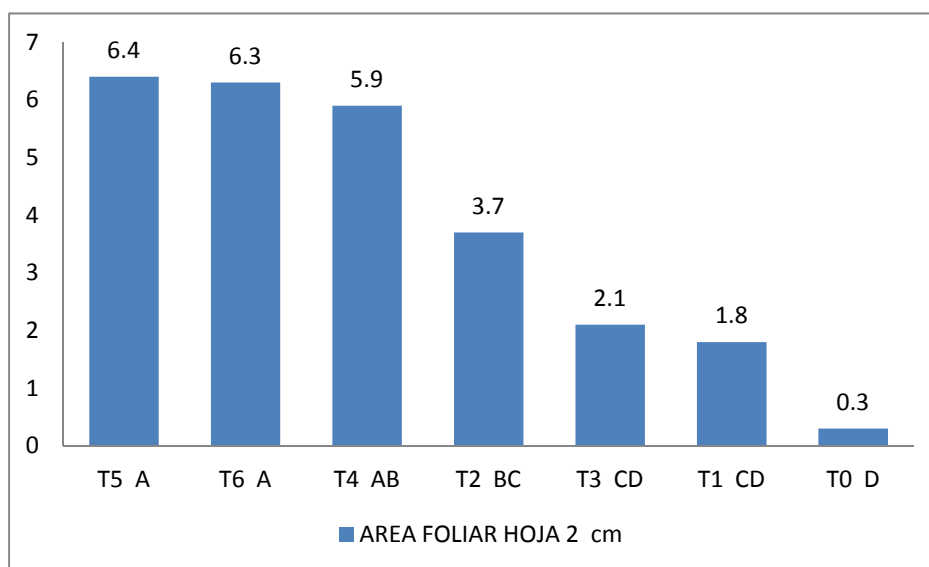


Figura 4.11. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el área foliar en la hoja No. 2 en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Área foliar hoja # 3

En el análisis estadístico para esta variable se detectó una respuesta donde se observa que hay una diferencia es altamente significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 36.4 % (Cuadro 4.8), resultando que el tratamiento número 5 presentó el valor más alto con 6.4 cm² al cual se le aplicó Biozyme* PP a una concentración de 700 mg/L mientras que el valor más bajo lo presentó el testigo donde solo se le aplicó agua con 0.46 cm² de área foliar como se muestra en la Figura 4.12.

Por los resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando seis grupos estadísticos, en el primero los tratamientos 5, 6, en el segundo el tratamiento 4, en el tercero el tratamiento 2, en el cuarto los tratamientos 1, en el quinto el tratamiento 3 y en el sexto el testigo (Figura 4.12).

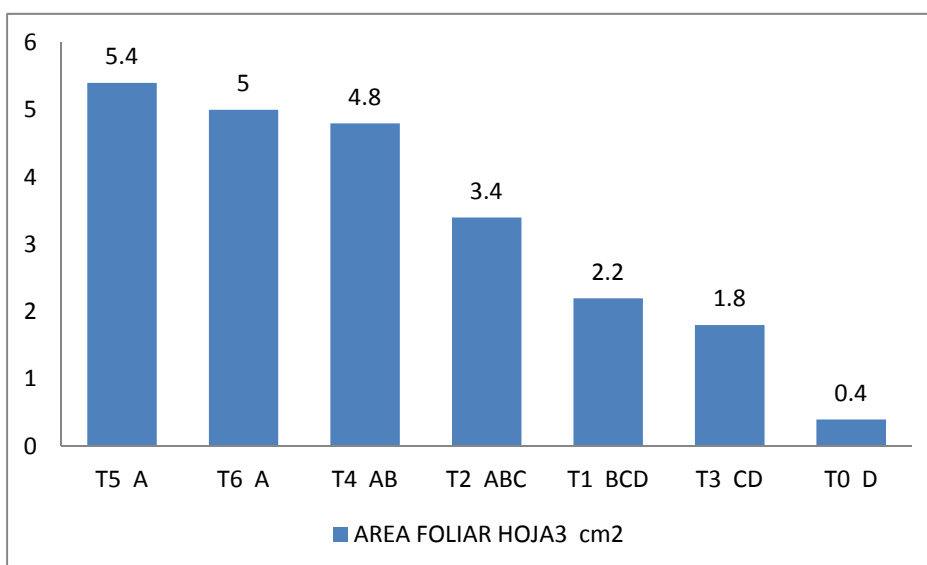


Figura 4.12. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el área foliar en la hoja No. 3 en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Cuadro 4.8. Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor de área foliar en condiciones de laboratorio, 2011.

	gL	Área Foliar Hoja 1	Área Foliar Hoja 2	Área Foliar Hoja 3
Tratamiento	6	21.32**	24.16**	14.47
Error	21	1.14	1.09	1.47
Total	27	152.01	168.04	117.86
CV %		30.6	27.3	36.4

gL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de Variación, **=Altamente significativo

El contenido hormonal del Biozyme*PP que se aplicó en la semilla provocó que el desarrollo de las hojas de las plántulas fuese mejor ya que las zeatinas estimulan a la plántula a que tenga una alta división celular y elongamiento de las hojas; esto es porque la respuesta de las citoquininas es lenta pero vigorosa en comparación del ácido giberélico el cual tiene una pronta respuesta y su efecto termina primero que el biorregulador, resultando que en las variables de área foliar de las hojas 1, 2 y 3 se tengan mejores resultados. En el trabajo que realizó Silva (2001) en girasol usando Biozyme detectó que el mejor resultado a una concentración de 500 mL/ha que la de su testigo.

Longitud de raíces

El análisis estadístico muestra que para esta variable que se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 24.2 % (Cuadro 4.9). El tratamiento 2 resultó afectado con 28.075cm siendo el valor más alto en el largo de la raíz comparado con el menor valor que fue el testigo en cual logró alcanzar una longitud de 6.3cm como se muestra en la Figura 4.13. Podemos decir que la giberelinas a una mediana concentración se translocan a la raíz promoviendo una elongación de las células en ellas por los efectos de la giberelina ya mencionados.

Por lo resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando cuatro grupos estadísticos, en el primero el tratamiento 2, en el segundo el tratamiento 4, 6, 5, y 1, en el tercero el tratamiento 3 y en el cuarto los tratamiento el testigo(Figura 4.13).

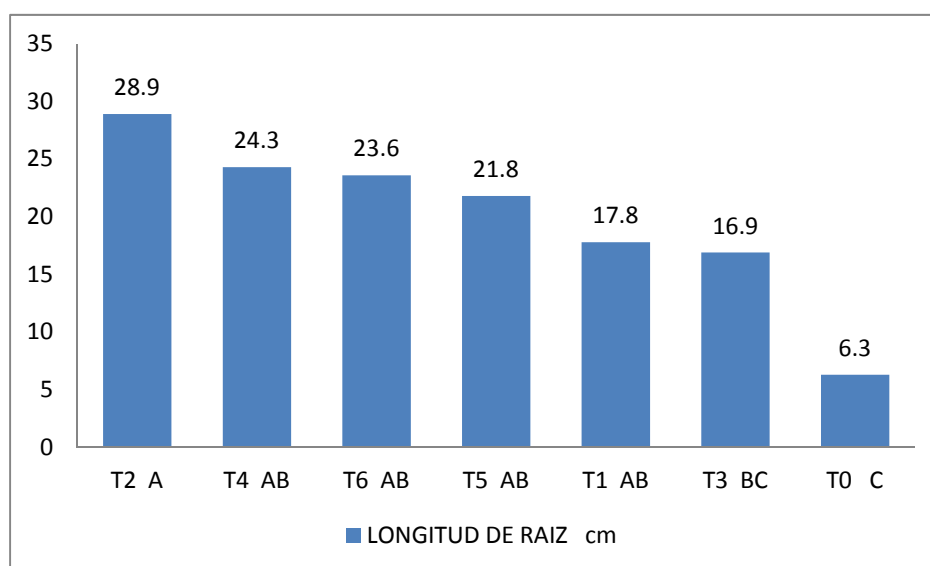


Figura 4.13. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante la longitud de raíz en centímetros en condiciones de laboratorio, 2011.

Número de raíces adventicias

De acuerdo con el análisis estadístico se detectó que hay una diferencia altamente significativa en los tratamientos con un coeficiente de variación de 32.2 % (Cuadro 4.9), el tratamiento que logró obtener esta diferencia estadística es el número 6 el cual contiene Biozyme a una concentración de 1000 mg/L obteniendo 58 raíces adventicias, donde el testigo obtuvo el valor más bajo solo con la aplicación de agua logró tener 8.1 raíces adventicias como se muestra en la Figura 4.14. Podemos decir que la concentración baja de Biozyme* PP solo

muestra efectos en la raíz produciendo mayor número de raíces adventicias ya que las zeatina es un promotor de raíces.

Por lo resultados obtenidos en el análisis estadístico para esta variable, se realizó una prueba de comparación de medias marcando cuatro grupos estadísticos, en el primero el tratamiento 6, en el segundo los tratamientos 4, 5 y 2 en el tercero el tratamiento 3 y en el cuarto el testigo (Figura 4.14).

Cuadro 4.9. Resultado del análisis de varianza en la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor de la raíz en condiciones de laboratorio, 2011.

	gl	Longitud de raíz	Número de raíces adventicias
Tratamiento	6	212.16**	1042.80**
Error	21	23.47	112.42
Total	27	1765.86	8617.85
CV %		24.2	32.2

gL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de Variación, **=Altamente significativo

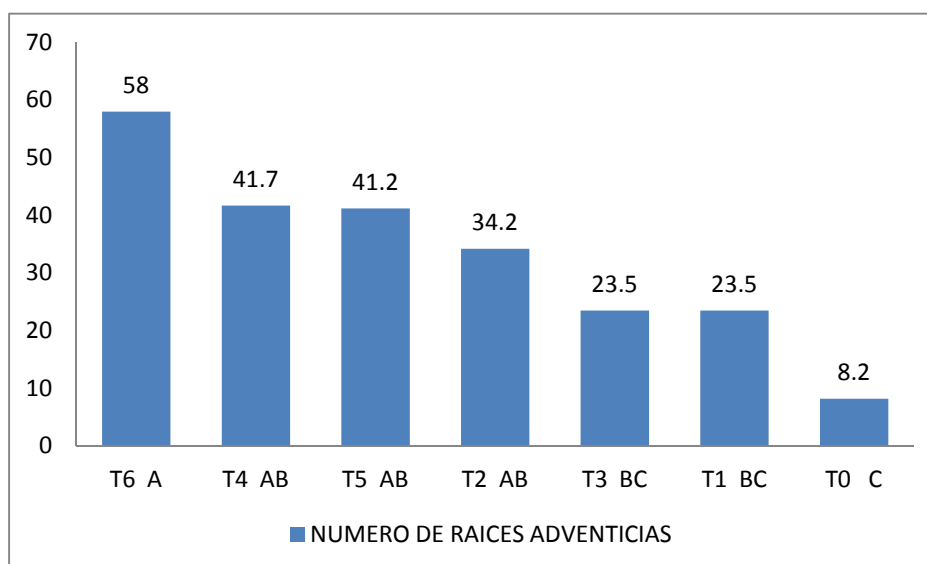


Figura 4.14. Respuesta de la aplicación de 7 tratamientos a semilla de nogal var. Santa Rita en el vigor mediante el número de raíces adventicias en condiciones de laboratorio, 2011.

CONCLUSIONES

Los efectos del complejo hormonal (Biozyme* PP) y ácido giberélico se reflejan con efectos positivos en cuanto a la mayoría de las variables, puntualizando las siguientes:

- **Tratamiento 2.**(1100ppm AG3) este tratamiento afectó positivamente en las siguientes variables: número de hojas, diámetro del tallo basal y longitud de raíces, ya que a medianas concentraciones el ácido giberélico propicia que se desarrolle mejor el tallo en la parte basal ocasionando que aumente la longitud de la raíz y teniendo mayor diferenciación de hojas como el peor resultado el testigo para las mismas variables y seguido de los tratamientos 5, 4 y 3 respectivamente.

- **Tratamiento número 3.** (1700ppm de AG3) que fue el más eficaz en cuanto a las siguientes variables:

Índice de velocidad de emergencia, ya que por el alto contenido de giberelinas rompe la latencia más rápido que los demás tratamientos, como peor tratamiento el testigo seguido del tratamiento 6 dado que una alta concentración de Biozyme *PP intoxica a la plántula deteniendo la velocidad de emergencia.

Longitud de tallo: este tratamiento resultó ser mejor por la alta concentración de giberelinas propiciando en el tallo la elongación de las células dándole mayor longitud a las plántulas y como peor tratamiento es el testigo como era de esperarse seguido del tratamiento 4 ya que es una concentración baja de Biozyme *PP por lo tanto el contenido de giberelinas no alcanza a causar un mejor crecimiento del tallo.

- **Tratamiento 4.**(500mg/l Biozyme* PP) este tratamiento no mostródiferencia estadística en las siguientes dos variables:

Plántulas anormales junto el tratamiento 6 tuvieron el mayor número ya que una baja y una alta concentración de Biozyme *PP causaron un desbalance hormonal ya que la baja concentración no es suficiente solo provocó un desarrollo pero incapaz de terminar con buen resultado y la otra concentración por ser alta provocó una intoxicación la cual produjo alteraciones físicas dando como resultado anormalidad.

Plántulas normales: junto con el tratamiento 5 fueron los mejores logrando una concentración adecuada en el balance hormonal y siendo como peor tratamiento el testigo como era de esperarse seguido del tratamiento 6 con una alta concentración de Biozyme * PP intoxica a la semilla generando que la semilla muera o provoque anormalidad. Cabe mencionar que se necesitan realizar más trabajos con concentraciones entre bajas y medianas para tener resultados concretos donde discrepancias.

- **Tratamiento 5.** (700mg/l Biozyme* PP) influyón en las siguientes variables: área foliar de la hoja 2 y hoja 3: tuvo un efecto positivo, esto se debe a que el contenido del complejo hormonal es de lenta respuesta haciendo que la plántula vaya desarrollándose más lento hasta que actúan las citoquininas y zeatinas, donde ayudaron a la plántula a darle mejor morfología siendo como peor tratamiento el testigo como era de esperarse seguido del tratamiento 1 para ambas variables esto es debido por su baja concentración de giberelinas y su rápida respuesta junto con la falta de citoquininas en la plántula y semilla.

Semillas sin germinar: La mediana concentración promovió que las semillas germinaran sin provocar su muerte debido a que esta concentración permitió la germinación eficaz, aunque no se muestre una diferencia estadística para plántulas normales quiere decir que este tratamiento es el adecuado para tener una eficaz germinación de la semilla del nogal.

- **Tratamiento 6.**(1000mg/l Biozyme* PP) tuvo una influencia de forma positiva en las variables que se detectó diferencia estadística.

Diámetro en la mitad del tallo y Diámetro de tallo en la primera hoja: Dado que las hojas de este tratamiento mostraron una buena área foliar, el tallo en la mitad empezó a mostrar engrosamiento para poder soportar su peso y no se doble o lastime llevando a su vez una mayor cantidad de alimento a las mismas.

Área foliar de la hoja número 1: la alta concentración de Biozyme* PP causa una mejora en esta variable ya que la actuación de las citoquininas y zeatinas es después del ácido giberélico provocando que las hojas crezcan de mejor forma propiciado mayor división celular en las hojas.

En conclusión general el AG₃ con una alta concentración rompe latencia de la semilla del nogal, su efecto fue de rápida respuesta lo cual ocasiono una acelerada división celular provocando la elongación del tallo y de la raíz mostrando visualmente plántulas altas pero raquílicas y distancia entre hojas.

- El Biozyme* PP promueve la formación de plántulas normales en las concentraciones adecuadas dado que si son concentraciones altas tendremos intoxicación de la semilla provocando su muerte o plántulas anormales, en cuanto al área foliar y el desarrollo de raíces adventicias el Biozyme*PP fue mucho mejor que el AG₃, visualmente las plántulas tratadas con este complejo hormonal mostraron plántulas más compactas pero con mayor vigor, estas se mostraron mejor que las que se trataron con AG₃.

Se recomienda realizar más estudios con complejos hormonales y ácido giberélico para obtener resultados más precisos.

LITERATURA CITADA

- Bautista, C. F., Carrillo, C. G., Villegas, M. Á. 2008. Recuperation of the high germinability condition of papaya seed through priming technology and bioregulators. *Agrociencia*, México, Vol. 42, Num. 7, [Disponible en accedido en 15 nov. 2011.] <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000700008&lng=es&nrm=iso>.
- De la Cruz María, Arévalo G. Lourdes X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas IX Congreso Nacional y II Internacional de Horticultura Ornamental. Programa y Memoria de Resúmenes. 20 al 24 de Octubre 2003. Respuesta de aguacate (*Persea americana Mill.*) has y reed a 1-metilciclopropano y etileno Chapingo Mex. México Vol.10. pp. 263.
- De la Vega, B. y Alizaga, R. 1987. Efecto del ácido giberelico y del preenfriamiento de la rupura del estado de reposo en semillas de salvia(*Salvia splendens*) [en línea] *Agronomía Costarricense* 11(1): 89-95. 1987 Disponible en Internet <http://www.mag.go.cr/rev_agr/v11n01_089.pdf> [consultado en: 20 noviembre 2011].
- Epuin B. Cristian Andrés. 2004 Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la ix región. 2004 [en línea] universidad católica de Temuco Facultad de ciencias agropecuarias y forestales escuela de agronomía. Temuco, Chile. Disponible en Internet. <<http://biblioteca.uct.cl/tesis/cristian-epuin/tesis.pdf>> [consutado en 25 Octubre 2011].
- García Magaña J. Jesús. 2002. Influencia de la aplicación de reguladores de crecimientos sobre la plasticidad fenotípica del *pinuspseudostrobus* lindl. (pinaceae). Tesis (Doctorado en ciencias: Área Ciencias Agrícolas y

- Forestales) Tecomán México Universidad de Colima. Noviembre 2002. 143 h.
- Disponible en Internet <http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/J_Jesus_Garcia_M.pdf>
- González G Juan Manuel Guzmán G. Salvador y Rosales Omar Alejandro. 2007 Cervantes. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14 al 17 de agosto de 2007. Zacatecas, Zac. México p. 43
- Landero O. M, G. Vargas. Campos R. X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas IX Congreso Nacional y II Internacional de Horticultura Ornamental. Programa y Memoria de Resúmenes. 20 al 24 de Octubre 2003 Características de los frutos y semillas de maimito (*Chrysophyllumcainito*L.). Chapingo Mex. México Vol.10. pp. 262.
- Lemus S. Gamailer Cultivo del pecano(*Caryallinoensis*). Junio 2004. Gobierno de Chile ministerio de agricultura fundación para la innovación agraria-fia Proyecto FIA N° C.96-I-1-025 [en línea] Disponible en Internet <http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Fructicultura/Pecano/Cultivo_d_el_Pecano_%28INIA%29.pdf> [consulta: 15 Octubre 2011]
- Molina G. S. Mendoza R. XIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A.C. Unidos por el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Germinación de semillas de tomate cherry (*Lycopersicumpimpinellifolium*) inoculadas con diferentes cepas de *Azospirillum*sp. Torreón, México. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. 2009. p. 49
- Montero Francisco, Herrera Ramiro efecto del ácido giberélico y del preenfriamiento sobre la ruptura del reposo en semillas de dragón (*Anhirrinummajus*) 1990 Agronomía Costarricense [En línea]. Cartago Costa Rica. Disponible en Internet <http://www.mag.go.cr/rev_agr/v14n01_055.pdf> [citado el 01 diciembre 2011].

- Ojeda-Barrios D. L. Hernández-Rodríguez O. A, G. R. López-Ochoa y J. J. Martínez-Téllez. 2009: Evolución de los sistemas de producción de nuez en México. *TECNOCENCIA Chihuahua* 3(3): 115-120.
- Ojeda-Barrios, D. L.; Arras Vota, Ana María; Hernández-Rodríguez, O. Adriana; López días, Julio César; Aguilar Valdés, Alfredo y Denogean Ballesteros, Francisco G. Análisis FODA y perspectivas del cultivo del nogal pecanero en chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios* [en línea] 2010, vol. XIV [citado 2011-11-22]. Disponible en <Internet:<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=14114743006>.ISSN 1405-9282.
- Paredes Iván y Vergara Gonzalo. 2009 Seminario de Crecimiento y Desarrollo. Seminario de Crecimiento y Desarrollo, Universidad de las Américas, Santiago de Chile. [en línea]. Disponible en Internet. <<http://es.scribd.com/doc/35592184/Giberelinas>> [consultado en: 16 Noviembre 2011].
- Parra Patricia A. 2007. Nuez del nogal en Argentina. Desempeño 2000-2007 y perspectivas. Enero 2008 [en línea] SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTOS DIRECCIÓN NACIONAL DE ALIMENTOS Disponible en Internet <http://64.76.123.199/alimentosargentinos/contenido/sectores/frutasecas/publicaciones/Nuez_2008.pdf>DIRECCIÓN DE INDUSTRIA ALIMENTARIA
- Rodríguez R. Freddy y Torres C. Gustavo 2008. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. 2008 5(13), [en línea] Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) Disponible en Internet <http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior13/pdf/solucion%204.pdf> [consulta: 15 Octubre 2011].
- Silva Garza Mario, Gámez González, Hilda, Zavala García Francisco, Cuevas Hernández Baltazar, Rojas Garcidueñas Manuel 2001. Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol *Ciencia UANL* [en línea] [fecha de consulta: 1 de diciembre de 2011] Disponible en:

<<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40240112>> ISSN 1405-9177.

Willan R. L. Guía para la manipulación de semillas forestales M-31 ISBN 92-5-302291-4.1991. Para el Centro de Semillas Forestales de DANIDA [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/ad232s00.htm#TOC>> [consultado en 28 Octubre 2011].

Yáñez R Jesús Noel. 2002. Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. [En línea]. Disponible en Internet: <<http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia03.pdf>> [consultado en: 17 Noviembre 2011].