

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y USO DE
BIORREGULADORES EN LA EMERGENCIA DE CINCO ESPECIES DE
GRAMINEAS FORRAJERAS

ARMANDO GUADARRAMA ESPINOZA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



**Programa de Graduados
Buenavista, Saltillo, Coahuila
Junio del 2009**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y USO DE BIORREGULADORES
EN LA EMERGENCIA DE CINCO ESPECIES FORRAJERAS

TESIS

POR

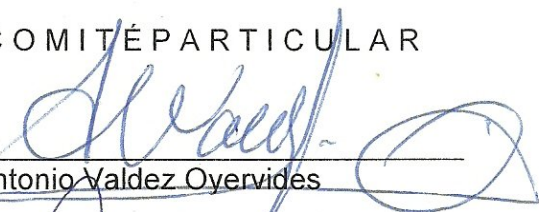
ARMANDO GUADARRAMA ESPINOZA

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial para optar el grado de:

MAESTRO PROFESIONAL EN:
TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

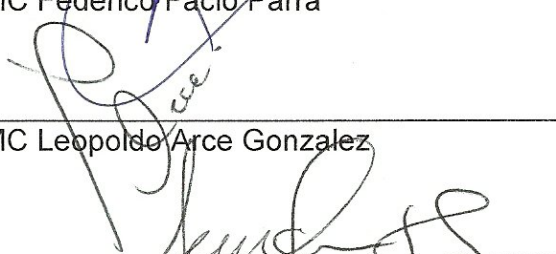
Asesor Principal:

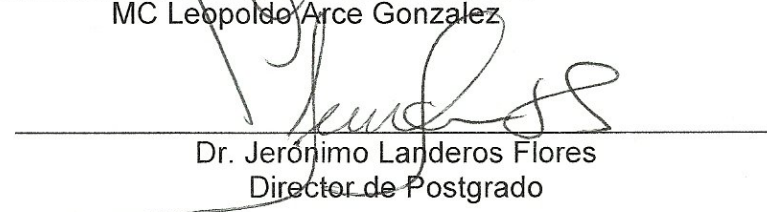

MC Antonio Valdez Oyervides

Asesor:


MC Federico Facio Parra

Asesor:


MC Leopoldo Arce Gonzalez


Dr. Jerónimo Larderos Flores
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2009

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme alcanzar una meta más en la vida y por darme la inteligencia y sabiduría necesarios para afrontar cada día.

A mis Padres por que en vez de darme un pescado me han enseñado a pescar.

A mi Esposa Claudia por ser mi compañera siempre fiel.

A mis Asesores porque de ellos más que una clase tuve lecciones para la vida.

A mis Hermanos por su cariño y ayuda.

A mi compañero y amigo Daniel por su ayuda incondicional.

A mis maestros por haber compartido sus conocimientos.

Al CONACYT por haberme apoyado para la realización de esta fase de preparación.

De manera grata A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de quien siempre tratare de poner en alto su nombre con mis acciones.

Y de manera especial a todas las personas que de una forma u otra formaron parte de este trabajo.

ABSTRAC

**EFFECT OF THE DEPTH OF SEEDING AND USE IN THE EMERGENCY
BIORREGULADORES FIVE SPECIES OF FORAGE GRASSES**

BY:

ARMANDO GUADARRAMA ESPINOZA.

PROFESSIONAL MASTER GRAINS AND SEEDS TECHNOLOGY

UNIVERSITY AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO, 2009

M.C. Antonio Valdez Oyervides –Asesor-

Keywords: Forage Seed, sowing depth, gibberellic acid, vigor, germination, emergence.

This study was performed to determine the proper planting depth by measuring the effect of five species of forage grasses for use: Rhodes grass, Buffel, Insurgente grass, Guinea grass and Mulato.

The results show that the depth of sowing is a key factor in the response of force in the seeds of five species of forage grasses, and planting a 1.5cm deep, where the percentage of germination was greater because it is where the better conditions of oxygen and moisture.

Similarly the depth determines the speed of emergence of seedlings is IVE greater depth at lower depths of 2.5 cm and the EVI had its lowest values.

Best plumule lengths were at a depth of 1.5cm zacate Rhodes except where this structure was reduced to a greater depth of sowing.

Radicle differences also show a development in depth of planting excepted to 1.5cm zacate Rhodes excelled where the depth to 0.5cm.

The application of gibberellic acid and different sowing depths were two factors that act independently and the interaction among these was minimal and insignificant.

Gibberellic acid enhances the ability of emergency and not for the variable IVE also the length of radicle and plumule were two variables that were inversely proportional in the laboratory.

COMPENDIO

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y USO DE BIORREGULADORES EN LA EMERGENCIA DE CINCO ESPECIES DE GRAMINEAS FORRAJERAS

POR:

ARMANDO GUADARRAMA ESPINOZA

MAESTRIA PROFESIONAL EN

TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO, 2009

M.C. Antonio Valdez Oyervides –Asesor-

Palabras clave: Semillas forrajeras, profundidad de siembra, Acido giberelico, vigor, germinación, emergencia.

El presente estudio se realizo para determinar la profundidad de siembra adecuada midiendo el vigor de cinco especies de gramíneas de uso forrajero: zacate Rhodes, Buffel, pasto Insurgente, Mulato y zacate Guinea.

Los resultados denotan que la profundidad de siembra es un factor determinante en la respuesta de vigor en las semillas de cinco especies de gramíneas forrajeras, siendo la siembra a 1.5cm de profundidad donde el porcentaje de emergencia fue mayor, ya que es donde se encuentran las mejores condiciones de oxigeno y humedad.

De igual forma la profundidad determino la velocidad de emergencia de las plántulas siendo el IVE mayor a menor profundidad y a profundidades de 2.5 cm el IVE tuvo sus valores más bajos.

Las mejores longitudes de plúmula fueron a una profundidad de 1.5cm excepto en zacate Rhodes, donde esta estructura se vio reducida a mayor profundidad de siembra.

También la radícula presento diferencias mostrando un desarrollo en la profundidad de siembra a 1.5cm exceptuado al zacate Rhodes donde sobresalió la profundidad a 0.5cm.

La aplicación de ácido giberélico y la siembra diferentes profundidades fueron dos factores que actuaron de manera independiente y la interacción entre estos fue mínima y poco significativa.

El ácido giberélico⁵ mejoro la capacidad de emergencia y no así para la variable IVE, también la longitud de plúmula y radícula fueron dos variables que fueron inversamente proporcionales en laboratorio.

ÍNDICE

INTRODUCCION	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Características Generales de las Gramíneas	7
Antesis, polinización y fructificación.....	10
Antesis.....	10
Polinización.....	10
Fructificación	11
Dispersión de las semillas.....	11
Calidad de la semilla.....	13
Concepto de semilla.....	17
Germinación de la semilla	18
Fisiología de la germinación.....	21
Factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación.....	22
Humedad	22
Temperatura	22
Gases	23
Vigor de la semilla.....	23
Aspectos agronómicos en el establecimiento de las gramíneas	25
El suelo y su importancia en el establecimiento de gramíneas.....	28

Textura del suelo.....	29
Profundidad de siembra	31
Materiales y Métodos.....	34
Ubicación del experimento	34
Material genético utilizado	35
Manejo de la semilla.....	35
Tratamientos evaluados	36
Ambiente laboratorio.....	36
Ambiente invernadero	36
Variables evaluadas	37
Laboratorio.....	37
Capacidad de germinación (CG)	37
Índice de velocidad de germinación (IVG)	37
Longitud de plúmula (LP)	38
Longitud de radícula (LR)	38
Invernadero.....	38
Capacidad de emergencia (CE)	38
Índice de velocidad de emergencia (IVE)	38
Longitud de plúmula (LP)	39
Longitud de radícula (LR)	39
Diseño experimental.....	39
Modelo estadístico	40

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
Experimento I.....	42
Capacidad de emergencia (CE)	42
Indice de velocidad de emergencia (IVE)	47
Longitud de plúmula (LP)	52
Longitud de radícula.....	57
Experimento II.....	61
Capacidad de emergencia (CE)	61
Indice de velocidad de emergencia (IVE)	64
Longitud de plúmula (LP)	66
Longitud de radícula.....	68
CONCLUSIONES	70
RESUMEN.....	73
LITERATURA CITADA.....	76

INDICE DE CUADROS

Cuadro

4.1	Cuadrados medios y significancia de la variable capacidad de emergencia (CE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	43
4.2	Comparación de medias de la variable Capacidad de Emergencia (CE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	44
4.3	Cuadrados medios y significancia de la variable capacidad de emergencia (CE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	47
4.4	Comparación de medias de la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	48
4.5	Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	52
4.6	Comparación de medias de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	53
4.7	Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	57
4.8	Comparación de medias de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	58
4.9	Cuadrados medios y significancia de la variable Capacidad de Germinación (CG) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.....	61
4.10	Comparación de medias de la variable Capacidad de Germinación (CG) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio.....	62

4.11	Cuadrados medios y significancia de la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVG) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio	64
4.12	Comparación de medias de la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVE) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio	64
4.13	Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.....	66
4.14	Comparación de medias de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio	66
4.15	15 Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.....	68
4.16	Comparación de medias de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio	68

INDICE DE FIGURAS

Figura

4.1	Respuesta de la variable capacidad de emergencia (CE) de las cinco especies en estudio bajo condiciones de invernadero.....	46
4.2	Respuesta de la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) de las cinco especies estudiadas, bajo condiciones de invernadero.....	51
4.3	Respuesta de la variable Longitud de Plúmula (LP) para las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.....	56
4.4	Respuesta de la variable Longitud de Radícula (LR) de las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero	60
4.5	Respuesta de la variable Capacidad de Germinación (CG) bajo condiciones de laboratorio	63
4.6	Respuesta de la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVG) bajo condiciones de laboratorio.....	65
4.7	Respuesta de la variable Longitud de Plúmula (LP) bajo condiciones de laboratorio	67
4.8	Respuesta de la variable Longitud de Radícula (LR) bajo condiciones de laboratorio	69

1. INTRODUCCIÓN

En las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados, se hace aún más necesaria la producción agrícola en forma eficiente y competitiva. Para ello es fundamental, entre otros aspectos, la reconversión de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica y haciendo un mejor y mayor uso del conocimiento e información, para poder elevar la producción y productividad de los cultivos de forma sostenible y enfrentar los cambios en el entorno de manera más apropiada.

Es un hecho indiscutible que la semilla de buena calidad producto de la investigación y desarrollo de variedades, representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad.

Al tratar el tema de la calidad en semillas, en general se valoran las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de semilla de buena calidad; sin embargo, no siempre se tiene un pleno conocimiento de los múltiples factores que determinan sus atributos.

En primera instancia, se podría juzgar la calidad de un lote de semillas por su apariencia física, observando su tamaño, forma, color, uniformidad, etc., pero esta valoración es insuficiente puesto que, existen otros atributos de mayor relevancia como la pureza

varietal, la capacidad germinativa, la viabilidad, el vigor y la sanidad, cuya condición no se puede determinar a simple vista.

Por otra parte hay que considerar el uso de prácticas inadecuadas como es la siembra de la cual se carece de suficiente información que permita establecer una pradera capaz de dar los rendimientos esperados. En muchas ocasiones la cantidad de semilla pérdida por una siembra ineficiente se ve retribuida por un aumento en la densidad de siembra lo que implica un mayor gasto lo cual afecta directamente la economía de los productores quienes tienen que invertir más en dicho insumo.

El vigor en la semilla juega un papel importante en ocasiones crucial debido a que no se le da la atención necesaria, ya que este es un componente fisiológico que permite a la semilla demostrar su máximo potencial al emerger bajo condiciones adversas. Tal es el caso de las malas prácticas culturales que aplican los productores; como un tapado excesivo o ineficiente en la siembra.

Por las razones expuestas se llevó a cabo la presente investigación, que consistió en determinar la profundidad óptima de siembra de cinco especies de gramíneas forrajeras.

El objetivo de este estudio fue determinar la profundidad óptima de siembra donde se tenga el mejor potencial de emergencia, utilizando Acido Giberelico como coadyuvante de la germinación.

Tenido como hipótesis: que la profundidad de siembra afecta de manera significativa en la emergencia y vigor de las plántulas de especies de gramíneas forrajeras. Al menos una de las profundidades de siembra utilizadas tendrá una mejor respuesta.

El ácido giberélico es un precursor de la germinación de las semillas por lo que el porcentaje aumentará al aplicarlo a las semillas antes de la siembra.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La domesticación de plantas y animales útiles para la alimentación, la medicina y el trabajo transformó radicalmente las sociedades humanas. Los métodos convencionales de mejoramiento de plantas y animales, a través de la fertilización cruzada y la selección, han permitido desarrollar variedades con grupos de características particulares. A través del proceso de cruces controladas y selección gradual, nuestros ancestros escogieron un grupo pequeño de la enorme cantidad de plantas silvestres y lo transformaron en los cultivos que ahora conocemos. Durante este largo proceso ocurrieron muchos cambios fenotípicos en las plantas, por ejemplo: hábito de crecimiento determinado, pérdida de la dispersión de la semilla, maduración sincrónica, madurez temprana, resistencia selectiva a plagas y enfermedades, reducción de la cantidad de toxinas, mayor productividad incluyendo semillas o frutos más grandes e incluso pérdida de las semillas como es el caso del plátano. Estos cambios tienen como consecuencia una reducción en la sobrevivencia de los cultivos en el medio silvestre. (Chavez, 1993)

Por lo tanto, los cultivos son ahora dependientes de los cuidados del hombre para su propagación y sobrevivencia (Prakash 2001). Aunado a lo anterior también las prácticas agronómicas para el establecimiento de un cultivo nacieron con la domesticación de las

especies, considerando que la adaptación para unas y otras es diferente debido a la rusticidad que presenta cada una.

La siembra de la semilla es una práctica primordial en el establecimiento, ya que de esta depende el éxito en el establecimiento de una población y si no se realiza de manera adecuada solo va a representar el inicio del fracaso.

Algunos autores mencionan el descubrimiento de la agricultura con el comienzo de la domesticación de los cereales silvestres en la región del Próximo Oriente. En los lugares en que la vegetación era destruida aparecían con mayor facilidad los cereales, sobre todo si esas zonas estaban cerca de los asentamientos humanos y eran fertilizados con los excrementos, por su alto rendimiento eran recolectados.

Aun siguen siendo las gramíneas las especies que se utilizan en territorios donde el potencial se ve limitado por las cuestiones agroclimáticas. Considerando que en México se cuenta con una superficie aproximada de 120 millones de hectáreas de agostadero, donde se mantienen poco más de 36 millones de cabezas de ganado bovino, el deterioro del recurso es inherente, ocasionando la desaparición de especies deseables. Una manera de resolver este problema es mediante la resiembra con especies nativas y/o introducidas, empleando grandes volúmenes de semilla (Valdez 2004).

Las gramíneas son las plantas más abundantes sobre la tierra, siendo su distribución cosmopolita, estimándose aproximadamente 620 géneros en 10,000 especies. Ocupan el

tercer lugar en cuanto a número de géneros después de Compositae y Orchidaceae. (López, 1992)

En México se reconocen 1,010 especies de gramíneas en 160 géneros de las cuales el 20% son endémicas (López, 1992). Valdez (2004) menciona que del total de especies de gramíneas en el mundo, solo 40 son aprovechadas para el establecimiento de praderas.

La producción de semilla de gramíneas forrajeras es una actividad que los ganaderos pueden desarrollar para luego producir su propio material de multiplicación o para obtener ingresos adicionales en la empresa agropecuaria (Quero et al., 1986)

En México existen pocos programas de producción de semillas de gramíneas forrajeras que cubran las necesidades de los ganaderos, por lo que en la gran mayoría se recurre a la importación de esta materia prima, trayendo como consecuencia la fuga de recursos y divisas que superan los 140 millones de pesos al año, además de problemas fitosanitarios, malezas, semillas de otras especies, etc. Considerando las características de la semilla importada sería más factible que los ganaderos se conviertan en productores de sus propias semillas, para cubrir sus necesidades y comercializar los excedentes. (Valdez 2004).

En general las gramíneas forrajeras producen abundante semilla, pero su recolección es lenta y difícil debido a sus características físicas, lo cual eleva los costos de producción. A lo anterior se le agregan costos de manejo para romper la latencia que presentan estas

semillas pues es un factor determinante en el establecimiento de parcelas (González, 1988).

La cantidad de tallos y espigas florales, así como el número de semillas formadas por espiga, el peso y el porcentaje de semillas cosechadas y viables, determinan la producción y la calidad de semillas en los pastos tropicales Humphreys y Riveros (1986); Ferguson (1979) menciona que las características anteriores pueden ser modificadas por factores ambientales, físicos, biológicos o bien mediante las prácticas culturales.

Características Generales de las Gramíneas

Normalmente un representante de esta familia, cuenta con las siguientes estructuras: Raíz, tallos, hojas, lígula, aurícula, collar, inflorescencia, flor, fruto y espiguillas (Gould, 1968), por lo que se denominan espermafitas, son angiospermas, monocotiledoneas y su nivel de orden es gumifloras (Novo, 2008)

En su forma biológica son plantas herbáceas (cereales), o perenes (pastos) y rara vez leñosas (López, 1992).

En lo que refiere a raíz tiene un sistema muy ramificado de forma fibrosa (López, 1992), correspondiendo cada fibra de la raíz a una adventicia (Gould, 1968), las raíces

secundarias parten siempre de los nudos y no de las cañas como lo menciona Novo (2008). Las raíces secundarias se caracterizan por un gran número de raíces fibrosas ramificadas y densas que ofrecen la función de anclaje y la absorción de nutrientes y agua presente en el suelo. De manera general alcanzan hasta unos 30 cm de profundidad pero se han encontrado algunas a profundidades mayores.

Los tallos se conocen con el nombre de cañas o colmos por su forma comúnmente cilíndrica, que puede variar a poligonales, estriados, vellosos, lampiños, erectos, decumbentes, tumbados, etc., se encuentran formados por una serie alternante de nudos cortos y entrenudos largos siendo el primero sólido y el segundo hueco. La mayoría de los tallos de las gramíneas tienen la capacidad de producir una nueva planta para lo cual utilizan yemas axilares y en algunas especies se presentan tallos modificados, como rizomas, estolones y bulbos que también son medios de propagación vegetativa (Gould, 1968 y Novo, 2008). En lo que refiere a postura López (1992) menciona que esta puede ser en forma erecta, ascendente, postrada o rastrera con estolones o rizomas.

En la hoja existen varias particularidades morfológicas que permiten determinar especies sin flor ni fruto. La hoja de las gramíneas es lanceolada y nace en los nudos de los tallos, de manera opuesta entre cada uno, está compuesta por vaina, lígula, lamina (limbo) y aurículas. La vaina nace en la parte superior del nudo siendo una estructura cilíndrica que abraza el entrenudo, puede tener los bordes abiertos o cerrados dependiendo de la especie. El limbo suele ser más o menos plano, relativamente estrecho sésil además de

paralelinervio y puede estar retorcido arrollado o erecto. La lígula se encuentra formada por láminas membranosas representadas por una corona de pelos, ubicadas en la parte superior interna de la vaina. Las orejuelas o aurículas son ensanchamientos en la parte lateral del limbo en donde inicia la vaina (Novo, 2008). Gould (1968) y López (1992) mencionan que las gramíneas presentan dos hileras de hojas alternas en el que sus nervaduras son paralelas. Constando de dos porciones la vaina y el limbo y en la unión de estos dos se encuentra un apéndice denominado lígula.

Las flores por lo general son hermafroditas reducidas y agrupadas en inflorescencias. Constan de un pistilo con un ovario simple, dos estigmas en forma de plumas y tres anteras, las cuales están protegidas por la lemma y la palea. Todos estos órganos en conjunto forman las florecillas, que en conjunto con las glumas constituyen la espiguilla; unidad base de la inflorescencia. Toda gramínea inserta sus flores en un eje llamado raquilla, en la axila de una bráctea protectora llamada lemma, también consta de un eje en el que se va insertando la palea que se sitúa al lado opuesto, en ocasiones los nervios de lemmas y paleas se prolongan en un hilo rígido llamado arista. Le siguen dos glumelulas o lodículas que sustituyen al perianto de la flor y ayudan a que se abra (Novo, 2008). López (1992) menciona que la lema es fértil si envuelve a una flor perfecta o pistilada y es estéril si envuelve a una flor estaminada o vacía; la bráctea contigua o palea se caracteriza por poseer nervaduras en par.

Un grupo de espiguillas forman una inflorescencia, los tipos más comunes son: espigas, Racimo, Panícula y la combinación de estas para formar lo que se llama panícula de espigas y panículas de racimo, la espiga se distingue por sus espiguillas sésiles sobre el raquis (eje principal de la inflorescencia tipo espiga), estas se disponen en forma alternada o a un mismo lado del raquis, formando espigas más o menos cilíndricas, bilaterales o unilaterales, el racimo se distingue de la espiga por la presencia de espiguillas pediceladas individualmente sobre el raquis y se encuentra más bien formando parte de inflorescencias compuestas, tanto la panícula como el racimo presentan espiguillas pediceladas.

El fruto de las gramíneas es una cariósipide, cubierto por la pared del ovario o pericarpio. El embrión está embebido en el endospermo. El cotiledón recibe el nombre de escutelo. Las raíces seminales se encuentran en la región cotiledonar (Novo, 2008). López (1992), menciona que la semilla está soldada al pericarpio con abundante endospermo.

Antesis, polinización y fructificación de las principales especies forrajeras

Antesis

Antesis es el proceso de floración de las plantas y culmina con la liberación del polen en las anteras y la receptividad de los estigmas. Las variables climáticas más importantes

que rigen el proceso de antesis son temperatura, intensidad de la luz, y humedad relativa (Carambula, 1984).

Polinización

La polinización es el acto de la transferencia del polen desde la antera al estigma es el proceso que sigue a antesis y culmina con la fusión del núcleo masculino con el ovulo (Hill, 1980).

Carambula (1984) menciona que en las gramíneas la transferencia del polen se realiza por acción del viento, ya que el tamaño pequeño y peso bajo del polen de estas especies permiten que sea transportado a grandes distancias y por la morfología de las partes presenta caracteres que permiten una polinización altamente eficiente.

Los estambres de las gramíneas están constituidos por filamentos débiles que sostienen las anteras. Ellas están ubicadas de tal forma en sus extremos, que corrientes de aires provocan un movimiento de balanceo que favorece la liberación del polen. A su vez los estigmas grandes, subdivididos y plumosos, presentan superficies importantes de contacto en espera de los granos de polen transportados por el aire (Carambula, 1984).

Fructificación

Proceso que comienza con la fecundación del óvulo y termina con la maduración del fruto o semilla, el proceso de la fructificación es tener éxito en la fecundación y en otro de los casos es la maduración completa de las semillas (Carambula, 1984)

Desde el punto de vista fisiológico la fructificación es el período de tiempo durante el cual la semilla almacena materia seca y pierde agua hasta el punto de alcanzar su máximo peso seco y culminando en madurez fisiológica. (Copeland, 1976)

Dispersión de las semillas

La dispersión de las semillas y el establecimiento de las mismas son pasos importantes en la historia natural de las plantas (Harper, 1977 y Terborgh, 1986).

Las gramíneas como ya se menciona presentan una serie de estructuras que en su mayoría las vuelven semillas brozosas, esta estructuras además de ofrecer protección a la cariósida también tienen importancia en la dispersión de la especie ya sea por medio de estructuras que se adhieren a la piel de los animales o por la presencia de estructuras que permiten sean llevadas por el viento a otros sitios donde posteriormente y bajo condiciones adecuadas se adaptan y establecen.

En la mayoría de los casos las semillas son transportadas por medio de los animales que consume o que circulan por el área; clasificando a los dispersores de semillas en 2 tipos los primarios y secundarios. Los dispersores primarios son aquellos animales que ingieren los frutos o semillas y las expelen sin daño lejos de la planta parental. Los secundarios actúan luego de la dispersión primaria, moviendo las semillas después de que estas han sido depositadas por los dispersores primarios. Los predadores también se alimentan de las semillas aunque en ocasiones solo parcial (Dirzo y Dominguez, 1986). En ciertos casos, los dispersores secundarios pueden tener una importante influencia en la dispersión (Andresen, 1999).

Por su parte Wang y Smith (2002) mencionan que la dispersión de las semillas es un fenómeno de vital importancia para la conservación y regeneración de las poblaciones así como, la colonización de nuevos hábitats.

El porcentaje de recuperación de semillas depende de tres factores, fundamentalmente: el tamaño de la semilla, la dureza de la cubierta seminal y el tiempo de permanencia en el tracto digestivo, que a su vez está relacionado con el tamaño. Con frecuencia, las gramíneas presentan semillas con cubiertas duras e impermeables que protegen al embrión (Russi et al. 1992).

Estudiar la dispersión de semillas de esta familia con cualidades forrajeras es de gran interés para el manejo y la mejora de pastos, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Ya que tradicionalmente, se ha combinado el uso agrícola con el ganadero (en general,

de ovino) con el fin de revalorizar los subproductos y las malas cosechas (Robledo, 1991).

Calidad de la semilla

Calidad es un término relativo y significa el grado de excelencia. El término calidad de semillas es usado para reflejar el valor de la semilla como material de siembra.

La madurez fisiológica es el momento en el desarrollo de la semilla en el que alcanza su máximo peso seco, lo que representa el fin del periodo de llenado y es allí, donde se da la máxima germinación y vigor, a partir de este momento comienza el deterioro de las semillas (Ruiz et al, 2002).

Para Delouche (1985) la calidad de las semillas comprende un conjunto de atributos que en términos individuales incluye la pureza varietal, viabilidad, vigor, daño mecánico, enfermedades, cobertura de tratamiento y tamaño; en un lote de semillas, las características incluyen contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes, semilla de otros cultivos y materia inerte, uniformidad del lote y potencial de su comportamiento. Estos atributos se agrupan en cuatro componentes; el físico, que incluye los atributos de pureza física, el fisiológico que incluye la germinación y vigor, el genético que contempla la pureza varietal y el patológico o sanitario que considera el tipo e incidencia de enfermedades transmitida por semilla.

La calidad es un elemento indispensable para el éxito de toda empresa, además comprende muchos atributos o características que son primordiales para que se considere una semilla de calidad coincidiendo con lo mencionado por Delouche (1985).

Serrato (1994), menciona que las semillas de calidad son aquellas que además de satisfacer todos los requerimientos exigidos en el mercado, poseen cualidades que les confieren una rápida y uniforme emergencia además de un desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo, las que en su oportunidad dan origen a plantas vigorosas con alto potencial de rendimiento.

Delouche (2005), en su publicación en la revista seed news reafirma que uno de los preceptos fundamentales de la ciencia y tecnología de semillas es que estas al ser de alta calidad tienen mejor desempeño que las de menor calidad, por consecuencia la implicación de este precepto es que la mejora del desempeño de estas en la producción del cultivo es mejor obtenida concentrándose en el desarrollo, en la producción de alta calidad y en el mantenimiento de esta a través del acondicionamiento, almacenamiento, mercadotecnia y siembra.

Valdez (2004) comenta que semánticamente, la calidad es un atributo o propiedad que connota superioridad o excelencia. Mientras se concede que el término calidad de la semilla tiene un significado muy amplio, que abarca todos los atributos de las semillas, puede ser y es discutido que algunos aspectos de estas son de gran importancia en la producción del cultivo.

Perissé (2002) manifiesta, que en si la calidad de las semillas se refleja generalmente en el valor agronómico que esta pueda expresar al momento de establecer un cultivo, traduciéndose en el éxito o fracaso del mismo, generando una plántula vigorosa con fines de alcanzar su máximo rendimiento,.

Lo mencionado respecto a calidad de la semilla repercute en el buen establecimiento en campo, dando como resultado un establecimiento pobre debido a la baja y desuniforme germinación.

Moreno (1996) menciona que al menos la mayoría de las especies de importancia económica con fines de agostadero se propagan de manera sexual es decir por semillas, que en términos agro-comerciales es toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se utilizan para la siembra de los cultivos.

El principal objetivo de conocer la calidad de las semillas forrajeras en México es fundamentar y apoyar la decisión de compra y determinar el precio que se pagara al vendedor por su producto. La calidad de la semilla comprende muchos atributos o características de la misma. En término individual, incluye pureza varietal, viabilidad, vigor, daño mecánico, enfermedades, cobertura de tratamiento, tamaño y apariencia (Moreno 1996).

Las características de calidad incluyen el contenido de humedad, potencial de almacenamiento, incidencia de contaminantes como; malezas, semillas de otros cultivos

y materia inerte, uniformidad del lote y potencial de su comportamiento (Delouche, 1985).

Lo anterior se resume en cuatro componentes o cualidades básicas: genética, fisiológica, sanitaria y física. La presencia de las cuatro cualidades esenciales en su máximo nivel permite que la semilla esté en su máxima calidad integral. Cada una de ellas aporta su capacidad para originar plantas productivas. La debilidad en cualquiera de ellas introduce un factor limitante y como consecuencia plantas poco productivas. Por ejemplo, la mejor genética no puede expresar su verdadero potencial si la semilla está fisiológicamente deteriorada mostrando mala germinación (Terenti, 2004)

La calidad de semillas es un concepto múltiple que comprende diversos componentes, a pesar de que para muchos agricultores, es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación Hamton (2001).

El análisis de la calidad de la semilla para el establecimiento de praderas, tiene principalmente fundamentación económica ya que las semillas de mala calidad representan siempre una mala inversión y a largo plazo pueden resultar mucho más caras que aquellas de precio elevado con pureza y germinación conocidas McIlroy (1976).

Desde el punto de vista de calidad de semilla, esta es la proporción de semillas en una muestra capaz de germinar y formar nuevas plantas y por la proporción de semillas de otras especies, material muerto, semillas rotas, tierra, piedras, insectos y residuos vegetales incluidos como impurezas (Humphreys, 1977) y se relaciona con lo descrito por; Ede (1970) quien dice que los porcentajes de pureza y germinación representan, en conjunto, la proporción de semillas que tienen valor para el comprador, al ser capaces de transformarse en plantas productivas.

Es de suma importancia poder determinar con la mayor precisión posible el punto óptimo de cosecha para obtener el mayor rendimiento de semilla y que esta sea de la mayor calidad y pureza (espiguillas con carióspside) Ferguson y Sánchez (1986) señalan que la mayor parte de las gramíneas presentan floración indeterminada, debido a las variaciones tanto en el período de floración, como en la duración en una misma planta, las espiguillas se desarrollan en secuencia escalonada en cada racimo, lo que ocasiona que espiguillas ya maduras caigan al suelo y se pierdan antes que las jóvenes lleguen a la madurez fisiológica.

Argel (1983) considera que el tiempo óptimo de cosecha es cuando esta coincide con el rendimiento máximo de semilla pura; sin embargo es bien conocido que el desprendimiento de espiguillas maduras se inicia antes de que se alcance este punto por lo que la cosecha debe comenzar algunos días antes, teniendo en cuenta el tiempo que llevara efectuar todas las labores de cosecha.

Concepto de Semilla

CIAT (1981) define a las semillas como el potencial genético para la producción de mayores cosechas, y el agente de cambio en situaciones de producción agrícola y ganadero.

La semilla es un insumo más en la producción de especies vegetales (CIMMYT, 1994)

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen. Además, es uno de los elementos más eficaces para que la especie se disperse, tanto en el tiempo como en el espacio. Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma, para finalmente convertirse en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogénicos cuyo resultado final es la germinación (García 2007).

García (2008) menciona que las semillas proceden de los primordios o rudimentos seminales de la flor, una vez fecundados y maduros. Su función es la de dar lugar a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece. La semilla consta esencialmente de un embrión (formado por un eje embrionario y uno, dos o varios cotiledones), una provisión de reservas nutritivas, que pueden almacenarse en un tejido especializado (albumen o endospermo) o en el propio embrión, y una cubierta

seminal que recubre y protege a ambos todo esto para que la semilla tenga la capacidad de formar una plántula normal.

La semilla es un constituyente de la tecnología esencial e imprescindible en la producción de alimentos, por tanto es una tecnología con valor estratégico que permite obtener mayor eficiencia productiva de los recursos como la tierra, agua y mano de obra (Garay, 1989)

Germinación de la semilla

Germinación es el proceso en el cual el crecimiento emerge desde un estado de reposo, en un sentido más general, puede implicar todo lo que se expande en un ser más grande a partir de una existencia pequeña o germen. Para que la germinación pueda ocurrir son necesarios algunos factores externos, como un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos. Además, la salida de la latencia puede requerir determinados estímulos ambientales como la luz, bajas temperaturas o que se produzca un debilitamiento de las cubiertas seminales (Wikipedia, 2008).

La germinación de la semilla desde el punto de vista morfológico, se define como la reanudación del crecimiento activo en algunas partes del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de la nueva planta, desde el punto de

vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo además el cambio hacia la transcripción del genoma (Moreno, 1996) para (ISTA, 1985) según la tecnología de semillas es la emergencia y el desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales del tipo de semillas que se trate, y que son indicadoras de la habilidad de la semilla para producir una plántula normal bajo ciertas condiciones favorables.

Para que una semilla germine se requieren ciertas condiciones. La primera de ellas es que se hidrate. Hay ocasiones en que una semilla viable es embebida y aun así, no puede germinar pues no todas las condiciones son favorables, como por ejemplo, la temperatura. Pero en el momento en que se satisfagan esas condiciones la semilla germinará; esta semilla se encontraba en estado quiescente; condición que se define como el arresto o retraso del metabolismo y crecimiento debido a que el medio ambiente no lo permite.

Cuando una semilla no germina, a pesar de que se encuentra bajo condiciones favorables de agua, temperatura y oxígeno, se considera que está latente. Este estado es distinto de la condición de quiescente, pues dentro de la propia semilla existe un impedimento para que se produzca la germinación. Éste puede desaparecer poco a poco y se le denomina posmaduración. O bien es superado, es decir que termina la latencia al poner a la semilla bajo una serie de condiciones (factores) bajo los cuales no necesariamente germina, pero

que sí la ponen en condiciones de germinar. Por lo tanto, la desaparición de la latencia y la germinación representan una discontinuidad de condiciones (Moreno, 1996).

El proceso de germinación, es esencialmente la reiniciación del crecimiento del embrión una vez superado el período de latencia y cuando las condiciones de temperatura, luz, disponibilidad de oxígeno y agua son las adecuadas. No obstante, ciertas especies presentan semillas que aún en condiciones favorables no germinan, se las denomina semillas dormidas. Las causas que determinan la dormición pueden estar presentes en el propio embrión o en la cubierta seminal. Es así como, en el primer caso, la remoción total o parcial de un cotiledón favorece la germinación como sucede en el avellano (*Corylus avellana*) o en la cebada (*Hordeum vulgare*) removiendo el escutelo. En el caso de la dormición impuesta por las cubiertas, si bien la semilla inbibe, el fracaso de la germinación puede deberse a que las cubiertas se comporten como una barrera física que impidan la emergencia de la radícula. Durante los últimos años se ha intentado dar una explicación a las causas de la dormición y a los métodos de su eliminación. También se ha detectado la presencia de inhibidores como compuestos fenólicos o el ácido abscísico que interaccionan con las membranas (Perissé 2002).

Germinación al acto por el cual la semilla en estado de vida latente entra de pronto en actividad y origina una nueva planta. Dado que el embrión contenido en la semilla presenta diferentes características dependiendo de si pertenece a las monocotiledóneas o

a las dicotiledóneas, deberemos estudiar la germinación de cada una por separado (Copeland, 1976).

Fisiología de la germinación

La germinación es la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, para que se lleve a cabo es necesario una serie de condiciones ambientales favorables como: sustrato húmedo, disponibilidad de oxígeno y temperatura adecuada. Todos estos procesos se desarrollan a partir de la absorción de agua por parte de la semilla e incluyen la respiración, cambios metabólicos, síntesis protéica y la movilización de las reserva. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

La primera estructura que emerge en la mayoría de las especies después de la rehidratación es la radícula y en semillas en que no sucede de esta manera se define la germinación como la emergencia del coleoptilo (García, 2008).

Bieto y Talon (1993) describen en el proceso de germinación tres fases que son:

Fase de hidratación: se produce una intensa absorción de agua por parte de los tejidos, la actividad respiratoria aumenta gradualmente.

Fase de germinación: se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.

Fase de crecimiento: se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). En esta fase la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria.

Factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación

Humedad

La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos razón por la cual la semilla debe ser sembrada en un suelo con buena retención de humedad, pero a la vez que presente un buen drenaje de la misma ya que un exceso actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales,

este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior (García, 2008).

Temperatura

Pérez y Martínez (1994) mencionan que la temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura.

Gases

Las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O_2 y CO_2 . De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. Para que la germinación tenga éxito, el O_2 disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. pueden obstaculizar la germinación de la semilla reduciendo la difusión del O_2 desde el exterior hacia el embrión, hay que tener en cuenta que, la cantidad de O_2 que llega al embrión disminuye a medida que aumenta disponibilidad de agua en la semilla.

Vigor de la Semilla

Este es y ha sido un tema de gran interés por parte de los productores y usuarios de semillas ya que determina el establecimiento de las plantas en campo. La ISTA (1985) lo definió como la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula en campo, agrupándolas en semillas de alto, medio y bajo vigor.

Se dice que vigor de semillas y deterioro están fisiológicamente ligados, ya que mientras el deterioro tiene una relación negativa, el vigor tiene una connotación extremadamente positiva; el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta. Deterioro es el proceso de envejecimiento y muerte de las semillas (Delouche, 2002).

“Aquellas propiedades de las semillas que determinan la rapidez, uniformidad, potencial de emergencia y desarrollo de plántulas normales, bajo un amplio rango de condiciones de campo” (AOSA, 1983).

Perissé (2002) define vigor de una forma simple mencionando que es la capacidad de las semillas para germinar, emerger y desarrollar una plántula normal en situaciones de siembra desfavorables.

Craviotto et al. (1995) mencionan que el potencial de almacenamiento de los lotes de semillas está relacionado con el grado de deterioro de los mismos (valores de vigor) al inicio del almacenamiento. Si durante el almacenaje se presentan condiciones de estrés

de cualquier tipo, por ejemplo cambios en la temperatura o de humedad relativa, aquellos lotes de semillas con altos valores de vigor estarán en mejores condiciones de resistir esas situaciones ambientales y declinarán en calidad con menor velocidad que aquellos valores de vigor más bajos. Aún bajo condiciones de almacenaje controladas, a bajas temperaturas y contenido de humedad de las semillas, el comportamiento luego del almacenamiento dependerá del vigor de lote.

El vigor de una semilla es un indicador de su rapidez de germinación y emergencia, lo que, en gran medida, determina el éxito en el establecimiento de un cultivo. (Barros. 2003).

Aspectos agronómicos en el establecimiento de las gramíneas

La fase de establecimiento de un pasto es el período de tiempo comprendido entre la preparación y siembra de la semilla hasta la primera utilización del potrero. Está considerada como la etapa más delicada y riesgosa en el desarrollo de pastos mejorados, exige condiciones adecuadas de humedad.

Las prácticas culturales durante el establecimiento persiguen dos objetivos; Proporcionar un ambiente favorable a la germinación de la semilla y emergencia de la plántula, y destruir e impedir la aparición de plantas no deseadas que puedan competir y dominar las especies sembradas.

El primer paso para lograr una siembra exitosa es tener un conocimiento adecuado del ambiente donde se van a establecer los pastos con el fin de escoger especies o ecotipos que se adapten bien o que requieran pocas modificaciones del ambiente para su buen establecimiento.

Para la elección de la especie se debe dar énfasis al uso potencial de esta: pastoreo, corte, heno, ensilado etc., además de otras características como facilidad y agresividad de establecimiento, tolerancia a la sequía, inundación, plagas y enfermedades, rendimientos, aceptabilidad y producción de semillas.

Donde la invasión de malezas sea alta, se deben escoger especies de gran vigor, muy agresivas que puedan competir y establecerse rápidamente. En contraste, en las regiones consideradas de menor potencial de malezas, aún las especies adaptadas menos vigorosas y menos agresivas se establecerán exitosamente.

La preparación del suelo o labranza, busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo de los cultivos, desde la germinación hasta el crecimiento de las raíces y la propia planta ofreciendo un buen anclaje. En tierras no preparadas las raíces son a veces incapaces de penetrar la superficie compactada, en parte por la alta resistencia del suelo y la carencia de poros, además de la falta de anclaje para la semilla germinada.

La preparación de tierras para la siembra del pasto, permite el control de la vegetación original, la labranza del terreno y la aplicación de enmiendas y fertilizantes.

Se realiza de manera similar a la de cualquier cultivo y dependerá de las propiedades físicas del suelo y de la especie en particular.

En la labranza del suelo es necesario evitar una sobrepreparación (demasiada pulverización) ya que con frecuencia con la lluvia se causa un sellamiento de la superficie y la formación de una costra endurecida que puede resultar en una erosión severa (pérdida de semilla, fertilizante y suelo) y en una escasa protección para las plantas que alcanzan a sobrevivir. Una superficie rugosa con bastantes microrelieves que contenga terrones, restos de tallos, raíces y con abundantes depresiones (donde se acumulan los granos finos para una buena germinación de la semilla) crearán un microambiente más favorable para la pequeña planta.

Entre los factores que se consideran para la siembra de una pradera están; la época, la humedad del suelo, profundidad y métodos de siembra. El uso de maquinaria para un control de profundidad es deseable, aunque se establezcan plantas al voleo, mas como regla general se ha determinado que la profundidad de siembra depende del tamaño de la semilla (Humphreys, 1980).

La siembra al voleo es el método más generalizado en la siembra de pastos y puede realizarse en forma manual, mecánica y aérea. El éxito con este método depende de la uniformidad en la distribución de la semilla que se puede mejorar mezclando ésta con material inerte o fertilizante, siempre y cuando estos últimos no sean potásicos o nitrogenados.

Deberá controlarse cuidadosamente el movimiento dentro del campo para evitar la sobresiembra o los espacios sin sembrar. En general, requiere mayor cantidad de semilla debido a las pérdidas por arrastre y la desuniformidad en la distribución.

Las siembras en surcos o hileras es un método que permite el uso de equipo agrícola convencional y necesita de buena preparación del suelo. Tiene varias ventajas comparadas con la siembra al voleo.

En épocas con alta probabilidad de períodos secos, conviene compactar la superficie después de sembrar.

Cuando la siembra se realiza con material vegetativo como esquejes, se coloca en surco de 10 cm de profundidad y se distribuye a chorro corrido, haciendo coincidir los extremos de una estaca con otra. Luego se tapa con unos 3 a 5 cm de tierra.

La distancia entre surcos y el patrón de distribución varía según la especie, hábito de crecimiento, humedad en el suelo y uso potencial. Para los pastos de corte, la distancia entre surcos varía entre 0,5 y 1,0 m y en los de pastoreo es de 0,60 m aproximadamente.

La siembra de baja densidad se utiliza cuando la semilla es escasa o muy cara. Se busca establecer 700 a 1,500 plantas por hectárea que servirán como plantas madres que producirán semillas para poblar el área. Cuando se siembra por estolones se recomienda hacerlo en forma equidistante y al emplear semillas se dejan cinco metros entre hileras y 2 a 3 metros entre plantas dentro de estas. El sentido de los hilos debe ser perpendicular

a la dirección del viento. La preparación de la tierra debe hacerse en dos etapas, una, trabajando solo las áreas para la siembra de las plantas madres y dos, dejando el resto para prepararla entrado el verano, antes de que caiga la semilla de las plantas madres. Así se logra un mayor control de malezas (Faria, 2005).

El suelo y su importancia en el establecimiento de gramíneas

Rucks et al. (2004) señalan que las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes.

Es necesario conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles. De ahí la importancia de trabajar en la profundidad de siembra ya que esta también depende en gran medida de la región y del tipo de suelo donde se trabaje ya que no todos los suelos mexicanos tienen las mismas características físico-químicas.

Por ende la semillas requerirán de suelos que permitan un mejor establecimiento de las poblaciones así como suelos con buena aireación y drenaje para permitir que la semilla

tenga disponibles los elementos necesarios para germinar que son la humedad, la concentración de oxígeno y la disponibilidad de nutrientes. No todos los suelos son iguales pero tampoco todas las semillas requieren las mismas características por eso es necesario conocer las necesidades de cada una y poder buscar el lugar de establecimiento más adecuado, ya que podemos tener una semilla con gran capacidad de germinación y un vigor elevado pero si no la sembramos en un suelo adecuado quizá la semilla germine y si es de un vigor alto podrá emerger a la superficie pero debido al estrés sufrido será una plántula raquítica que no va a poder expresar su verdadero potencial genético, aunado a los suelos hay que agregarle el que no son sembradas a la profundidad adecuada tenemos que en ocasiones las reservas de la semilla se agotan en el solo hecho de poder salir a la superficie.

Textura del suelo

Por otra parte la textura del suelo es de vital importancia en el momento de la toma de decisiones al establecer un cultivo, o dicho de otra manera, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo y arcilla.

Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición (Rucks et al. 2004 y Buol, 1994).

Las fracciones gruesas, arena y grava, cuando no están cubiertas de arcilla y limo carecen prácticamente de plasticidad y de tenacidad. Su capacidad de retener agua es escasa y debido a los grandes espacios entre sus partículas separadas, el paso del agua gravitacional es rápido. Facilita así el drenaje y el eficaz movimiento del aire. Tal es el caso de suelos en los que predomina la arena o la grava.

Las partículas de arcilla normalmente son laminares como la mica, y si se humedecen son muy plásticas. Cuando se moja la arcilla con una cantidad adecuada de agua, se expande y se vuelve pegajosa.

Las partículas de limo tienden a ser irregulares, distintas en forma y raras veces lisas o pulidas. Son en su mayoría partículas microscópicas, siendo el cuarzo el mineral dominante. La fracción limo posee alguna plasticidad, cohesión y adsorción debido a una película de arcilla que recubre las partículas de la fracción, pero desde luego, en mucho menor grado que la propia fracción de arcilla.

La dominancia de fracciones finas en un suelo, le determina una textura que tiende a retardar el movimiento del agua y aire. Un suelo así será altamente plástico y fuertemente adhesivo cuando esté demasiado mojado, y será pesado y convertido en

terrones al secarse, a menos que se trabaje adecuadamente. La expansión y contracción suele ser grande al mojarse y secarse alternativamente, y la capacidad de retener agua de los suelos de textura fina es alta en general. Por lo tanto estos suelos se denominan pesados debido a sus cualidades de difícil laboreo, en contraste marcado con los livianos, de fácil laboreo, como los suelos arenosos.

Sin embargo, suelos de textura fina pueden poseer buenas características de drenaje y aireación, si tienen una buena estructura.

Profundidad de siembra

Humphreys (1980) indica que para zacates de semilla más pequeña, profundidades de 1.3 cm son lo más adecuado y que si la siembra es más superficial, debe realizarse un buen control de agua y depredadores para obtener el máximo beneficio. Para el caso de semilla de mayor tamaño como *Glycini wightii*, profundidades de 2.5 cm son las adecuadas, dando como resultado un mejor control de la humedad del suelo alrededor de la semilla.

Febles (1975) determinó en base al porcentaje de emergencia, profundidades óptimas de siembra para diferentes gramíneas tropicales siendo de 1.1 a 1.5 cm para *Chloris gayana*, *Panicum coloratum* y *Panicum máximum*, y de 2.1 a 2.5 cm para; *Melinis minutiflora*,

Setaria Sphacelata y *Sorghum vulgare*. Mientras que por su parte Herrera (2001) recomiendan de 2 a 3 cm de profundidad.

Estudios realizados determinaron que muchas especies forrajeras tienen una limitada capacidad para emerger de una profundidad mayor a 2 cm (Evans, 1976) para Huss y Aguirre (1983) recomiendan que la profundidad de siembra de las especies forrajeras no debe ser mayor a 2 cm y no menos a 0.5 como lo encontró en *Cenchrus ciliaris*, en el que el mayor porcentaje de plántulas fue a una profundidad de siembra de 2 cm.

Hartman et al (1988) asevera que la germinación y el establecimiento de las plántulas son los estados más críticos del ciclo de vida y si a esto le sumamos prácticas no adecuadas de siembra y una profundidad inadecuada tenemos como consecuencia una baja germinación y vigor ya que no todas las semillas tienen la misma capacidad de germinar bajo condiciones adversas como es una profundidad mayor lo que le implica a la planta una mayor eficiencia en el uso de sus materiales de reserva para poder salir a la superficie y con esto comenzar a fotosintetizar.

Al ser las semillas forrajeras de tamaño pequeño y aunado a esto todas las consecuencias que trae consigo la latencia que presentan estas especies se vuelve difícil, el establecimiento de estos cultivos y los agricultores se ven obligados a compensar estos déficits con mayores cantidades de semilla siendo que, si para el establecimiento de una pradera de zacate buffel se requieren 20 kg de semilla por hectárea, el productor se ve obligado a aplicar más de 30 kg con la única finalidad de que esta sea rentable.

Es poca la información existente referente a la profundidad de siembra de las especies de pastos siendo estos de igual importancia que los cultivos básicos y lo único que se aplica en el campo agronómico son reglas creadas por los mismos productores que en ocasiones no son tan idóneas como se espera, repercutiendo en su economía.

Tanto la germinación como la emergencia de semillas están definidas por la interacción entre el estado físico y fisiológica de las semillas y distintas características propias del sistema de producción. Entre estas últimas, el laboreo es de gran importancia (Rucks *et al.*, 2004). El tipo de labores juega un papel fundamental en la definición de ambientes aptos para la germinación de plántulas, al afectar tanto la temperatura y humedad del suelo como la cantidad de rastrojo en superficie y la distribución vertical de las semillas (Faria, 2005).

Nambiar y Srinivasa (1987) al trabajar en *Arachis hypogaea* encontraron que la longitud del hipocotilo está en función de la profundidad de siembra. En sus experimentos de campo sobre la profundidad de siembra mencionan que a mayor profundidad aumento la masa del hipocotilo pero disminuyo la de las raíces, vainas y halum. También encontraron nódulos que se formaron en el hipocotilo de plántulas de semillas sembradas a poca profundidad (4 a 5 cm). Entre más nódulos se formaron en el hipocotilo la actividad en los nódulos radiculares se vio disminuida repercutiendo directamente sobre la fijación de nitrógeno esto en relación a mayor profundidad de siembra. También encontraron que ha mayor profundidad de siembra el rendimiento de

la vaina se vio reducido. Lo anterior expresa, que a mayor profundidad de siembra la semilla requiriera de más sustancias de reserva para que el hipocotilo pueda alcanzar la superficie del suelo.

3. MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas y en el invernadero número 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada entre las coordenadas geográficas 25° 23' Latitud Norte y 103° 01' Longitud Oeste y con una altitud de 1743 msnm.

El clima de acuerdo a la clasificación de Koopen modificado por García (1986) es semiseco, semicálido, extremoso con un régimen de lluvias escasas todo el año, la temperatura media anual es de 17 °C con una máxima de 38 °C y una mínima de 5 °C. El período libre de heladas es de 200 a 250 días del año, la precipitación pluvial al año es de 500 mm. La mayor parte de esta (más del 80 por ciento) se registran en los meses de mayo a agosto, la evaporación media anual fluctúa de 2,000 a 2,300 mm, lo cual significa que es tres a cuatro veces mayor que la precipitación, los suelos son de origen calcáreo, de textura arcillosa, con un pH medianamente alcalino de 8.3, alto contenido de carbonatos totales, mediano en contenido de materia orgánica y sin problemas de salinidad, la pendiente es suave y la profundidad alta, su fertilidad es pobre en nitrógeno, fósforo y potasio, rico en calcio intercambiable y con suficientes elementos menores (Fe,

Mn, Cu y Zn) la disponibilidad de estos micronutrientes se ve reducida por las condiciones de pH alcalino y de alto contenido de carbohidratos.

Material genético utilizado

Se utilizaron semillas de cinco especies de gramíneas forrajeras; Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), Zacate Rhodes (*Chloris gayana* L.) De la zona árida del sur este de Coahuila. Mientras que las especies Pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*), Pasto mulato (*Brachiaria* híbrido cv Mulato), Zacate Guinea (*Panicum máximum* var Tanzania) fueron proporcionadas por la empresa Papalotla de México, procurando que estas tuvieran un año como máximo de cosechadas.

Manejo de la semilla

La semilla fue acondicionada eliminándose impurezas, tales como tierra, palos, tallos y algunos otros residuos, para lo cual se utilizó un soplador del tipo South Dakota, y se tomo una muestra de 100 gramos de semilla de cada especie obteniendo de esta forma el por ciento de semilla pura.

Tratamientos evaluados

Ambiente laboratorio

La semilla de cada una de las especies fue colocada en cajas petri provistas de papel filtro humedecido. Para lo cual se utilizaron 200 semillas con cuatro repeticiones de 50 cada una. El primer tratamiento fue testigo, es decir, solo se le aplico agua; mientras que en el segundo y tercer tratamiento las semillas fueron imbibidas dos horas antes de la siembra en un concentrado con ácido giberélico a 800 y 1000 ppm respectivamente.

Una vez aplicados los tratamientos y sembradas las semillas se procedió a colocar las cajas en una cámara germinadora con temperatura constante de 25° C mas menos un grado de diferencia por un lapso de 21 días durante los cuales se obtuvieron los datos de las variables evaluadas.

Ambiente Invernadero

Se utilizaron tres repeticiones de 100 semillas por tratamiento de profundidad y tres dosis diferentes de ácido giberélico. Las semillas se sembraron en charolas de unicel de 200 cavidades y se utilizó como sustrato una combinación de peat moos y perlita en una proporción de 2:1, se llevaron a condiciones de invernadero, donde la temperatura

osciló entre 27 °C y 30 °C, con una humedad relativa del 80%, las evaluaciones se realizaron diariamente hasta los 21 días y el riego cada tercer día con agua corriente.

Se evaluaron tres profundidades de siembra; la primera a 0.5 centímetros, la segunda a 1.5 centímetros y la tercera a 2.5 centímetros. Dentro de cada profundidad se manejaron 2 concentraciones de ácido giberélico (800 y 1000 ppm) y un testigo.

Variables evaluadas

Laboratorio

Capacidad de germinación (CG)

Esta variable se obtuvo con el conteo al décimo cuarto día, en los cuales se consideraron las plantas normales obtenidas en esos días, registrándose estas y las semillas sin germinar.

Índice de velocidad de la germinación (IVG)

Esta variable se determinó con los conteos hechos al cuarto, séptimo, décimo y décimo cuarto día. Una semilla se consideró como germinada cuando presentó una longitud de plúmula o radícula de 4-5 mm. Para ello se utilizó la ecuación propuesta por Pill (1981), que se describe a continuación:

$$IVE = \Sigma (Di - Dj) / i$$

Donde:

IVE = Índice de velocidad de germinación

D_i = Número de semillas germinadas en el día

D_j = Número de semillas germinadas en el conteo desde la siembra

i = Número de días al momento del conteo desde la siembra

Longitud de la plúmula (LP)

Para la evaluación de esta variable se realizaron mediciones en centímetros al vigésimo primer día después de la siembra en cinco plántulas obtenidas al azar de las repeticiones de cada tratamiento.

Longitud de la radícula (LR)

La estimación de esta variable se realizó con la medición en centímetros de cinco plántulas seleccionadas al azar de las repeticiones en cada tratamiento al vigésimo cuarto día.

Invernadero

Capacidad de emergencia (CE)

Este parámetro se obtuvo al contar las plántulas emergidas con más de 4 mm sobre la superficie del suelo en cada repetición, registrándose a los 21 días y reportándose en porcentaje de emergencia.

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Esta variable se obtuvo con los conteos diarios de las plántulas emergidas, considerando aquellas que sobresalieron de cinco y seis mm sobre la superficie del suelo. Se utilizó la fórmula de (Maquire 1962).

$$IVE = \sum \text{No P/d} + \dots + \text{No P/d}$$

Donde

IVE = índice de velocidad de emergencia

No P = Número de plántulas emergidas

d = días después de la siembra

Longitud de la plúmula (LP)

Esta variable se estimó en diez plántulas seleccionadas al azar de las repeticiones de cada tratamiento al vigésimo primer día de la siembra reportándose las longitudes en centímetros.

Longitud de la radícula (LR)

Esta se midió en cinco plantas al azar por repetición en cada tratamiento, se evaluó a los 21 días después de la siembra respectivamente.

Diseño experimental

La información obtenida de cada una de las variables estudiadas de la investigación se analizó mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones, en el caso de las variables evaluadas en invernadero el efecto de los tratamiento se dividió en dos quedando como un diseño factorial completamente al azar. El análisis de los datos se llevó a cabo con el paquete estadístico JMP (1996) versión 5.0.1a.

Modelo estadístico.

El modelo lineal que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable observada

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2, \dots, n$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, n$ repeticiones

El diseño factorial con el que se evaluaron las variables de invernadero fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + (P_i + C_i + P * C_i) + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable observada

μ = media general

P_i = efecto de la profundidad

C_i = efecto de la concentración de ácido giberélico

$P_i * C_i$ = efecto de la interacción de la profundidad con la concentración de
ácido giberélico

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2, \dots, n$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, n$ repeticiones

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Se evaluaron los efectos de la profundidad de siembra sobre la germinación y vigor en semillas de: Zacate Rhodes (*Chloris gayana* L.) Especie 1, Zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) Especie 2, Pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) Especie 3, Pasto mulato (*Brachiaria* híbrido cv Mulato) Especie 4, Zacate Guinea (*Panicum máximum* var Tanzania) Especie 5, en respuesta a distintas concentraciones de ácido giberélico.

Experimento I

Los resultados de las variables que se presentan se obtuvieron bajo condiciones de invernadero en un sustrato de peat moss y perlita en relación 2:1.

Capacidad de emergencia (CE)

Los análisis de los resultados de esta variable mostraron diferencias estadísticas significativas en las cinco especies, tal como se aprecia en el cuadro 4.1, por esta razón se realizó la comparación de medias destacando los tratamientos que obtuvieron un porcentaje mayor de emergencia a los 21 días después de la siembra.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia de la variable capacidad de emergencia (CE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Fuente de variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	586.00*	156.67*	501.34*	1304.58*	1076.18*
Error	159.25	18.00	109.37	181.30	139.11
CV	32.73	17.53	27.60	33.65	31.14
NS	0.0055	0.0015	0.0890	0.0009	P<0.0001

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

Con respecto al factor profundidad de siembra se observó que si afectó esta variable significativamente, (Cuadro 4.2) sin embargo se destaca que hubo una variación entre especies, esto se debe sin duda a que la semilla de estas son físicamente diferentes, sin embargo, todas las especies germinaron en mayor porcentaje a una profundidad de 1.5 centímetros, obteniendo el mejor porcentaje de emergencia, con 42 a 48 por ciento respectivamente, con excepción de la semilla de la especie dos (Buffel), esto concuerda con los resultados obtenidos por Gómez *et. al* en el 2004, donde evaluó la germinación de varios híbridos de esta especie con y sin glumas encontrando porcentajes de germinación más altos en semillas sin envoltura, obteniendo el porcentaje (26%) más bajo en comparación con el resto, estos resultados también coinciden con lo encontrado por Febles (1975) quien al trabajar con especies y profundidades de siembra en diferentes gramíneas determinó que las adecuadas van de un centímetro y medio a dos.

Cuadro 4.2 Comparación de medias de la variable Capacidad de Emergencia (CE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
PROFUNDIDAD					
P1 0.5 cm	45.33 A	19.11 B	33.55 B	57.00 A	51.88 A
P2 1.5 cm	43.66 A	26.44 A	44.44 A	41.44 A	48.22 A
P3 2.5 cm	26.66 B	26.88 A	35.55 AB	21.55 B	13.44 B
AG3					
T1 testigo	26.00 B	30.22 A	50.44 A	54.88 A	36.33 A
T2 800 ppm	42.33 A	20.66 B	27.44 B	25.77 B	39.33 A
T3 1000 ppm	47.33 A	21.55 B	35.66 B	39.33 AB	37.88 A
PROF. + AG3					
P1 + C1	38.00 AB	26.33 ABC	51.33 A	73.66 A	53.33 AB
P1 + C2	42.33 AB	13.66 D	24.66 C	33.00 BC	53.33 AB
P1 + C3	55.66 A	17.33 CD	24.66 C	64.33 AB	49.00 AB
P2 + C1	24.33 AB	31.00 A	53.33 A	60.00 AB	44.66 ABC
P2 + C2	51.33 AB	30.00 AB	26.66 C	28.66 BC	55.66 A
P2 + C3	58.33 A	18.33 ABC	53.33 A	35.66 ABC	44.33 ABC
P3 + C1	15.66 B	33.33 A	46.66 AB	31.00 BC	11.00 CD
P3 + C2	33.33 AB	18.33 BCD	31.00 BC	15.66 C	9.00 D
P3 + C3	31.00 AB	29.00 ABC	29.00 BC	18.00 C	20.33 BCD

Medias con misma letra entre columnas son estadísticamente iguales

En lo que respecta al factor concentración de ácido giberélico, se observa que no es un producto que mejore la emergencia de las especies, a excepción del zacate Rhodes, (Cuadro 4.2), ya que la aplicación de esta hormona aumento significativamente los porcentajes de emergencia, al respecto Lasso (2006) menciona que ciertas especies entre ellas el zacate Rhodes requieren ser estimuladas por la giberelina a fin de promover la acción enzimática que induce la ruptura del almidón y otras sustancias de reserva.

Con respecto, a la combinación de los dos factores (Profundidad y concentración de ácido giberélico) se encontró que únicamente existió interacción de estos en la especie dos, significando que ambos factores se interrelacionan, mientras que en las especies que no tuvieron interacción, cada factor actuó de manera independiente en el modelo estadístico Nava (2006).

Independientemente a lo anterior podemos determinar qué combinaciones resultaron sobresalientes, como la especie uno donde el mayor efecto se tuvo al sembrar a 1.5 cm con una aplicación de giberelinas de 1000 ppm, y por lo que concierne, en la especie dos los mayores efectos fueron al sembrar en las profundidades uno y dos sin aplicar GA3, en la especie tres funcionó mejor la siembra en las profundidades uno y dos sin aplicar esta hormona.

Para el caso de semilla de pasto Insurgente (especie 3) funcionó mejor la siembra en las profundidades de uno y dos, respectivamente, sin aplicar GA3, mientras que la especie cuatro (Mulato), mostró la mayor emergencia al ser sembrada a 0.5 cm sin aplicación de este ácido. Finalmente la especie cinco *Panicum máximum* var Tanzania, presentó mejor respuesta al ser sembrada en la profundidad de 1.5 cm con una aplicación de 800 ppm, lo anterior se puede apreciar en la figura 4.1 de manera simbólica.

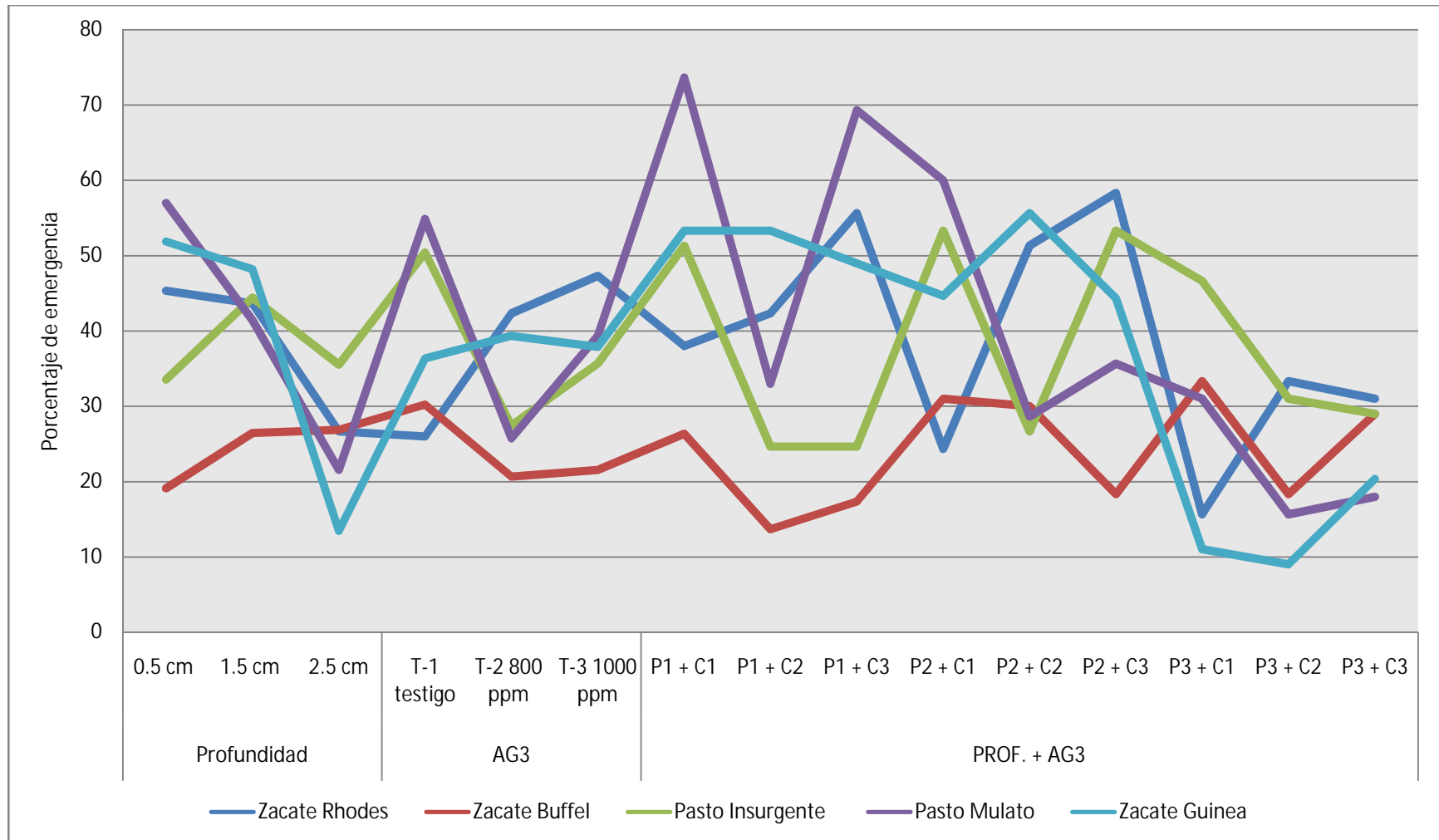


Figura 4.1 Respuesta de la variable capacidad de emergencia (CE) de las cinco especies en estudio bajo condiciones de invernadero.

Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

En lo que respecta a esta variable se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de los dos factores en estudio (Profundidad y ácido Giberélico), como se puede apreciar en el cuadro 4.3, (Tuckey)

Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancia de la variable capacidad de emergencia (CE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Fuente de variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	42.50*	6.03*	8.55*	9.88*	13.21*
Error	7.77	0.31	2.82	1.21	2.87
CV	34.88	17.97	31.21	34.81	40.14
NS	0.0020	P<0.0001	0.0555	0.0070	P<0.0001

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

En el factor profundidad de siembra se observó, que tuvo efecto de los tratamientos significativamente aunque con tendencias diferentes entre las especies (Cuadro 4.4), ya que la velocidad con la que emergieron las plántulas fue diferente pues la mayor se apreció en Rhodes, debido al tamaño de la semilla que en comparación con las demás especies es más pequeña, por lo que requiere de menos cantidad de agua disponible para germinar, logrando con esto alcanzar el porcentaje de emergencia en menos tiempo coincidiendo con lo citado por AHM (2004).

Cuadro 4.4 Comparación de medias de la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
PROFUNDIDAD					
P1 0.5 cm	10.18 A	2.09 B	4.60 B	4.92 A	5.34 A
P2 1.5 cm	8.93 A	3.33 A	4.84 B	3.12 B	5.81 A
P3 2.5 cm	4.86 B	3.77 A	6.60 A	1.43 C	1.50 B
AG3					
T1 testigo	4.49 B	3.94 A	5.84 A	4.07 A	4.04 A
T2 800 ppm	8.99 A	3.17 B	4.16 B	2.20 AB	4.09 A
T3 1000 ppm	10.49 A	2.08 C	6.04 A	3.21 B	4.51 A
PROF. + AG3					
P1 + C1	7.06 ABC	4.20 A	6.07 BC	5.74 AB	5.62 ABC
P1 + C2	9.87 ABC	1.36 B	3.65 C	3.16 ABCD	5.06 ABC
P1 + C3	13.62 A	0.70 B	4.09 BC	5.88 A	5.33 ABC
P2 + C1	4.21 BC	3.52 A	6.57 AB	4.47 ABC	5.35 ABC
P2 + C2	10.57 AB	4.71 A	4.13 BC	2.22 CD	6.24 A
P2 + C3	12.00 AB	1.77 B	9.10 A	2.68 BCD	5.83 AB
P3 + C1	2.20 C	4.11 A	4.89 BC	1.99 CD	1.15 BC
P3 + C2	6.54 ABC	3.43 A	4.70 BC	1.22 D	0.97 C
P3 + C3	5.85 ABC	3.78 A	4.94 BC	1.08 D	2.38 ABC

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

En relación al uso de ácido giberélico como promotor de la germinación encontramos diferencia significativa en cuatro especies mientras que en el zacate guinea los tratamientos se comportaron similares.

En la Semilla de Rhodes (especie 1), se observa que el índice aumentó significativamente al agregarle ácido giberélico ya que al ser sembrada a una profundidad superior a los dos centímetros el complejo citocromático se ve reducido, entra en un proceso de latencia, la ISTA (1985) menciona que el ácido giberélico es una hormona vegetal recomendada para romper latencia fisiológica ocasionada por requerimientos de luz y temperatura.

En lo que corresponde a la semilla de la especie 2 (Buffel), se observó un decremento en el índice de emergencia a medida que se aumentó la concentración de ácido giberélico, deduciendo que en término de mejorar el IVE, se redujo, considerando que esto se debió a las características brosas que tiene la semilla de esta especie, lo cual impide la imbibición de líquidos y gases.

En las especies tres y cuatro el comportamiento fue similar, ya que son dos especies del mismo género con características físicas similares, así mismo, en la especie anterior los mejores índices se encuentran en el testigo lo que indica que el ácido giberélico no tuvo efectos significativos para esta variable como se puede observar en el cuadro 4.4

En la mayoría de las especies no hubo interacción de factores profundidad y ácido giberélico, solo en Buffel, donde se formaron dos grupos estadísticos (Cuadro 4.4) y se observa que el AG3, influyó conforme al incremento de la dosis hasta 1000 ppm, reduciendo la velocidad de emergencia, esto coincide con lo encontrado por Manjarrez (1996) quien al aplicar diferentes dosis de GA`s a semilla de zacate Buffel obtuvo IVE`s inferiores al testigo.

Para el caso de la especie uno (Rhodes) la combinación donde se presentó el mayor efecto fue con la profundidad a 0.5cm, aplicando 1000ppm AG3, obteniéndose una velocidad de emergencia de 13.62; en la especie número tres se encontró que la combinación donde se obtuvo una mayor velocidad de emergencia fue en la profundidad 1.5 cm en la concentración de 1000 ppm con 9.10; en la especie cuatro (Mulato) se observa (Cuadro 4.4) que los resultados más altos de IVE, se presentaron en la

profundidad de 0.5 cm, siendo la mejor con la concentración de 1000 ppm con 5.88. de IVE.

En la especie cinco (Guinea), se observa que los resultados más sobresalientes de este parámetro con 6.24 se encontraron en la profundidad uno y dos, con la combinación de 800ppm AG3 (Figura 4.2)

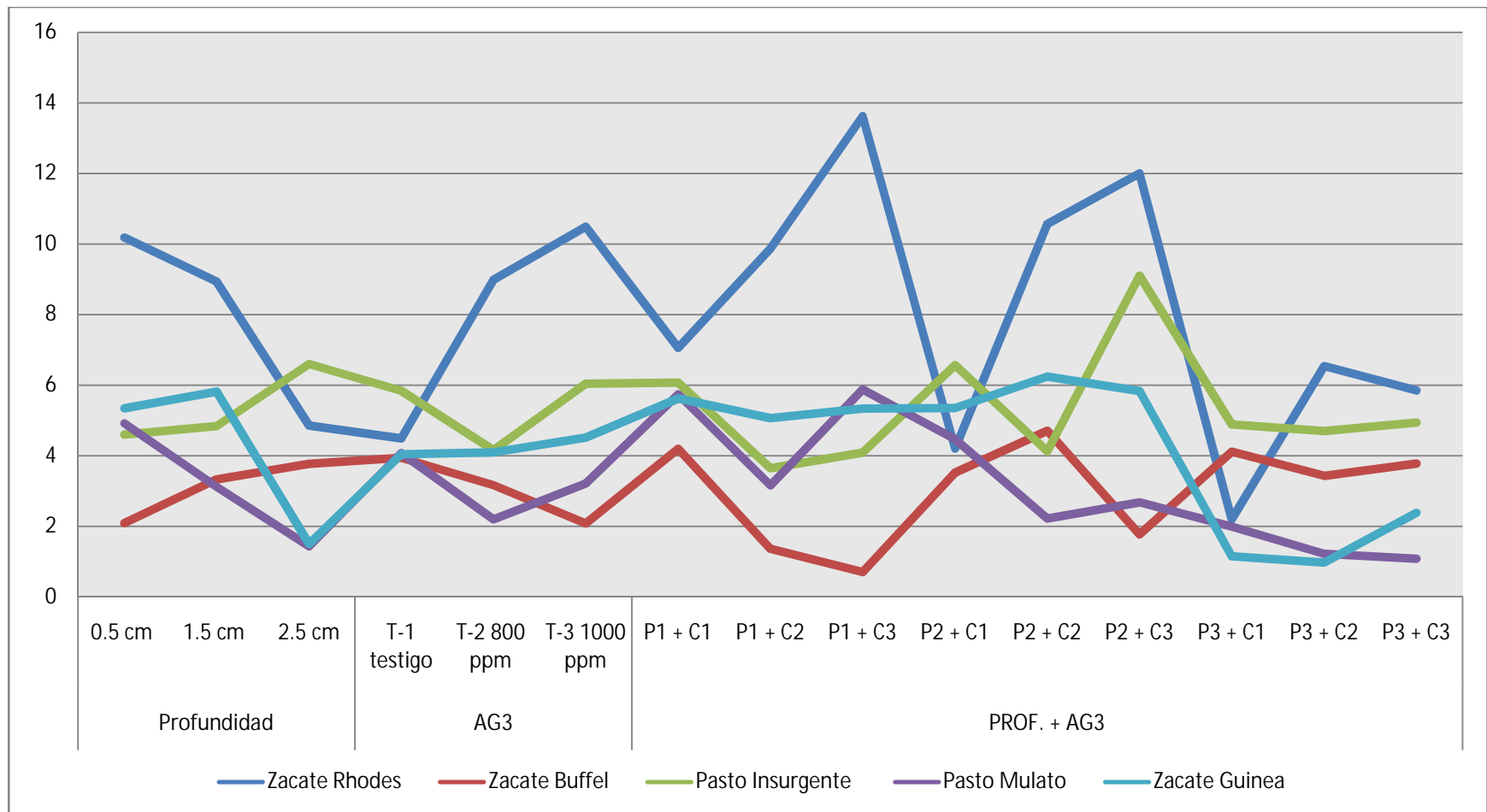


Figura 4.2 Respuesta de la variable Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) de las cinco especies estudiadas, bajo condiciones de invernadero

Longitud de Plúmula (LP)

En esta variable se encontró diferencia significativa en cuatro especies como se observa en el cuadro 4.5, se realizó la comparación de medias a partir de la prueba de Tuckey con el fin de determinar los mejores tratamientos.

Cuadro 4.5. Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Fuente de variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	4.89*	1.87	10.79*	2.06*	4.84*
Error	1.46	3.87	2.66	0.21	1.54
CV	20.61		20.60	12.39	22.26
NS	0.0260		0.023	0.295	0.0009

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

En el factor profundidad de siembra los mejores crecimientos de plúmula, se encontraron a una profundidad de 1.5 cm. excepto en zacate Rhodes donde fue a 0.5 cm pero estadísticamente igual a la profundidad dos, para el caso de la especie cuatro el crecimiento de la plúmula aumentó a mayor profundidad sin existir diferencia significativa entre la profundidad dos y la tres (Cuadro 4.6), debido que a profundidades de 1.5 a dos centímetros se encuentran las mejores condiciones para que una semilla germine y origine plántulas normales (Lorenz y Lal, 2005).

Otro aspecto importante a considerar es que la profundidad de siembra determina la supervivencia y el establecimiento, es por ello que en la especie uno, tres y cinco disminuyó la longitud de la radícula cuando esta se sembró a profundidades mayores coincidiendo con lo mencionado por Faria (2005) quien señala que cuando emergen las

plántulas de profundidades mayores, estas suelen ser débiles y la supervivencia de estas es reducida considerablemente.

Cuadro 4.6 Comparación de medias de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
PROFUNDIDAD					
P1 0.5 cm	6.73 A	4.70 A	6.73 B	2.63 B	4.31 B
P2 1.5 cm	5.85 AB	5.45 A	9.07 A	4.00 A	7.00 A
P3 2.5 cm	5.02 B	5.02 A	7.93AB	4.26 A	5.41 B
AG3					
T1 testigo	4.75 B	4.66 A	6.30 B	3.83 A	5.33 A
T2 800 ppm	6.48 A	5.04 A	8.87 A	3.51 A	5.70 A
T3 1000 ppm	6.36 A	5.46 A	8.56 A	3.55 A	5.68 A
PROF. + AG3					
P1 + C1	6.53 AB	5.16 A	5.06 B	2.50 D	4.76 A
P1 + C2	7.50 A	4.33 A	6.63 B	2.56 CD	3.93 A
P1 + C3	6.16 AB	4.60 A	8.50 AB	2.83 BCD	4.23 A
P2 + C1	4.23 AB	5.33 A	6.50 B	4.66 A	6.83 A
P2 + C2	6.53 AB	5.36 A	11.80 A	3.50 ABCD	7.16 A
P2 + C3	6.80 AB	5.66 A	8.93 AB	3.83 ABC	7.00 A
P3 + C1	3.50 B	3.50 A	7.33 AB	4.33 A	4.40 A
P3 + C2	5.43 AB	5.43 A	8.20 AB	4.66 A	6.00 A
P3 + C3	6.13 AB	6.14 A	8.26 AB	4.00 A	5.83 A

Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales.

La longitud de la plúmula esta en relación a la profundidad de siembra de modo que a mayor profundidad de siembra aumenta la masa en peso seco de la plúmula pero se disminuye la longitud radicular, lo anterior debido que a mayor profundidad de siembra se requerirá mayor cantidad de sustancias de reserva para que el hipocotilo alcance la superficie del suelo y comience a fotosintetizar rápidamente ya que de esto depende su establecimiento y supervivencia (Nambiar y Srinivasa, 1987)

En lo que respecta a la concentración de ácido giberélico solo se observan diferencias significativas estadísticamente (Cuadro 4.6) en las especies uno y tres donde la longitud

de la plúmula aumentó con la aplicación de GA3, debido a que las giberelinas son compuestos orgánicos que estimulan la división o prolongación celular y con ello la inducción de brotes vegetales (Sparcks, 2000).

También coincide con lo encontrado por Bolich y Dunand, (1999) quienes aplicaron ácido giberélico en semilla de arroz como un regulador de crecimiento que produce aumento de la longitud del coleoptilo y mesocotilo. Por esto el GA3 es considerado un mejorador del vigor en algunas especies, permitiendo un mejor establecimiento en campo de los cultivos.

En lo referente a la interacción de los factores profundidad con concentración de ácido giberélico no existió este efecto por lo que cada factor actuó de manera independiente (Nava 2006).

En el cuadro 4.6 se observa que la longitud de plúmula fue mayor a menor profundidad de siembra sin que la concentración de ácido giberélico afectara considerablemente el desarrollo, debido a que la plántula requerirá desarrollar más sus estructuras aéreas buscando una salida hacia la superficie por causa del fototropismo positivo que concuerda con lo mencionado por Copeland (1985).

Por otra parte un desarrollo vigoroso de esta estructura permite una mayor implantación y crecimiento en menos tiempo además de que aumenta la cobertura vegetal de los suelos, Borrajo (2008) obtuvo buenas implantaciones en; zacate Rhodes y dos especies de Brachiarias al tener estas un mayor crecimiento inicial y alcanzando coberturas vegetales superiores al 80% en menos de seis meses.

La especie 1 (Rhodes) tuvo mayor longitud de plúmula a una profundidad de siembra de 0.5cm. una adición de ácido giberélico de 800ppm, siendo la profundidad de siembra el principal determinante (Cuadro 4.6). Respecto a las especies 3 y 4 (pasto Insurgente y mulato) se comportaron de manera similar, las mayores longitudes de plúmula fueron en las profundidades dos y tres (1.5 y 2.5cm.) sin que el ácido giberélico tuviera efecto significativo. Respecto a la especie 5 (Guinea) al combinar los factores la comparación de medias no mostró diferencias significativas. Lo anterior se puede apreciar en la figura 4.3.

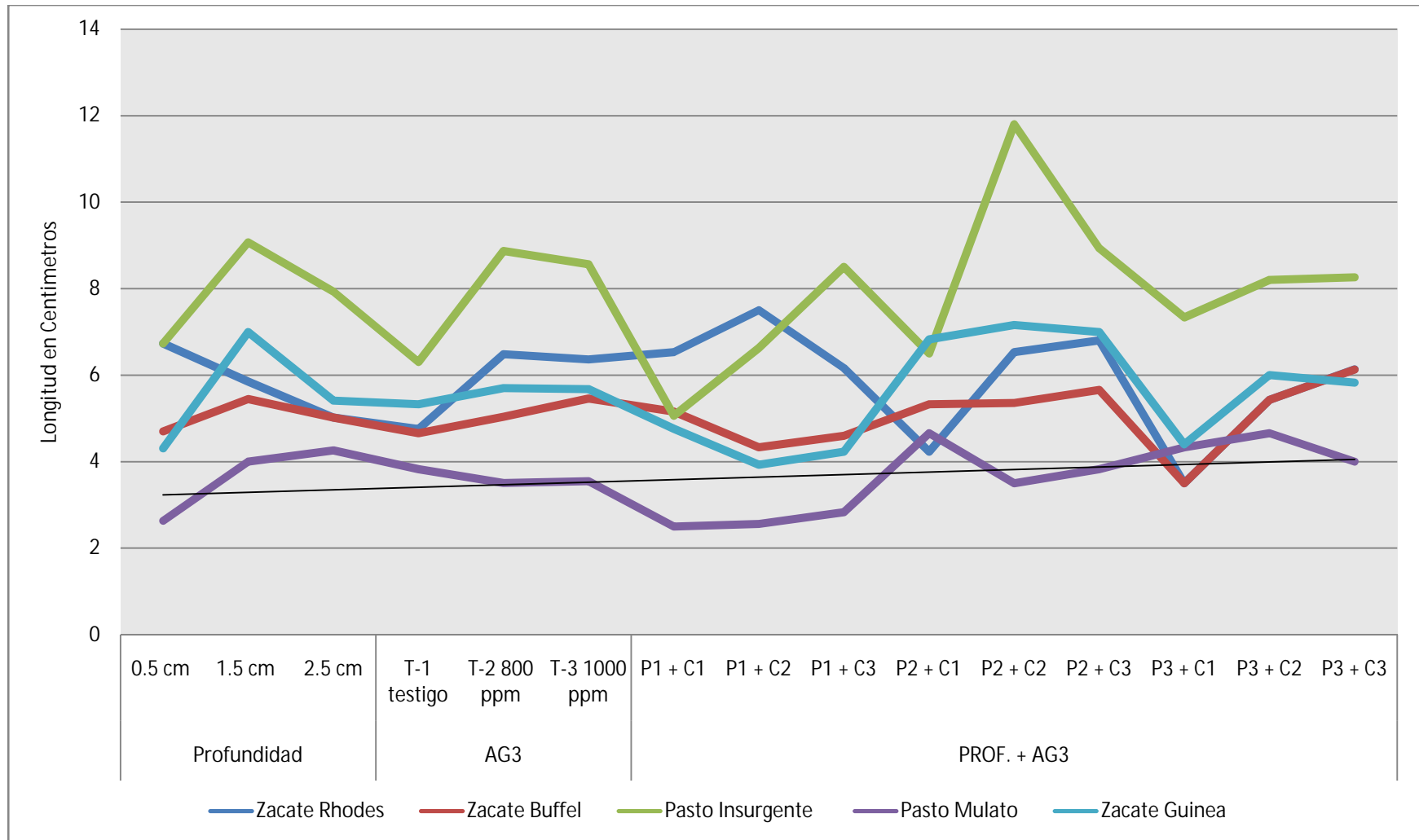


Figura 4.3 Respuesta de la variable Longitud de Plúmula (LP) para las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Longitud de Radícula (LR)

El análisis de varianza para esta variable mostro efectos significativos para todas las especies como se aprecia en el cuadro 4.7. Se realizo la comparación de medias utilizando el test de Tukey.

Cuadro 4.7 Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Fuente de Variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	1.19*	2.42*	7.31*	3.06*	8.53*
Error	0.12	0.66	2.75	0.96	1.37
CV	9.67	25.96	24.59	21.25	21.15
NS	0.0012	0.236	0.871	0.467	0.0215

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

La longitud de radícula fue mayor a una profundidad de siembra de 1.5cm para todas las especies, profundidades mayores a estas presentaron longitudes menores significativamente. A una profundidad de siembra de 0.5 cm las especies 1, 3 y 5 tuvieron un mejor desarrollo de la radícula en comparación de las especies 2 y 4 (Cuadro 4.8). El determinar la profundidad adecuada en cuanto al desarrollo radicular se refiere no solo permite aumentar la biomasa en el suelo, si no también compuestos resistentes como lignina, taninos y suberinas cuyo contenido en las raíces es superior a los tallos lo cual facilitaría la fijación del carbono mineralizado en el suelo y su acumulación como materia orgánica (Lorenz y Lal, 2005)

Cuadro 4.8 Comparación de medias de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
PROFUNDIDAD					
P1 0.5 cm	4.03 A	2.44 B	6.72 A	4.20 B	5.62 A
P2 1.5 cm	3.73 A	3.64 A	6.91 A	5.62 A	7.00 A
P3 2.5 cm	3.28 B	3.28 AB	6.50 B	4.03 B	3.97 B
AG3					
T1 testigo	3.05 B	2.78 A	5.81 B	4.95 A	4.57 B
T2 800 ppm	4.10 A	3.12 A	7.83 A	4.46 A	6.22 A
T3 1000 ppm	3.90 A	3.46 A	6.48 AB	4.43 A	5.80 AB
PROF. + AG3					
P1 + C1	3.83 AB	2.93 AB	6.26 B	4.46 AB	4.20 ABC
P1 + C2	4.36 A	2.53 B	6.56 B	4.03 AB	7.50 A
P1 + C3	3.90 AB	1.86 B	7.33 B	4.10 AB	5.16 ABC
P2 + C1	2.90 BC	3.00 AB	4.50 B	6.26 A	6.83 AB
P2 + C2	4.10 A	3.00 AB	10.33 A	4.50 AB	7.16 AB
P2 + C3	4.20 A	4.93 A	5.90 B	6.10 A	7.00 AB
P3 + C1	2.43 C	2.43 B	6.66 B	4.13 AB	2.70 C
P3 + C2	3.83 AB	3.83 AB	6.60 B	4.86 AB	4.00 BC
P3 + C3	3.60 AB	3.60 AB	6.23 B	3.10 B	5.23 ABC

Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales.

La aplicación de giberelinas a la semilla antes de la siembra favoreció significativamente el desarrollo radicular en las especies de Rhodes, pasto Insurgente y Guinea mientras que en Buffel y Mulato no tuvo efecto significativo (Cuadro 4.8).

En las especies 3 y 5 (Insurgente y Guinea) el efecto fue similar, ya que a concentraciones de 800 ppm de GA3 las longitudes fueron mayores significativamente, en tanto una aplicación de 1000 ppm redujo la longitud, siendo esta aun superior al testigo, lo anterior concuerda con lo obtenido por Manjarrez (2006) quien al GA's a distintas concentraciones aunado a un método de escarificación no tuvo efecto significativo entre estos tratamientos, mientras que en pasto insurgente al aplicar GA3

mas acido sulfúrico a diferentes concentraciones encontró diferencia significativas entre los tratamientos en el desarrollo de la radícula.

En la combinación de factores (Profundidad, Concentración de ácido giberélico) solo existió interacción en la especie tres donde se formaron dos grupos estadísticos, la profundidad de siembra a 1.5 cm y 800 ppm de GA3 hubo el mayor efecto al ser la longitud radicular de 11.80 cm, en comparación con los tratamientos donde la profundidad de siembra fue somera y sin la aplicación de giberelinas donde el desarrollo de la radicular fue inferior a 6 cm.

En todas las especies el desarrollo radicular fue limitado por la profundidad de siembra ya que a profundidades de 2.5 cm sin importar la concentración de ácido las longitudes radiculares fueron inferiores significativamente, lo anterior se puede apreciar de manera más expresiva en la figura 4.4.

El comportamiento de los resultados de longitud de radícula y longitud de plúmula nos muestra que estas dos variables tienen un comportamiento inversamente proporcional entre ellas que además es afectado directamente por la profundidad de siembra ya que mientras más profunda sea esta se requerirá de mayor uso de los materiales de reserva para la elongación del coleoptilo reduciendo el crecimiento radicular ya que esta estructura se desarrolla menos y de menor longitud que ha profundidades más superficiales Nambiar y Srinivasa (1987).

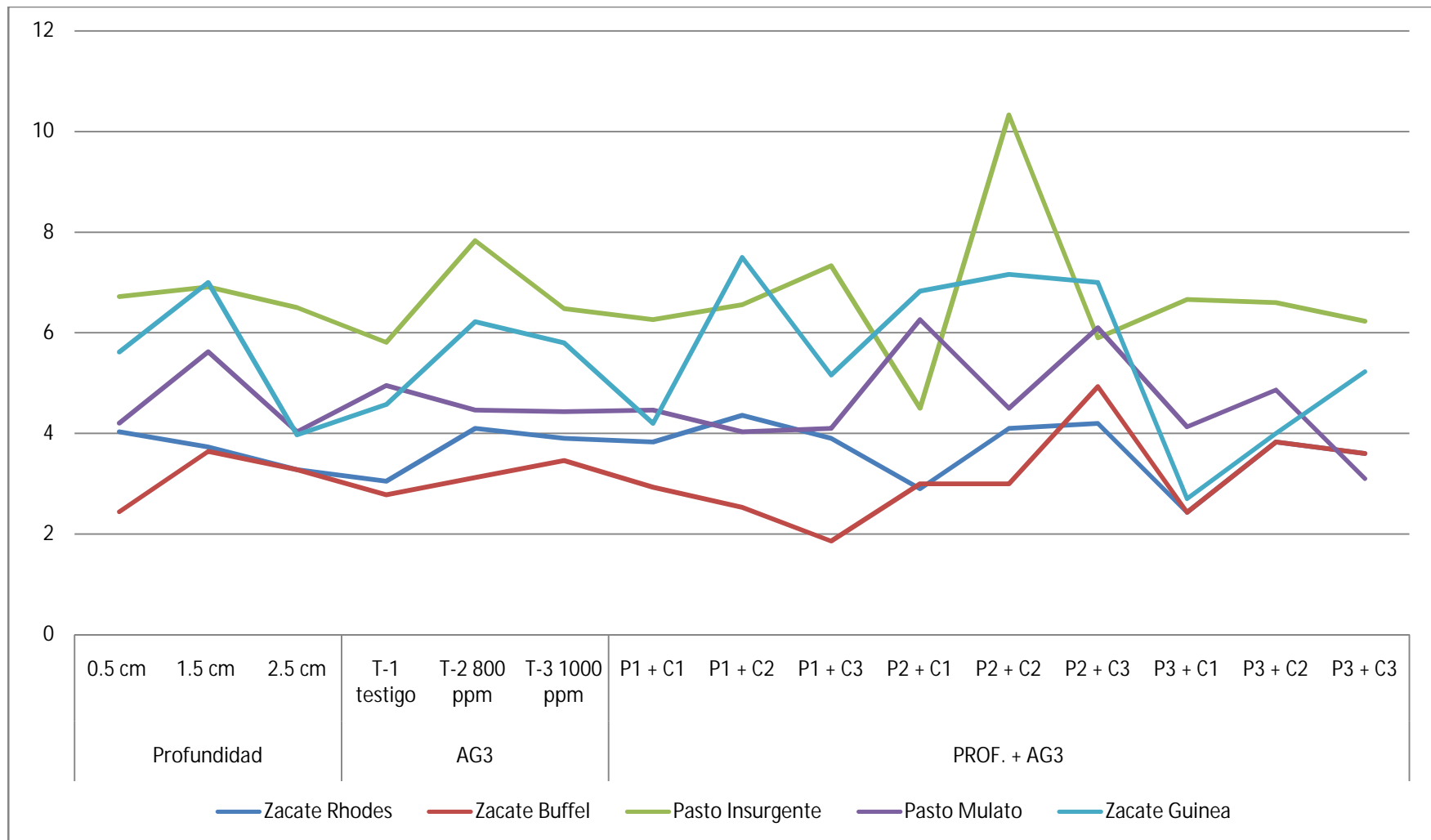


Figura 4.4 Respuesta de la variable Longitud de Radícula (LR) de las cinco especies en estudio, bajo condiciones de invernadero.

Experimento II

Los resultados de las variables que se presentan fueron obtenidos bajo condiciones de laboratorio a 25 °C más menos un grado utilizando cajas petri y papel filtro como sustrato.

Capacidad de emergencia

Respecto a esta variable se encontró diferencia significativa en cuatro especies como se aprecia en el cuadro 4.9. Se realizó la comparación de medias utilizando el test de Tukey con la finalidad de determinar los tratamientos que sobresalientes.

Cuadro 4.9 Cuadrados medios y significancia de la variable Capacidad de Germinación (CG) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	567.58*	185.33	252.33*	321.33*	793.00*
Error	39.30	100.44	34.88	81.87	25.66
CV	8.95		12.46	28.85	9.45
NS	0.0016		0.0134	0.0593	P<0.0001

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

La concentración de ácido giberélico afectó significativamente en cuatro especies mejorando la germinación (Cuadro 4.10), al ser agregado en dos concentraciones; 800 y 1000 ppm, demostrando que GA3 es un método para reducir la latencia que presentan

las semillas de los géneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Chloris* (Lasso, 2006; Flores, 2002 y Fariñas *et. al*, 1967).

Cuadro 4.10 Comparación de medias de la variable Capacidad de Germinación (CG) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos	<u>Germinación</u>				
	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
T1 Testigo	57.50 B	78.00 A	42.50 B	21.00 B	43.00 B
T2 AG3 800ppm	71.00 A	65.00 A	56.50 A	36.00 A	48.00 B
T3 AG3 1000ppm	81.25 A	75.00 A	43.00 B	37.00 A	69.50 A

Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales

En Rhodes las giberelinas causaron una mayor emergencia a mayor dosis, en el tratamiento a 1000 ppm presento la mayor germinación; 81.25 %, 23.75 unidades mayor que el testigo. Superando los tratamientos sembrados en invernadero hasta con 25.59 unidades porcentuales, debido a que en laboratorio las condiciones son óptimas y estables además de que es un ambiente controlado permitiendo a las semillas germinar en mayor porcentaje.

En los géneros *Brachiaria* y *Panicum* el comportamiento fue similar a Rhodes; debido a que en pasto Insurgente el tratamiento donde se trato la semilla con 800ppm de AG3 supero al testigo con 14%, mientras que en pasto Mulato y Guinea la semillas tratadas con 1000ppm superaron al testigo con 15 y 26.5% respectivamente.

En Buffel no hubo diferencia significativa entre tratamientos debido a que es una semilla brozosa que tiene envolturas duras y en ocasiones impermeables que no permitieron la entrada del ácido giberélico a la semilla, además de ser una semilla que presenta latencia (Seeds News, 2005).

Lo anterior se aprecia en la figura 4.5 donde interactúan las especies estudiadas.

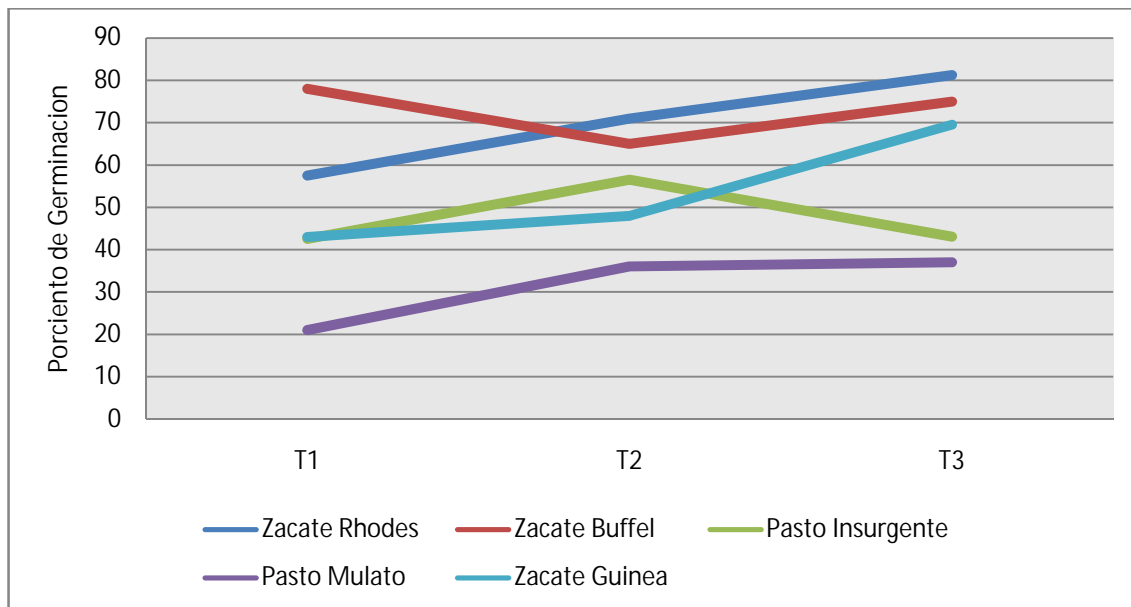


Figura 4.5 Respuesta de la variable Capacidad de Germinación (CG) bajo condiciones de laboratorio.

Índice de Velocidad de Germinación (IVG)

Hubo diferencias significativas en cuatro especies (Cuadro 4.11), se utilizó el test de Tuckey para realizar la comparación de medias.

Cuadro 4.11 Cuadrados medios y significancia de la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVG) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	0.14	0.80*	0.27*	0.57*	0.5603*
Error	0.12	0.06	0.07	0.19	0.016
CV		10.38	16.35	36.97	7.10
NS		0.0023	0.0595	0.1040	P<0.0001

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

Cuadro 4.12 Comparación de medias de la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVE) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos	<u>Germinación</u>				
	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
T1 Testigo	2.13	2.59 A	1.89 A	0.78 B	1.42 B
T2 AG3 800ppm	2.41	1.80 B	1.43 B	1.53 A	1.52 B
T3 AG3 1000ppm	2.50	2.55 A	1.45 B	1.26 AB	2.12 A

Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales

En Buffel la aplicación de GA3 a la semilla antes de la siembra no mejoro la variable, ya que el tratamiento donde se aplicaron 800 ppm de la hormona el IVG fue inferior a los otros tratamientos y donde la dosis fue de 1000 ppm igual estadísticamente al testigo, coincidiendo con lo obtenido por Manjarrez (1996) quien aplico ácido giberélico como precursor de la germinación en zacate Buffel hallando IVG's inferiores en comparación con el testigo. Mientras que para el pasto Insurgente la aplicación de GA3 a la semilla dio lugar a índices inferiores al testigo.

En Mulato y Guinea el IVG fue mayor a concentraciones de 800 y 1000 ppm de ácido giberélico respectivamente, lo anterior debido a que las giberelinas son hormonas que promueven la germinación al inducir la síntesis de novo de la enzima alfa amilasa y otras en la capa de aleurona de las semillas (Crozier et al, 2000).

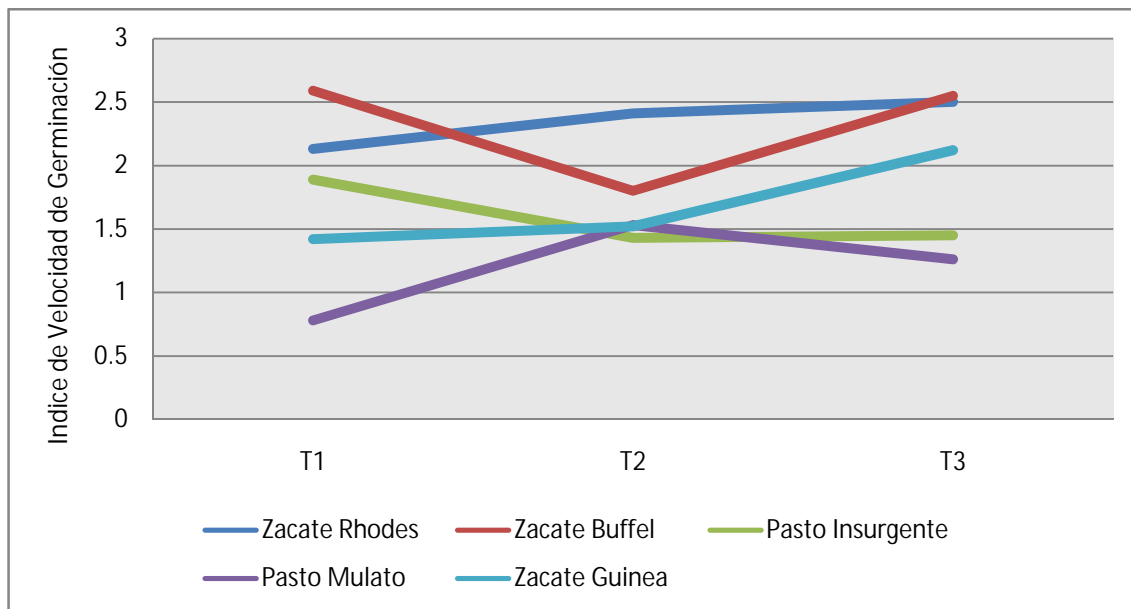


Figura 4.6 Respuesta de la variable Índice de Velocidad de Germinación (IVG) bajo condiciones de laboratorio.

Longitud de Plúmula (LP)

Para esta variable existieron diferencias significativas entre los tratamientos excepto en zacate Guinea. Como se observa en el cuadro 4.13, se llevo a cabo la comparación de medias mediante el test Tukey para determinar los tratamientos con el mayor efecto.

Cuadro 4.13 Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	0.41*	1.69*	4.06*	3.78*	1.92
Error	0.07	0.29	0.74	0.94	1.07
CV	10.88	16.17	11.11	13.91	
NS	0.0284	0.0160	0.0276	0.0572	

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

Cuadro 4.14 Comparación de medias de la variable Longitud de Plúmula (LP) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos	Longitud centímetros				
	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
T1 Testigo	2.13 B	2.28 B	6.58 B	5.85 B	5.15
T2 AG3 800ppm	2.58 AB	3.38 A	8.23 A	7.57 A	6.21
T3 AG3 1000ppm	2.75 A	3.43 A	8.41 A	7.49 A	6.45

Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales

La aplicación de giberelinas a la semilla previo a la siembra tuvo efectos significativos en cuatro especies. Revelando que el ácido giberélico influyo de manera directa en la cantidad de biomasa de las plántulas, Crozier et al (2000) menciona que estas hormonas vegetales afectan aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas como son la sustitución de la señal del fotoperiodo controlando el desarrollo de la plúmula, principalmente en algunas gramíneas.

En el cuadro 4.14 se observa que el mayor desarrollo de la plúmula fue a una concentración de 1000 ppm de AG3 en todas las especies (Figura 4.7). En Rhodes la longitud de la plúmula en el tratamiento tres fue 0.62cm mayor al testigo, mientras que en Buffel la diferencia fue de 1.15 cm, en pasto Insurgente de 1.83 cm, y en Mulato 1.64cm, lo anterior coincide con Valdez *et. al* (2006) que al trabajar en dos especies del genero *Brachiaria* encontró efecto de esta fitohormona en el incremento de la longitud de plúmula.

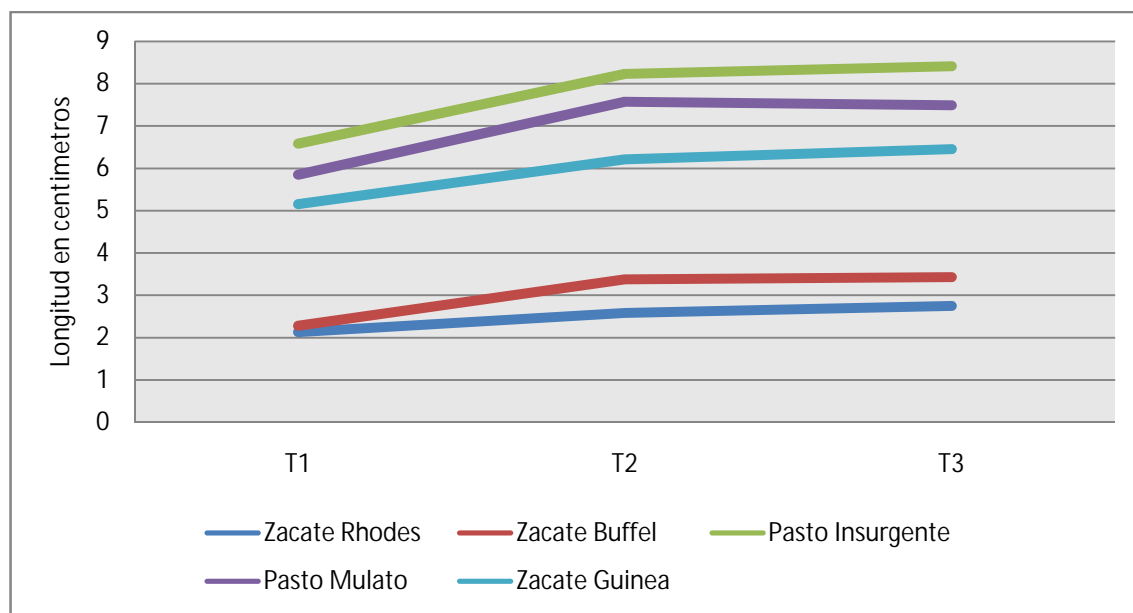


Figura 4.7 Respuesta de la variable Longitud de Plúmula (LP) bajo condiciones de laboratorio.

Longitud de radícula (LR)

En lo referente a esta variable solo tres de las especies presentaron diferencias significativas entre los tratamientos como puede observarse en el cuadro 4.15. La comparación de medias se realizó mediante el test Tukey.

Cuadro 4.15 Cuadrados medios y significancia de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio, bajo condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
Tratamientos	0.38*	0.08	5.07*	2.46*	0.36
Error	0.04	0.08	0.28	0.31	0.62
CV	17.85		17.04	15.25	
NS	0.0071		0.0008	0.0109	

*= significativo estadísticamente, CV= coeficiente de variación, NS= nivel de significancia.

En Buffel y Guinea no hubo efecto, mientras que en Rhodes, pasto Insurgente y Mulato el desarrollo radicular fue inversamente proporcional al desarrollo de la plúmula donde el testigo presentó las longitudes mayores, como se observa en el cuadro 4.16.

Cuadro 4.16 Comparación de medias de la variable Longitud de Radícula (LR) en las cinco especies en estudio bajo condiciones de laboratorio.

Tratamientos	Longitud centímetros				
	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie 5
T1 Testigo	1.42 A	1.59 A	4.28 A	4.47 A	2.57 A
T2 AG3 800ppm	1.15 AB	1.44 A	2.04 C	3.63 AB	2.12 A
T3 AG3 1000ppm	0.80 B	1.68 A	3.01 B	2.91 B	2.69 A

Medias con la misma letra entre columnas son estadísticamente iguales

Lo anterior se debe a que la adición de ácido giberélico a la semilla induce la propagación celular y la inducción de brotes de crecimiento provocando la elongación del coleoptilo (Sparks, 2000), Nambiar y Srinivasa (1987) mencionan que entre más nudos se formen la actividad en los nódulos radiculares se verá disminuida lo que nos indica que la plúmula y la radícula son 2 variables inversamente proporcionales concordando con lo encontrado en el presente trabajo. Lo anterior puede apreciarse de manera clara en la figura 4.8.

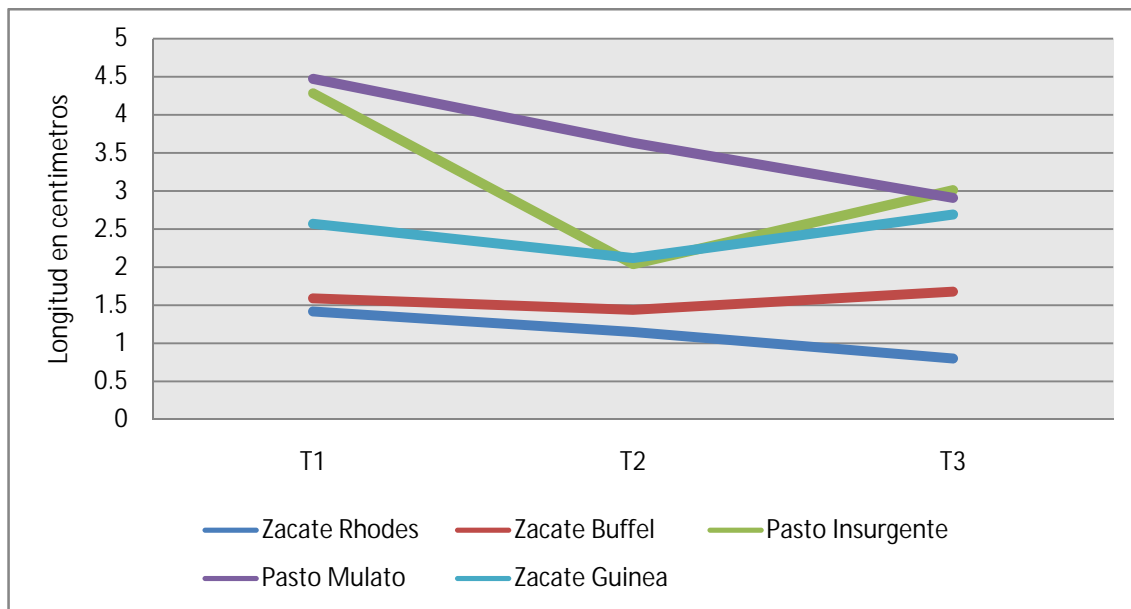


Figura 4.8 Respuesta de la variable Longitud de Radícula (LR) bajo condiciones de laboratorio.

5. CONCLUSIONES

La profundidad de siembra de las semillas es un factor determinante en el logro del establecimiento de un cultivo, y en el caso de sembrar semillas de gramíneas forrajeras, este aspecto se destaca de manera muy particular, dada sus características físicas y fisiológicas. En el presente trabajo de investigación, donde se evaluaron tres profundidades de siembra de cinco especies de gramíneas forrajeras con la combinación de tres dosis de ácido giberélico y a continuación se presentan las conclusiones de este:

- Se encontró que la profundidad de siembra afecta significativamente el vigor de las semillas de 5 especies de gramíneas forrajeras siendo la siembra a 1.5 centímetros de profundidad donde se encontraron los mayores porcentajes de emergencia lo anterior porque es la profundidad donde se encuentran las condiciones más idóneas como temperatura y humedad, mientras que ha profundidades mas someras principalmente la humedad se pierde más rápido no permitiendo que las semillas terminen el proceso de germinación o simplemente las plántulas no tienen las posibilidades de anclarse de manera adecuada, mientras que ha profundidades mayores la capacidad de germinación se ve reducida por que la plúmula no alcanza la superficie agotando las reservas de las semillas antes.

- La profundidad de siembra también determina la velocidad de emergencia de las plántulas siendo este, el índice de velocidad de emergencia mayor a menor profundidad mientras que a mayor la velocidad se ve significativamente reducida.
- Las mejores longitudes de plúmula se encontraron principalmente en la profundidad a 1.5 cm excepto en el zacate Rhodes donde la plúmula redujo su longitud a mayores profundidades de siembra, la longitud de la plúmula se vio reducida a profundidades de 2.5 cm de profundidad.
- La profundidad de siembra determino el desarrollo radicular de las especies encontrándose las mayores longitudes de esta estructura en la profundidad de 1.5cm para todas las especies excepto el zacate Rhodes donde fue la profundidad de 0.5 cm donde se obtuvo la mayor longitud radicular.
- El ácido giberélico y la profundidad de siembra fueron factores que actuaron de manera independiente ya que la interacción existente entre los tratamientos de las especies fue mínimo y poco significativo, de igual forma la aplicación de ácido giberélico si mejoro la capacidad de emergencia y no así para el índice de velocidad de emergencia.

La longitud de plúmula y de radícula fueron variables inversamente proporcionales entre ellas por lo que mientras la primera variable aumento la segunda se vio disminuida.

Se acepta la hipótesis ya que se demostró que la profundidad de siembra afecta significativamente la emergencia y el vigor de cinco especies de gramíneas forrajeras, además el uso de ácido giberélico mejoro los porcentajes de emergencia lo que indica que si elimina un cierto grado de latencia.

6. RESUMEN

En las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados, se hace aún más necesaria la producción agrícola en forma eficiente y competitiva, considerando el uso de prácticas inadecuadas como es la siembra de la cual se carece de suficiente información que permita establecer una pradera capaz de dar los rendimientos esperados, Tal es el caso de de sembrar y no considerar la profundidad provocando un tapado excesivo o ineficiente de la semilla. Por lo anterior se realizó una investigación con la finalidad de determinar la profundidad óptima de siembra en cinco especies de gramíneas forrajeras: *Chloris gayana* (zacate Rhodes), *Cenchrus ciliaris* (zacate Buffel), *Brachiaria brizanta* (pasto Insurgente), *Brachiaria hibrido cv Mulato* (pasto Mulato) y *Panicum máximum var Tanzania* (zacate Guinea). El presente se realizó en el Laboratorio de análisis de semillas e invernadero número ocho de la UAAAN. Se evaluó el vigor de las especies, en laboratorio usando dos concentraciones de AG3 y en invernadero, se evaluaron tres profundidades de siembra: 0.5 cm, 1.5 cm y 2.5 cm, con dos concentraciones de ácido giberélico y un testigo. El experimento en laboratorio se evaluó mediante un diseño completamente al azar, mientras que para los datos del invernadero se utilizó un completamente al azar con arreglo factorial. Las variables evaluadas en laboratorio fueron: capacidad de germinación (CG), índice de velocidad de germinación (IVE), longitud de

plúmula (LP) y longitud de radícula (LR). En invernadero: capacidad de emergencia (CE), índice de velocidad de emergencia (IVE), longitud de plúmula (LP) y longitud

de radícula (LR). Los resultados obtenidos para la variable capacidad de emergencia (CE) tuvieron diferencia significativas, la profundidad de siembra tuvo mejores resultados en las semillas sembradas a 1.5 cm de profundidad para todas las especies al existir porcentajes de emergencia de 42 a 48% excepto para Buffel debido a que es una semilla brozosa, en la concentración de GA3 la emergencia se vio reducida al aplicar GA3 en la mayoría de las especies, las mejores combinaciones de tratamientos fueron: para Rhodes la siembra a 1.5 cm con 1000 ppm de GA3, en Buffel, Insurgente y Mulato funcionaron las profundidades 1 y 2 (0.5 y 1.5cm respectivamente) sin aplicación de GA's, y en pasto Guinea la mejor respuesta fue a una profundidad de 1.5 con 800 ppm de ácido giberélico. Para la variable IVE: En el factor profundidad de siembra hubo diferencias significativas con tendencias diferentes entre especies siendo el mayor índice en Rhodes, donde este fue en la profundidad uno, en Buffel e Insurgente el índice disminuyo a mayor profundidad de siembra y en Mulato y Guinea fue inverso. El AG3 disminuyo el índice a mayor concentración , excepto en Rhodes que fue al revés y en Guinea donde no hubo diferencia significativa, en las combinaciones de factores en Rhodes el mayor índice fue a profundidades de 0.5 cm con la aplicación de AG3 a 1000 ppm, en Buffel los mejores índice fue donde no se aplicaron GA's, el pasto Insurgente tuvo mayor índice en la concentración dos y 1000 ppm de AG3, en el pasto Mulato esta variable fue mayor en las combinaciones donde las profundidades de siembra fueron de 0.5 cm y en el pasto Guinea la diferencia fue menor. Para la variable LP en invernadero

se encontró que a mayor profundidad de siembra la longitud de la plúmula fue mayor, y en cuanto a concentración de ácido giberélico esta solo tuvo significancia en Rhodes y pasto Insurgente donde a mayor concentración mayor fue la longitud. Para LR en invernadero el desarrollo fue inversamente proporcional al desarrollo de la plúmula. En el experimento dos (laboratorio): la CG fue mejor en las concentraciones a 800 ppm de AG3 en el pasto Insurgente y a 1000 ppm en Rhodes, Mulato y Guinea, mientras que para Buffel no hubo diferencia significativa. El IVG, fue mayor en el testigo en Buffel y pasto insurgente, de igual forma para Buffel y Guinea hubo buena velocidad al aplicar 1000 ppm de AG3, en Mulato el mejor índice fue en el tratamiento dos (800 ppm), mientras que para el zacate Rhodes no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Lo correspondiente a la variable LP en laboratorio la concentración de ácido giberélico determinó su longitud siendo mayor a mayor concentración de AG3 mientras que el desarrollo de la plúmula fue inversamente proporcional. Se concluye que la profundidad de siembra de las semillas es un factor determinante en el logro del establecimiento de un cultivo de gramíneas forrajeras, encontrando que esta afecta significativamente el vigor, siendo la siembra a 1.5 cm de profundidad donde se encontraron los mayores porcentajes de emergencia la profundidad de siembra también determina en IVE siendo este mayor a menores profundidades, de igual forma la profundidad determinó el desarrollo de la plúmula y la radícula donde la primera tuvo un efecto significativo a 1.5 cm de profundidad mientras que a profundidades de 2.5 cm su crecimiento se afectó, en

la radícula el comportamiento fue inversamente proporcional al desarrollo de la plúmula. El ácido giberélico y la profundidad de siembra fueron factores que actuaron de manera independiente ya que la interacción existente entre los tratamientos de las especies fue mínimo y poco significativo, de igual forma la aplicación de ácido giberélico si mejoro la capacidad de emergencia y no así para el índice de velocidad de emergencia.

7. LITERATURA CITADA

- Andresen, E. 1999, Seed Dispersal by Monkeys and the Fate of Dispersed Seeds in a Peruvian Rain Forest, *Biotropica*, vol 31 (1), pp 145-158.
- Argel, P.J. 1983. Como producir semilla de *Andropogon gayanus*. Pastos tropicales. Boletín Informativo. Cali, Colombia 5(2): 1:4.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32. Association of Official Seed Analysts
- Barros, W. M. 2003. Pruebas de Vigor en Semillas de Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) y su Correlación con la Emergencia. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Dpto. de Ciencias Vegetales.
- Bieto J.A. y Talon M. 1993, Fisiología y Bioquímica Vegetal, Interamericana McGraw-Hill de España, Getafe (Madrid.), pp. 381-392
- Bolich, P. and R. Dunand, 1999. Giberrellic acid use in stale seed bed rice production, In: J., Hook (Ed), Proceeding of 22nd Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Tifton, G.A. 6-8 July 1999, Georgia, Agriculture Experiment Station Special Publication 95, Athens, GA, 1-6 p.

- Borrajo, C.I. 2008, Nuevas variedades de gramíneas subtropicales, Implantación y crecimiento en 1 año, estación experimental Agropecuaria Mercedes- Centro regional Corriente, INTA.
- Buol, S.W. 1994. Environmental consequences: Soils. En *Changes in land use and land cover: A global perspective (eds Meyer, W.B. y Turner, B.L.), pp. 211-229*, Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Carambula, M. 1984, Producción de Semillas de Plantas Forrajeras, Editorial agropecuaria Hemisferio Sur, Montevideo Uruguay.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. Elementos esenciales para un éxito de un programa de semillas. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. p 7-9
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT). 1994. Semana de la semilla de Maíz de CIMMYT. El Batán, México. Junio, 6-10
- Chávez, A.J.L. 1993 Mejoramiento de plantas 1, ed Trillas, 2da reimpresión, México D.F.
- Copeland, L.O. 1976 Principles of seed Science and Technology, Department of crop and soil Sciences Michigan State University, United States of America.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2da. De. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. USA

- Craviotto, R.M.; Fared, M.; Montero, M. 1995. Prueba topográfica por tetrazolio: patrones para la especie soja. Oliveros: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 20 pp.
- Croizer, A, Y. Kamiya, G. Bishop and T. Yokata, 2000, Biosynthesis of Hormones and elicitor molecule, In: B. Buchanan, W. Gruissem and R. Jones, American Society of Plant Physiologist, Rockville, Maryland, EEUU, 850-929 p.
- Delouche, C.J. 2005, calidad y desempeño de la semilla. Revista SEEDNEWS en línea en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed95/artigocapa95_esp.shtml
- Delouche, J.C. 2002, Germination deterioro y vigor de semillas, Revista Seed News, Tema central de noviembre/diciembre, v.6 n.6.
- Delouche, J.C. 1985. Physiological seed quality. In: Proceedings 1985 Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Mississippi. United States of America. Volume 27. P.51-59.
- Dirzo, R. y Dominguez, C.A. 1986, Seed Shadows, Seed Predation and the Advantages of Dispersal, En Estrada, A y T.H. Fleming (eds), Fugivores and Seed dispersal. Dr W. Junk Publishers Dordrecht, pp 237-249.
- Ede, R. 1970. Producción de semillas pratenses. Manual de técnica agropecuaria. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p 159.
- Evans, R.T. 1976, The establishment and management of tropical pastures for beef production, memoria del seminario internacional de ganaderia tropical, pp 56-62.

- Faria, J.M. 2005, Establecimiento de pasturas, Boletín Informativo, Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía, Posgrado de producción animal, Maracaibo Venezuela.
- Fariñas, M.J. Sanabria, V.D. y R. Silva-Acuña 1967, Escarificación química de semillas de tres especies de Centrosema para sabanas bien drenadas, Zootecnia Tropical, Vol. 15 (2): 221-237 p.
- Febles, G. 1975, Factores que Afectan la Germinación, II, Factores ocurrentes en el momento o después de siembra, Rev. Cub. Cienc. Agric. 9:197-207.
- Ferguson, J.B. 1979, Sistemas de Producción de Pastos en América Latina, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p 1-385.
- Ferguson. J.E. y Sánchez, M. 1986. El control integrado de malezas en la producción de semillas forrajeras. II Curso intensivo sobre producción de semillas de pastos tropicales, octubre 6 – noviembre 7. CIAT. Cali, Colombia. p 21.
- Flores, N,Z, 2002, La tecnología de semillas forrajeras en Venezuela 1, Selección de especies y latencia, INIA-CENIAP, Maracay Venezuela, In:
<http://www.ceniap.gob//>
- Garay E., A. 1989. La calidad de la semilla y sus componentes. Primer curso Avanzado sobre Sistemas de Semillas para Pequeños Agricultores CIAT. Mayo 15 – Junio 23. Cali, Colombia.
- García de M.E. 1986. Climatología. 5 ed. UNAM. México. P.155

- García, B.F.S. 2008 Germinación de Semillas, Parte III, Tema 17, Universidad Politécnica de Valencia, Botánica, Unidad Docente de ETSMRE, Valencia España.
- Gómez, C.S. Avendaño, L.A. Martínez, R.J. Sandoval I.E. Padilla G.M., Arellano R.J. y Cruz A.M. 2004, Un promotor de germinación de origen homeopático para semilla de zanahoria, Avances de la investigación científica en el CUCBA, XV Semana de Investigación Científica.
- González, S.A. 1988, Medición de la producción y calidad de semillas de zacate Buffel Biloela con adición de fertilizante en la región sur de Jalisco, Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario, Aguascalientes, México, p 1-67.
- Gould, F. 1968 Grass systematics. McGraw-Hill Book Company. New York
- Hampton, J. G. 2001. Que Significa Calidad de Semillas. New Zealand Seed Technology Institute - P O Box 84. Lincoln University Canterbury - New Zealand. SEED News.
- Harper, J. 1977. Population Biology of Plants, Academic Press, London.
- Hartmann, H. y D. Kester, 1988, Propagación de plantas, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México D.F. p 760

- Herrera, H. Y. 2001. Las gramíneas de Durango, CIIDIR, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Durango, Dgo. p 478.
- Hill, M.J., 1980. Temperate pasture grass-seed crops: Formation Factors. *In seed* production. Edit. P.D. Hebblethwaite. pp. 137-49. Butterworths. Londres.
- Humphreys, L.R. 1977. Producción de semillas praterenses tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma, Italia. p 112.
- Humphreys, L.R. 1980, Tropical Pasture and Fodder Crop Longman Group, Limited, London, p 135.
- Humphreys, L.R. y Riveros F. 1986, Seed production of tropical pastures. FAO, Roma, p. 1-118.
- Huss, D. y Aguirre E. 1983, Fundamentos de Manejo de Pastizales, ITESM, Monterrey, N.L. México, pp 181-182.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1985. Internacional Rules for Seed Testing. Seed Sci. and Tech. 4: 1-177. The Netherlands.
- J.M.P 5.0.1a, 1996, A BUSINESS UNIT OF SAS Copyright © 1989 - 2002 SAS Institute Inc. All rights reserved.
- Lasso, G.T. 2006, Escarificación de semillas de gramíneas forrajeras un ambiente de aprendizaje en el tema prueba de hipótesis semestre 2006-A, Avances en la

investigación científica en el CUCBA, XVII semana de la investigación científica, Zapopan, Jalisco, México.

López, R.G.F. 1992, Gramíneas, Apoyos académicos, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Difusión Cultural, México, México.

Lorenz K. Y R.Lal 2005, The depth distribution of soil Organic carbon in relation to land use and management and the potencial of carbon sequestration in subsoil horizons *Advances in Agronomy*, 88:35-66.

Maquire J., D. 1962. Speed of germination: Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. Vol 2. 176-177. USA.

Manjarrez, S.M. 1996, La escarificación de semillas como medio de romper latencia en especies de gramíneas forrajeras tropicales, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

McRoll. R.J. 1976. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Edit LIMUSA. México, D.F. p 60-61.

Moreno, M. E. 1996. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Nambiar P.T.C. and B. Srinivasa Rao (1987). Effect of Sowing Depth on Nodulation, Nitrogen Fixation, Root and Hypocotyl Growth, and Yield in Groundnut (*Arachis hypogaea*). *Experimental Agriculture*, **23** , pp 283-291
doi:10.1017/S0014479700017166

- Nava P.L. 2006, Diseño de Experimentos, Diseño Factorial, Mérida, 5101, Venezuela, Oficina:
FACES, Núcleo la Liria, Escuela de Estadística, Edif. F, Piso 2, Ofic. 266, Mérida, 5101,
Venezuela.
- Novo, L.A. 2008, Morfología general de las gramíneas, Escuela Universitaria de
Ingeniería, Técnica forestal. Universidad de Vigo, España.
- Pérez, G.F. y Marinez-Laborde J.B. 1994, Introducción a la Fisiología Vegetal, Ed
Mundi Prensa, Madrid España
- Perissé, P. 2002, Semillas, Un punto de vista agronómico. Última actualización marzo
del 2007. En línea en:
- Peske Otero, Citado por AHM 2004, Índice de velocidad de emergencia, Factores
bióticos y abióticos en:
[http://agroingeniero.blogspot.com/search/label/FACTORES%20ABIOTICOS
S%20BIOTICOS](http://agroingeniero.blogspot.com/search/label/FACTORES%20ABIOTICOS%20BIOTICOS)
- Pill W., G. 1981. Fluid sowing of tomato seed influence of phosphorus additions to five
gel. Vol. 6:1.38-49. USA.
- Prakash, S.C. 2001, The genetically modified crop debate in the contest of agricultural
evolution, Plant Physiology, 126: 8-15.
- Quero, C. A., Eguiarte, V.J. y Jiménez, G.R. 1986, Adaptación y producción de pastos
tropicales en la costa del pacífico, En: Memorias del curso de actualización
sobre producción de forraje en la costa el pacífico, Campo experimental

pecuario “El Macho”, Coordinación Regional Pacifico Norte, Área Pecuaria, Acaponeta Nayarit, México, pp. 1-26.

Robledo, A., 1991. Las explotaciones de cereal-ovino en el N. O. de Murcia: balance de recursos forrajeros y perspectivas de futuro. En: XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P., 139-162. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia.

Ruiz, M. A., Pérez M. A., Argüello J. A., Romero N. A. y Babinec F. J. (2002). Calidad Fisiológica de semillas de Cebadilla Chaqueña (*BromusAuleticus Trin*) con distintos estados de madurez. Boletín 79. Capitulo 2. INTA. Estación Experimental Anguil.

Russi, L.; Cocks, P. S.; ROBERTS, E.H., 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, 29, 772-778.

Seed News, 2005, Dormancia de semillas, *Revista Internacional de Semillas*: 1-4, In: <http://www.seednews.//>

Serrato C. V. 1994-1995 Manuel de procedimientos de control de campo, en la producción de semilla de maíz. Vol. I. Consultoría en tecnología de semillas.

Sparks, D.L. 2000, *Advances in Agronomy*, Department of plant and Soil Sciences, University of Delaware Network, Delaware, Volume 68 Academic Press

Terborgh, J. 1986, Community aspects of Frugivory in Tropical Forest, En: Estrada. A y T.H. Fleming (eds) Frugivores and seed dispersal, Netherlands: Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, p 371-384.

Terenti, O. 2004, Calidad de semilla, lo que implica y como evaluarla, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental San Luis. Copyright 2002 - 2006. INTA EEA San Luis - CC 17 - (5730) V. Mercedes - San Luis, Argentina. En línea en:
http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal_semillas.htm

Valdes, O.A., Erasmo Ñ.R., Víctor Z.V, Leopoldo A.G. y Federico F.P. 2006
Temperaturas estimulantes en la germinación en semilla de dos gramíneas forrajeras tropicales, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Valdez, O.A. 2004, Producción de Semillas de Especies Forrajeras, Unidad de coordinación y vinculación estatal en Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

Wang, B.C. y Smith, T.B., 2002. Closing the seed dispersal loop. Trends in Ecology and Evolution, 17, 379-385.

Wikipedia, 2008. Germinación. Wikipedia® es una marca registrada de la organización sin ánimo de lucro [Wikimedia Foundation, Inc.](http://www.wikimediafoundation.org/) En;
<http://es.wikipedia.org/wiki/Germinaci%C3%B3n>