

1131

1131
cop. 3

~~BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE~~
BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACION DEL PASTO
BRACHIARIA (Brachiaria decumbens Stapf)

T E S I S

PRESENTADA AL PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS UNIVERSIDAD
NACIONAL - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (UN-ICA)

P O R

NESTOR ARCADIO RAMOS GONZALEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO
DE MAGISTER SCIENTIAE

BOGOTA, COLOMBIA

1975

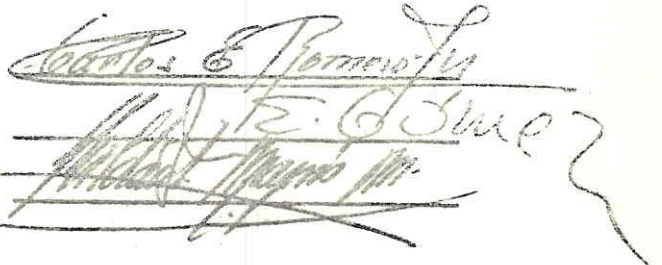
TESIS APROBADA POR :

COMITE CONSEJERO

CARLOS E. ROMERO M. M.S.

JOSE ELIECER GOMEZ M.S.

GILDARDO MARIN M.S.



Handwritten signatures of the committee members, including Carlos E. Romero M., Jose Eliecer Gomez, and Gildardo Marin, with horizontal lines drawn through them.

EL PRESIDENTE DE TESIS Y EL CONSEJO EXAMINADOR DE GRADO NO SERAN
RESPONSABLES DE LAS IDEAS EMITIDAS POR EL CANDIDATO

(Artículo 217 de los estatutos de la Universidad Nacional).

A MI ESPOSA MABEL CECILIA
Y MIS HIJAS DIANA PATRICIA
Y LINA MARIA

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos:

- Al Dr. Carlos E. Romero M. por su invaluable guía y amistad brindada durante el período de mi post-grado.
- A mi profesor y amigo Dr. Guillermo Riveros R.
- Al Director del Programa de Fisiología Vegetal, Dr. Saúl E. Camacho por su colaboración.
- A la Sra. María del Carmen Merchán de Correal por su colaboración y ayuda durante la elaboración de este trabajo.
- Al Dr. Orlando Martínez del Programa de Biometría del ICA.
- A la Escuela de Postgraduados de la Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario (UN-ICA) por la enseñanza y facilidades brindadas.
- A mi esposa Mabel Cecilia y a mis hijas Diana Patricia y Lina María por su constante ayuda y comprensión durante este período.
- Finalmente a todas aquellas personas, y en especial al Sr. Rudi - Stain, que en una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION	1
EXPERIMENTO 1.	
Efecto del almacenamiento y escarificación de las semillas de pasto brachiaria (<u>Brachiaria decumbens</u> Stapf) sobre su germinación cuando proceden de diferentes lotes...	3
EXPERIMENTO 2.	
Efecto de la profundidad de siembra y escarificación de semillas de pasto brachiaria sobre su germinación y desarrollo.....	23
EXPERIMENTO 3.	
Efecto del ácido giberélico sobre la germinación del <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf.....	32
EXPERIMENTO 4.	
Efecto del KNO ₃ sobre la germinación de semillas de (<u>Brachiaria decumbens</u> Stapf).....	42
EXPERIMENTO 5.	
Efecto de la aplicación exógena de inhibidores y estimuladores del crecimiento, sobre la germinación de semillas de brachiaria (<u>Brachiaria decumbens</u> Stapf).....	48
EXPERIMENTO 6.	
Influencia de la luz roja sobre la germinación de la semilla de pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf.....	64
EXPERIMENTO 7.	
Efectos de luz y temperatura sobre la germinación de semillas de Brachiaria (<u>Brachiaria decumbens</u> Stapf).....	76
CONCLUSIONES	92
RESUMEN	94

	PAG
SUMMARY	96
BIBLIOGRAFIA	98
APENDICE	104

LISTA DE FIGURAS

	PAG
FIGURA 1. Efecto del almacenamiento de las semillas sin escarificar del pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf sobre su germinación y peso seco.....	12
FIGURA 2. Efecto de la edad, época de cosecha (plantas jóvenes cosecha de Octubre y cosecha de Noviembre, plantas viejas cosecha de Agosto, septiembre) y almacenamiento de las semillas de pasto <u>Brachiaria decumbens</u> - Stapf sobre su germinación	14
FIGURA 3. Efecto del almacenamiento, de semillas de pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf procedentes de diferentes cosechas y tiempos de escarificación en ácido sulfúrico, sobre su germinación.....	17
FIGURA 4. Efecto de la escarificación y almacenamiento de la semilla de pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf ya escarificada sobre: a) germinación, b) peso seco. Lote 1 cosecha Julio, lote 2, cosecha Agosto y Septiembre..	21
FIGURA 5. Efecto de la escarificación y no escarificación de las semillas de pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf sobre: a) el crecimiento y b) peso seco, de la parte aérea y raíz de las plántulas.....	27

FIGURA 6.	Efecto de la profundidad de siembra de semillas de - pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf escarificadas y no- escarificadas sobre la germinación y peso seco.....	30
FIGURA 7.	Efecto de las diferentes dosis de G.A ₃ y horas de - contacto de las semillas escarificadas y no escarifi- cadas del pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf, sobre su germinación	36
FIGURA 8	Efecto de las diferentes concentraciones del ácido - giberélico sobre la germinación de las semillas del- pasto <u>Brachiaria decumbens</u> Stapf. a) y b) no escari- ficada y escarificada de los cortes de octubre y no- viembre; c) Curva de respuesta de la germinación de- las semillas escarificadas y no escarificadas a un - amplio rango de concentraciones de G.A ₃	40
FIGURA 9.	Efecto de las diferentes dosis de KNO ₃ y horas de - contacto de las semillas de pasto <u>Brachiaria decum-</u> <u>bens</u> Stapf, sobre su germinación	44
FIGURA 10.	Efecto de las diferentes dosis de KNO ₃ y horas de - contacto de las semillas de pasto <u>Brachiaria decum-</u> <u>bens</u> Stapf, sobre el peso seco por plántula.....	46

FIGURA 11. Efecto de varios reguladores de crecimiento aplicados a diferentes dosis sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas de pasto Brachiaria decumbens Stapf..... 55

FIGURA 12. Efecto sobre la germinación de los diferentes tiempos de exposición de las semillas escarificadas y no escarificadas del pasto Brachiaria decumbens - Stapf, a la luz roja..... 69

FIGURA 13. Efecto del tiempo de irradiación con luz roja sobre la germinación del pasto Brachiaria decumbens Stapf 72

FIGURA 14. Efecto sobre la germinación de las semillas de pasto Brachiaria decumbens Stapf no imbibidas e irradiadas con luz roja..... 74

FIGURA 15. Efecto de los tratamientos de luz sobre la germinación de semillas del pasto Brachiaria decumbens Stapf escarificadas y no escarificadas..... 86

FIGURA 16. Efecto de los tratamientos de luz y temperatura sobre la germinación de las semillas escarificadas y no escarificadas del pasto Brachiaria decumbens -- Stapf..... 90

LISTA DE TABLAS

	PAG
TABLA 1. Procedencia de las semillas que sirvieron para las pruebas de germinación en los diferentes experimentos.....	9
TABLA 2. Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria, procedentes de diferentes cortes.....	18
TABLA 3. Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico sobre el peso seco por plántula de pasto brachiaria procedente de diferentes cortes.....	20
TABLA 4. Efecto de la escarificación de las semillas y profundidad de siembra sobre el crecimiento y peso seco de la parte aérea y subterránea del pasto brachiaria.....	29
TABLA 5. Efecto de varios reguladores de crecimiento aplicados en diferentes dosis sobre la germinación y peso seco de pasto Brachiaria (promedio de 3 repeticiones de semillas no escarificadas y escarificadas.....	57
TABLA 6. Efecto de las diferentes dosis de productos químicos sobre la germinación y peso seco de semillas de brachiaria escarificadas y no escarificadas.....	58
TABLA 7. Efecto de la aplicación de productos químicos sobre la germinación de la semilla de pasto brachiaria cuando éstas se han imbibido 16 y 25 horas en las diferentes soluciones.....	60

TABLA 8.	Efecto de la aplicación de productos químicos sobre el peso seco de las plántulas de pasto brachiaria cuando se han imbibido 16 y 25 horas en las diferentes soluciones.....	61
TABLA 9.	Efecto de la luz roja sobre la germinación de semilla de brachiaria no escarificada y escarificada.....	71
TABLA 10	Efecto de la irradiación con luz roja sobre la germinación de la semilla no imbibida escarificada y no escarificada de diferentes procedencias.....	75
TABLA 11	Efecto de las temperaturas de imbibición sobre la germinación y peso seco de las plántulas procedentes de semillas no escarificadas y escarificadas de pasto brachiaria.....	82
TABLA 12.	Efecto de las temperaturas y tiempos de imbibición sobre la germinación y peso seco de las plántulas de pasto brachiaria.....	82
TABLA 13	Efecto del tiempo de imbibición sobre el promedio general de germinación y peso seco.....	83
TABLA 14	Efecto de las temperaturas de imbibición sobre el promedio general de germinación y peso seco.....	83

TABLA 15.	Efecto de los tratamientos de luz sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria escarificadas y no escarificadas cuando ellas proceden de dos cosechas diferentes.....	85
TABLA 16.	Efecto de los tratamientos de luz y procedencia sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria..	85
TABLA 17.	Efecto de los tratamientos de luz y escarificación sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria	83
TABLA 18.	Efecto general de los tratamientos de luz sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria.....	88
TABLA 19.	Efecto de los tratamientos de luz y temperatura sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria escarificada y no escarificada.....	89
TABLA 20.	Efecto del almacenamiento sobre la germinación y peso seco de las plántulas de pasto brachiaria, procedentes de semillas no escarificadas.....	105
TABLA 21.	Efecto de la procedencia y almacenamiento, sobre la germinación de las semillas no escarificadas del pasto brachiaria.....	106
TABLA 22.	Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico, sobre la germinación de semilla de pasto brachiaria procedente de diferentes cortes.....	107

TABLA 23.	Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico sobre el peso seco por plántula de pasto brachiaria procedente de diferentes cortes.....	108
TABLA 24.	Efecto de la escarificación y almacenamiento de la semilla de pasto brachiaria escarificada, sobre su germinación.....	109
TABLA 25.	Efecto de las diferentes dosis y horas de contacto del ácido giberélico sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas del pasto brachiaria	110
TABLA 26.	Efecto de las diferentes dosis del ácido giberélico sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas del pasto brachiaria cuando procede de diferentes cosechas.....	111
TABLA 27.	Efecto de las diferentes dosis y horas de contacto del KNO_3 sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas del pasto brachiaria.....	112
TABLA 28.	Efecto de las diferentes dosis y horas de contacto del KNO_3 sobre el peso seco de las plántulas del pasto brachiaria, procedente de semillas escarificadas y no escarificadas.....	113

TABLA 29.	Efecto de varios reguladores de crecimiento aplicados en diferentes dosis sobre la germinación de las semillas del pasto brachiaria.....	114
TABLA 30.	Efecto de varios reguladores de crecimiento aplicados en diferentes dosis sobre el peso seco de las plántulas del pasto brachiaria.....	115
TABLA 31.	Efecto de la aplicación de productos químicos sobre la germinación de la semilla de pasto brachiaria, cuando éstas se han imbibido 16 y 25 horas en diferentes soluciones.....	116
TABLA 32.	Efecto de la aplicación de productos químicos sobre el peso seco de las plántulas del pasto brachiaria, cuando las semillas se han imbibido 16 y 25 horas en las diferentes soluciones.....	117
TABLA 33.	Efecto de la luz roja sobre la germinación de semillas no escarificadas y escarificadas del pasto brachiaria.	118
TABLA 34.	Efecto de la erradicación con luz roja sobre la germinación de la semilla no imbibida escarificadas y no escarificadas de diferentes procedencias.....	119
TABLA 35.	Efecto de las temperaturas de imbibición sobre la germinación de las semillas escarificadas y no escarificadas del pasto brachiaria.....	120

TABLA 36.	Efecto de las temperaturas de imbibición sobre el peso seco de las plántulas del pasto brachiaria procedentes de semillas no escarificadas y escarificadas.	121
TABLA 37.	Efecto de tratamiento de luz sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas del pasto brachiaria, cuando ellas proceden de dos cosechas diferentes.....	122
TABLA 38.	Efecto de la escarificación de las semillas y profundidad de siembra sobre el crecimiento de la parte aérea del pasto brachiaria.....	123
TABLA 39.	Efecto de la escarificación de las semillas y profundidad de siembra sobre el crecimiento de la parte subterránea del pasto brachiaria.....	124
TABLA 40.	Efecto de la escarificación de las semillas y profundidad de siembra sobre el peso seco de la parte aérea de las plántulas del pasto brachiaria.....	125
TABLA 41.	Efecto de la escarificación de las semillas y profundidad de siembra sobre el peso seco de la parte subterránea de las plántulas del pasto brachiaria.....	126

TABLA 42. Efecto de la profundidad de siembra de semilla <u>escari</u> ficada y no <u>escarificada</u> del pasto <u>brachiaria</u> sobre su germinación.....	127
TABLA 43. Efecto de la profundidad de siembra de semilla <u>escari</u> ficada y no <u>escarificada</u> sobre el peso seco de las - plántulas del pasto <u>brachiaria</u>	128

INTRODUCCION

Una de las áreas más importantes del país para la cría de ganado vacuno y producción de carne es la de los Llanos Orientales. Esta región contiene solamente un 2% de la población colombiana y abarca aproximadamente la mitad del territorio del país, ó sea alrededor de 570.000 kilómetros cuadrados. Sin embargo, en muchas de sus áreas se desarrollan pastos nativos que tienen poco valor alimenticio y que sólo pueden mantener una proporción de una cabeza por cada 5 hectáreas. En esta forma, uno de los problemas que afrontan los ganaderos es la baja producción por unidad de área.

Con el fin de elevar la capacidad de carga de los potreros se ha venido mejorando las sabanas estableciendo pastos, como gordura (Melinis minutiflora Bean), puntero (Hyparrhenia rufa Nees Stapf) y brachiaria (Brachiaria decumbens Stapf) con buenos resultados. El último de ellos es el que mejor comportamiento ha mostrado, por las siguientes ventajas: a) Es muy invasor y ejerce una buena competencia con las malezas; b) Se recupera fácilmente después de las quemas, aún en períodos secos; c) Sostiene un mayor número de animales por área de superficie (3.3 animales/ha en pastoreo rotacional y 2-animales/ha en pastoreo continuo); d) Es tolerante a la baja fertilidad de los suelos y e) Es muy resistente a la sequía.

La propagación y establecimiento de Brachiaria se hace comunmente usando partes vegetativas, debido a la baja germinación de las semillas (2-3%), lo que requiere el uso de gran cantidad de ella por hectárea. Sin embargo, a pesar de los problemas que representa su propagación, su uso, es para el ganadero una buena inversión para reemplazar los pastos nativos.

En estudios previos realizados por el autor se observó que la semilla de Brachiaria posee un período de latencia durante la cual la baja germinación es debida a condiciones propias de la semilla, tales como el impedimento u obstáculo físico ó mecánico que sobre los procesos iniciales de germinación imponen los tegumentos duros y lignificados en el exterior de la semilla. Se determinó que la madurez fisiológica de las semillas es de 16 a 20 días después de la antesis. Por otra parte, se demostró que ciertas prácticas de manejo durante y después de la cosecha podrían mejorar la germinación de semillas de Brachiaria. Para profundizar en el conocimiento de las causas de la baja germinación de las semillas del pasto brachiaria se diseñaron experimentos de almacenamiento, escarificación, aplicación de hormonas y otros productos químicos, tratamientos de luz y temperatura y combinación de algunos de ellos.

EXPERIMENTO 1.

Efecto del almacenamiento y escarificación de las semillas de pasto -
brachiaria (Brachiaria decumbens Stapf) sobre su germinación cuando -
proceden de diferentes lotes.

Revisión de Literatura:

Muchas semillas recién cosechadas no germinan, aún bajo condiciones -
adecuadas y en otros casos requieren tiempo para germinar. El tiempo que de -
be transcurrir varía para las diferentes especies y puede ser de unos días -
hasta más de un año. Este fenómeno es aprovechado, con el fin de poder alma -
cenarlas, por determinados períodos sin que sufran ningún deterioro. Sin em -
bargo, durante el almacenamiento es posible que ocurran una serie de cambios
anatómicos, morfológicos y fisiológicos que acondicionan la semilla para su
germinación. Así Mayer y Poljakoff-Mayber (1963) afirmaron que la composición
de las sustancias presentes en la semilla durante el almacenamiento se alte -
ran, la permeabilidad de la cobertura cambia y pueden aparecer sustancias -
promotoras de la germinación, disminuyéndose los inhibidores de crecimiento.
Por eso, es difícil pronosticar la ocurrencia de un evento definido y especí -
fico durante la latencia, ya que es más bien una interacción de varios proce -
sos.

La mayoría de las semillas de pastos presentan diferentes períodos de
latencia. Alarcón, Lotero y Escobar (1969) indicaron que las semillas recién
cosechadas de puntero (Hyparrhenia rufa), guinea (Panicum maximum) y angle -
ton (Dichanthium aristatum) no germinan ó lo hacen en mínima cantidad. Con -
el almacenamiento, los autores mencionados lograron incrementarla obteniendo
un (38%) para el puntero a los 130 días, (10.4%) para el guinea a los 160 -
días y (56.6%) para el angleton a los 219 días.

Grof (1968) y Ching (1954) mostraron resultados similares con trébol - reygrass, encontrando que bajo condiciones adecuadas de almacenamiento (bajo contenido de humedad de la semilla, de un 6 a 8% y temperaturas altas) se mantuvo una excelente calidad de la semilla por un período de 3 años.

En general, se puede afirmar que muchas semillas de pastos requieren - un período de almacenamiento, antes de sembrarlas, pues poseen una latencia - que puede ser debida, ya sea a componentes químicos ó estructurales de la semilla. La cobertura es uno de los componentes que tiene influencia sobre la - habilidad de las semillas para germinar. Uno de los efectos de la cobertura - es formar una barrera impermeable que interfiere con los siguientes procesos: 1) Toma de agua requerida para la imbibición y subsecuente emergencia de la - radícula; 2) Limitación del intercambio de gases, particularmente toma de - oxígeno, necesario para la respiración y otros procesos de oxidación como -- destrucción de inhibidores del crecimiento (Mayer y Shain, 1974); 3) La difu - sión hacia afuera de inhibidores de la germinación y 4) Es un mecanismo de - resistencia al crecimiento del embrión.

Para romper la latencia debida a la cobertura existen varios métodos - artificiales. Estos se conocen como escarificación química y mecánica. El método químico de escarificación más importante es con ácido sulfúrico concen - trado, el cual disuelve por completo la lema y palea de la carióspeide. Tiene también como función agrietar, debilitar y adelgazar los tegumentos, lo cual permite una mayor entrada de agua, e intercambio de gases y facilita la ex - pansion del embrión y salida de la radícula.

En relación al pasto Brachiaria decumbens su semilla se caracteriza - por poseer dos tegumentos muy compactos similares al de muchas leguminosas, - tal como lo indica Burton (1939), quien supuso que los tegumentos actuaban -

como una barrera física que evita la entrada de agua e intercambio de gases (particularmente oxígeno y CO₂). Resultados similares fueron obtenidos con el mismo pasto por Grof (1968) quien encontró poca germinación con semilla sin escarificar. Sin embargo, cuando las semillas se trataron con ácido sulfúrico durante 10 a 15 minutos la germinación se aumentó significativamente (tanto en semilla fresca como almacenada por 10 meses). Mclean y Grof (1968) con Brachiaria ruziziensis confirmaron la efectividad del ácido sulfúrico concentrado para eliminar latencia, ya que obtuvieron un incremento en la germinación de un 24%. Estos autores al comparar la escarificación química con la mecánica indicaron que la última fué significativamente menos efectiva, debido a los daños que le produjeron en el embrión durante dicho proceso (Abrasion con lija), a pesar de que se logra romper la latencia en un 15%.

La procedencia ó lugar donde se ha recolectado la semilla también es importante, ya que puede afectar la calidad de la misma por los siguientes factores: 1) Fertilización; 2) Densidad de siembra; 3) Edad de las plantas; 4) Epoca de recolección; 5) Distribución de lluvias y 6) Humedad relativa. La producción y cantidad de semillas se puede modificar parcialmente con un uso adecuado de los fertilizantes. Así en trabajos realizados por Alarcón, Lotero y Escobar (1969), en pasto angleton, puntero y guinea, se mostró que con la aplicación de 75 a 100 kg de Nitrógeno/ha se aumentó el porcentaje de tallos florales y por ende la cantidad de semilla. Lambert (1968) encontró en Dactylis glomerata, que el nitrógeno aumenta la producción y peso de la semilla, y el número de retoños fértiles, cuando las aplicaciones se hacen antes de la emergencia de la inflorescencia. Las máximas producciones las obtuvo en el segundo año y posteriormente fueron decreciendo progresivamente.

Humphrey (1968), halló que si las aplicaciones de nitrógeno en dosis altas en Paspalum plicatulum, se efectuaban en épocas tempranas del desarro-

llo de las plantas, se reducía el número de semillas por racimo y aumentaba el crecimiento vegetativo. Por el contrario, cuando el nitrógeno era aplicado después de iniciarse la floración se incrementaba el número de semillas formadas por racimo y el tamaño de las mismas. Por otra parte, si la aplicación se hace después de la caída de las semillas de la parte superior, el nitrógeno ya no incrementa la producción.

En experimentos realizados en la Granja La Libertad (Programa de Fisiología Vegetal, Informe 1974), sobre los efectos de las diferentes dosis de nitrógeno y fósforo para la producción de semillas de pasto brachiaria, se observaron los siguientes resultados : 1) El fósforo siempre incrementó la producción de semillas en todas las dosis utilizadas (de 50 a 200 kg de P_2O_5 /ha; 2) El nitrógeno aumentó el número de semillas hasta la dosis de 100 kg/ha, pero en cantidades superiores, disminuyó los rendimientos por exceso de crecimiento vegetativo; 3) Con la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno y 100 kg/ha de P_2O_5 se obtuvieron los mayores rendimientos; 4) En cuanto al efecto de los elementos menores, aplicaciones combinadas de boro, zinc, magnesio y cobre (2.25 + 7.5 + 6.0 + 3.0 kg/ha) produjeron mayores rendimientos y las plantas fueron más vigorosas y de porte superior a las no tratadas con dichos microelementos.

La densidad de siembra es otro factor relacionado con la calidad de la semilla. Austenson et al (1964) encontraron que el peso de la semilla por planta y el número de espigas, expresado como un porcentaje del número de tallos fértiles, fué reducido por la competencia debida a una alta densidad de plantas de Dactylis glomerata. En pasto azul orchoro la producción de semilla fué superior cuando se sembró a 107 cm, en comparación a una distancia de 18 cm. En esta forma, menores distancias de siembra favorecieron el crecimiento vegetativo y el volcamiento de las plantas (Ching, 1959). En la mayo-

ría de los casos siembras en surcos de 60 a 120 cm de distancia favorece la obtención de semilla más limpia, rendimientos más elevados, mejor control de malezas y una vida productiva más prolongada (Rogler, 1963).

La edad de los pastos perennes es otro factor que se debe considerar en la producción de semilla, ya que se muestra una disminución característica en los rendimientos asociado con la edad. Generalmente estos pastos producen bajos rendimientos durante el primer año; alcanzan un máximo durante el segundo y tercer año y gradualmente disminuye la producción, hasta no hacerse económica, después de cuatro a cinco años de explotación (Canode, 1965). En pasto *brachiaria* los más altos rendimientos se lograron en los dos primeros años y en los cuatro primeros cortes de un total de ocho posibles cada año (Programa Fisiología Vegetal, Informe Anual 1974).

Los objetivos de la presente investigación fueron: a) Encontrar el tiempo óptimo de almacenamiento de la semilla de pasto *brachiaria*, para romper su latencia; b) Evaluar los efectos de la edad de las plantas madres, época de corte y fertilización sobre el período de latencia; c) Encontrar el tiempo óptimo de contacto de la semilla con el ácido sulfúrico concentrado, como medio químico de escarificación y d) Evaluar el tiempo máximo de almacenamiento de la semilla escarificada sin que pierda su viabilidad.

Materiales y Métodos:

La semilla de *Brachiaria decumbens* usada en estos estudios fueron cosechadas en campos experimentales de la Granja La Libertad (Depto. del Meta), de lotes comerciales de 5 años de edad en el Municipio de Acacias y de lotes de 5 meses de establecidos en el Municipio de Cabuyaro. Todos los campos se encuentran a 450 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio anual de 28°C.

En la Tabla 1 se indican la procedencia y manejo de cada uno de lotes donde se tomó las semillas para los experimentos. Los bioensayos se realizaron en el invernadero, cámaras de crecimiento y laboratorio del Programa de Fisiología Vegetal en el CNIA Tibaitatá. Las temperaturas diurnas en el invernadero durante el tiempo en que se realizaron los experimentos fluctuaba entre 28 y 32°C., la nocturna entre 18 a 22°C y un fotoperíodo de 12 horas de luz. Para separar las semillas llenas de otras impurezas se utilizó el método de peso ó gravedad específica, utilizando corrientes de aire suministradas por un pequeño ventilador.

En unos ensayos se utilizó semilla sin escarificar, es decir, aquellas cariósides donde las glumas no son removidas y otras escarificadas por medio de ácido sulfúrico concentrado, durante 2.5, 5, 10, 15 y 20 minutos. Después de este tratamiento las cariósides se lavaron con agua corriente, con el fin de remover los vestigios de ácido y prevenir los daños que se puedan ocasionar al embrión. Posteriormente se dejaron secar al aire libre por dos horas, para luego ser colocadas en materos de cartón parafinados sobre una capa uniforme de suelo formado con iguales proporciones de arena y tierra. Después de sembrar las semillas a una profundidad de 1 cm los materos se pusieron en el invernadero, por un término de 20 días, época en la cual se tomó la germinación y el peso seco de las plántulas por tratamiento. Como criterio para la germinación se consideraron germinadas todas las semillas cuyos coleóptilos emergían sobre la superficie del suelo. El peso seco fué considerado como una medida del vigor.

En todos los experimentos se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro observaciones por tratamiento. Para determinar las diferencias entre tratamientos, los promedios se compararon empleando la prueba de Duncan.

TABLA 1. Procedencia de las semillas que sirvieron para las pruebas de germinación en los diferentes experimentos.

L o t e	Procedencia y manejo del pasto
1	<p>Campos experimentales de la Granja La Libertad, Villavicencio, parcelas fertilizadas con (50 kg/ha de K₂O, 100 de P₂O₅ y 100 de N. kg/ha anual), distancia entre surcos 60 cm. Edad de las plantas madres 2 años. Este lote está formado por semillas procedentes de varios cortes realizados en el segundo semestre de 1973 y en los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 1974. Las semillas procedentes de los cortes de 1973 se trasladaron en Febrero de 1974 a Tibaitatá para continuar bajo estas condiciones su almacenamiento. Las semillas procedentes de los cortes de 1974 un mes después de la cosecha se trasladaron a Tibaitatá a una temperatura de 13.2°C.</p>
2	<p>Semilla procedente de potreros de la Finca Monte Líbano localizada en el Municipio de Acacías. Edad de las plantas madres 5 años, con alta densidad de siembra, sólo en el último año fueron fertilizadas. Este lote está formado por dos cortes realizados en Agosto y Septiembre de 1974. Almacenados en Tibaitata a temperatura 13.2°C.</p>
3	<p>Semillas procedentes de potreros de la Finca Cañadas localizada en Cabuyaro. Edad de las plantas madres 5 meses, con baja densidad de siembra. Los potreros recibieron fertilización similar a la aplicada a las semillas del lote 2. Este lote forma dos cortes realizados en Octubre y Noviembre de 1974. Almacenado en Tibaitatá 13.2°C.</p>

Ensayo 1. Mediante este ensayo se pretendió encontrar el tiempo óptimo de almacenamiento de semilla sin escarificar de pasto Brachiaria, con el fin de romper su latencia. Para ello, se utilizaron semillas procedentes del lote 1 (Ver Tabla 1) y se sembraron en el invernadero.

Las siembras se iniciaron en Octubre de 1974 y se continuaron mensualmente hasta Marzo de 1975. Posteriormente a los 20 días después de plantar, se tomaron datos sobre germinación y peso seco por planta. Para determinar la germinación se contaron las plantas emergidas en cada matero y para el peso seco se lavaron las plantas cosechadas y se secaron durante 24 horas a 80 grados centígrados en una estufa marca Thelco, Modelo 28. Para obtener el peso se empleó una balanza de precisión marca Mettler.

Ensayo 2. Este ensayo tuvo como objetivo observar la influencia de la edad y cortes de los racimos, sobre la latencia de la semilla. Para este fin, se emplearon semillas provenientes de los lotes 2 y 3 cuyas características aparecen en la Tabla 1.

La época de siembra, lo mismo que las lecturas realizadas fueron las mismas del ensayo anterior.

Ensayo 3. Se hizo con el fin de encontrar el tiempo óptimo de contacto de la semilla con ácido sulfúrico concentrado, se utilizaron cariósides obtenidas en 5 cortes realizados entre los meses de Julio a Octubre de 1974. La semilla, procedente del lote 1, se escarificó con el ácido empleando 2.5, 5.0, 10.0, 15.0 y 20.0 minutos de contacto. Las pruebas de germinación se iniciaron el 16 de Diciembre y 20 días después se tomaron datos sobre número de plantas emergidas y peso seco siguiendo el mismo procedimiento del ensayo 1.

Ensayo 4. Se hizo para determinar el efecto del tiempo de almacenamiento de la semilla escarificada, sobre su viabilidad. Este ensayo se realizó con cariósides procedentes del primer corte del año 74 (Julio) del lote 1 y de dos cortes del mismo año del lote 2 (Ver tabla 1). La escarificación y lecturas tomadas fueron las mismas del ensayo anterior.

Resultados y Discusión :

Ensayo 1. La presentación de los resultados y discusión se hará en el mismo orden en que aparecen en el capítulo de materiales y métodos.

En primer lugar se determinó el número de plántulas emergidas por metro y se observó un incremento progresivo en la germinación, llegando al máximo entre 7 y 8 meses de almacenamiento cuando se obtuvo un 80% (Figura 1).

Lo anterior confirma las observaciones realizadas por Burton (1939), Grof (1968) y Programa de Fisiología Vegetal 1974, quienes afirmaron que las semillas de *Brachiaria* poseen un período de reposo de 7 a 9 meses, tiempo en el cual se suceden los cambios químicos y morfológicos, que acondicionan la semilla para su óptima germinación.

De acuerdo a los resultados las cariósides almacenadas durante 10 meses, presentaron una considerable disminución de la germinación (54%) que continúa a una rata de 2% mensual, hasta que a los 16 meses llega a ser sólo de 42.25%. Estos datos, comparados a los obtenidos a los 7 y 8 meses son significativamente diferentes al nivel del 1% de probabilidad. Es posible, que esta diferencia se deba a que al debilitarse los tegumentos, se produzca un rápido intercambio de gases permitiendo la germinación. Sin embargo, si la semilla no se encuentra en un medio apropiado para su desarrollo, el embrión pierde su viabilidad. Por el contrario, la baja germinación obtenida con semillas almacenadas, desde 2 a 6 meses, puede explicarse, debido a la

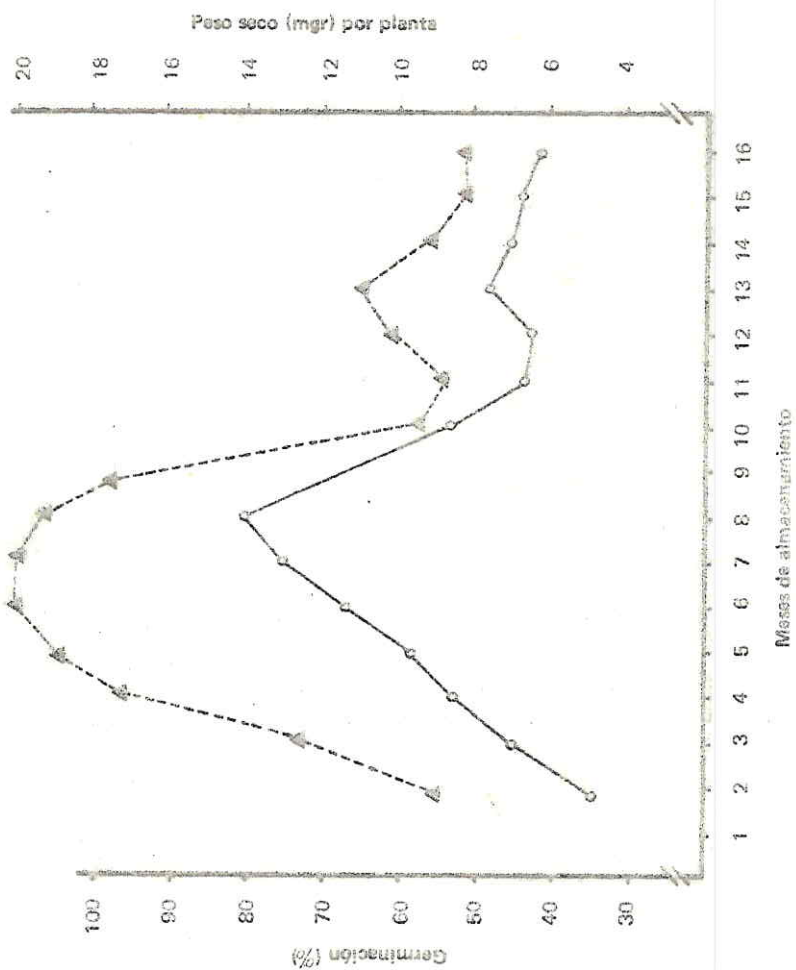


FIGURA 1. Efecto del almacenamiento de las semillas sin escarificar del pasto *Brachiaria decumbens* Stapf sobre su germinación \circ ----- \circ y peso seco Δ ----- Δ

Ver análisis estadístico en la Tabla 20 del apéndice.

barrera que presenta los tegumentos para el intercambio de gases, salida del coleóptilo y la radícula ó también por impedir la difusión de inhibidores de la germinación.

Los datos sobre peso seco muestran cambios similares a los obtenidos con el porcentaje de germinación. Así las semillas almacenadas durante 4,5,6 7 y 8 meses produjeron plantas cuyo peso fué significativamente superiores - (al nivel del 1%) a las provenientes de semillas almacenadas durante 2 y 3 - meses y 10 meses ó más. Aunque no se observaron diferencias significativas - en peso seco por planta desde los 4 a los 8 meses, si se manifestó una tendencia de las plantas a tener un mayor vigor, cuando provienen de semilla almacenada durante 6, 7 y 8 meses (Figura 1).

Ensayo 2. Lo mismo que con el ensayo anterior el almacenamiento logró - aumentar la germinación y romper el período de latencia de las semillas de -- brachiaria provenientes de diferentes lotes y cortes (Figura 2). Las semillas obtenidas durante el primer corte en el lote 2, mostraron un mayor porcentaje de germinación a las del segundo corte del mismo lote, aunque durante los primeros meses no fueron significativamente diferentes. Sin embargo, a través - del tiempo de almacenamiento la variación se fué haciendo mayor hasta que a - los 6 meses, los guarismos permitieron diferencias altamente significativas. La misma tendencia se manifestó en los resultados tomados de las semillas procededentes del lote 3.

Respecto a la edad, de establecimiento del pasto brachiaria, factor que diferenciaba a los lotes (Lote 2 establecido hace 5 años y lote 3 establecido hace 5 meses) se pudo ver (Figura 2) que las semillas provenientes del lote - 3, en ambos cortes, durante todos los meses de almacenamiento, dieron porcentajes de germinación superiores. Esta tendencia fué más pronunciada en el primero corte en el cual los resultados en todos los casos fueron significativa -

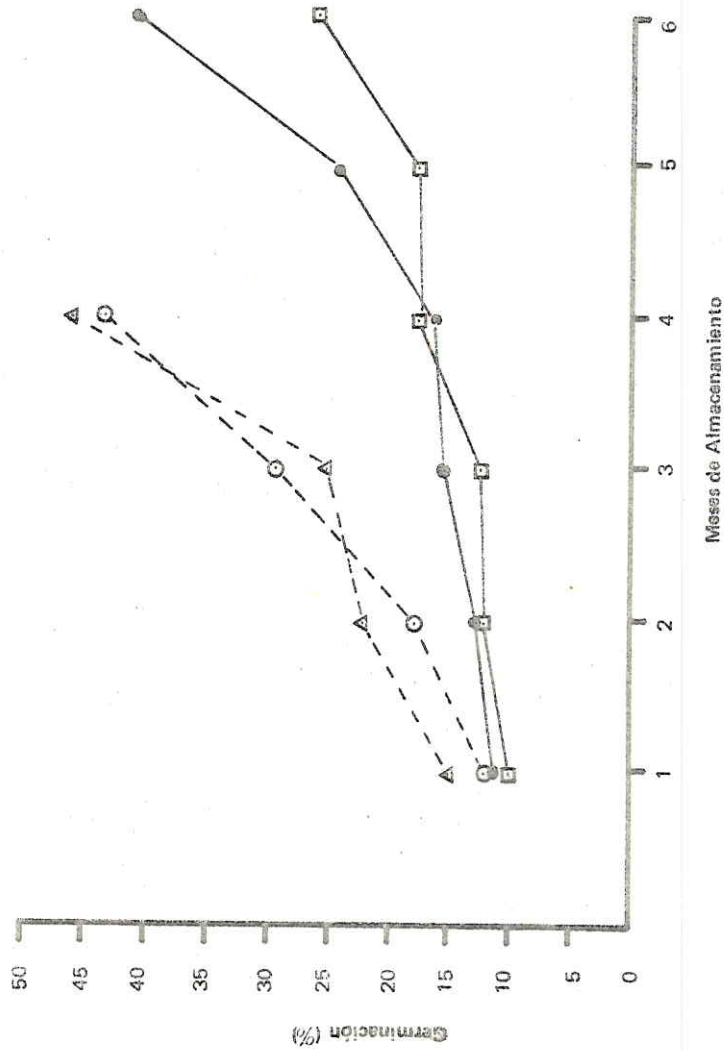


FIGURA 2. Efecto de la edad, época de cosecha (plantas jóvenes, cosecha de Octubre Δ --- Δ cosecha de Noviembre \circ --- \circ plantas viejas cosecha de Agosto \square --- \square y almacenamiento de las semillas de pasto *Brachiaria decumbens* Stapf sobre su germinación. Ver análisis estadístico en la Tabla 21 del apéndice.

mente mayores en el lote 3. En el segundo corte, las diferencias se hacen - significativas a partir del segundo mes de almacenamiento, observándose una germinación menor en las semillas del lote establecido hace 5 años (Lote 2). Esto permite concluir que las semillas procedentes de plantas jóvenes y del primer corte son de mejor calidad, que aquellas tomadas del segundo corte y de plantas de mayor edad.

Estos resultados corroboran los trabajos hechos por Canoe (1965) y - Egley (1974) quienes afirmaron que a mayor edad de plantas, menor es la calidad de las semillas obtenidas. Lo cual puede deberse a que semillas cosechadas de plantas de más edad acumulan una mayor proporción de inhibidores de crecimiento, prolongando la latencia como un medio de supervivencia. Además a través de los años se acorta la distancia entre plantas por el número de maco-llas que se forman y por la germinación de nuevas plantas procedentes de semillas que caen al suelo, creándose una mayor competencia, lo cual afecta la calidad de la semilla como fué demostrado por Ching (1959) y Robler (1963).

La Diferencia entre cortes posiblemente se deba a un mejor aprovecha - miento de los fertilizantes que se aplicaron, como se indica en los trabajos - realizados por Alarcon et al (1969), ICA (1974) y Humphreys (1968). Así, es necesario después de cada corte efectuar nuevas aplicaciones de fertilizan - tes antes de la antesis, para mejorar la calidad de la semilla.

Ensayo 3. En este ensayo se efectuaron cinco cortes realizados, el 5 - de Julio, 25 de Julio, 19 de Agosto, 16 de Septiembre y 10. de Octubre y en el momento de iniciar la prueba, las semillas tenían 5, 4.5, 4.0, 3.0 y 2.5- meses de almacenamiento respectivamente. Las semillas obtenidas en cada corte se trataron el mismo día de la siembra con ácido sulfúrico concentrado duran - te 2.5, 5, 10, 15 y 20 minutos.

Los resultados demuestran que no hubo diferencias estadísticas en la germinación, en los primeros cuatro cortes, a pesar de observarse una ligera merma en el cuarto corte, como se puede apreciar en la Figura 3. Las semillas del quinto corte, que a su vez presentaban el menor período de almacenamiento (2 meses y medio), dieron el más bajo porcentaje de germinación con diferencias significativas con respecto a los demás. Lo anterior corrobora una vez más, la existencia de latencia en semilla de brachiaria, la necesidad de una buena fertilización y la importancia de la edad de la planta, ya que semillas provenientes de lotes bien fertilizados y dos años de establecidos, incrementan la germinación entre un 50 y 60%, cuando se almacenan por 3 a 4 meses.

Los resultados sobre escarificación como se puede ver en la Figura 3 y Tabla 2 demuestran que no existen diferencias significativas entre los porcentajes de germinación de las semillas tratadas con ácido en ninguno de los tiempos ensayados. La única diferencia que se obtuvo fué con la semilla no escarificada al compararla con la escarificada. Por observaciones hechas durante la escarificación se pudo evaluar una correcta calibración del volumen de ácido, de acuerdo a la coloración tomada por la semilla. Así, cuando la semilla muestra un color café oscuro, con algunas manchas negras en los tegumentos, se considera una buena escarificación. Esto se logra entre 2.5 y 20 minutos, según el tiempo de almacenamiento de la semilla (sin escarificar), es decir, a más tiempo de almacenamiento se necesita menor tiempo de contacto con el ácido. Es importante durante el tratamiento mantener una agitación constante, con el fin de evitar aumentos en la temperatura que deterioren la viabilidad del embrión.

Los datos sobre peso seco por planta, corroboraron los obtenidos en la germinación, puesto que la única diferencia significativa que se presentó

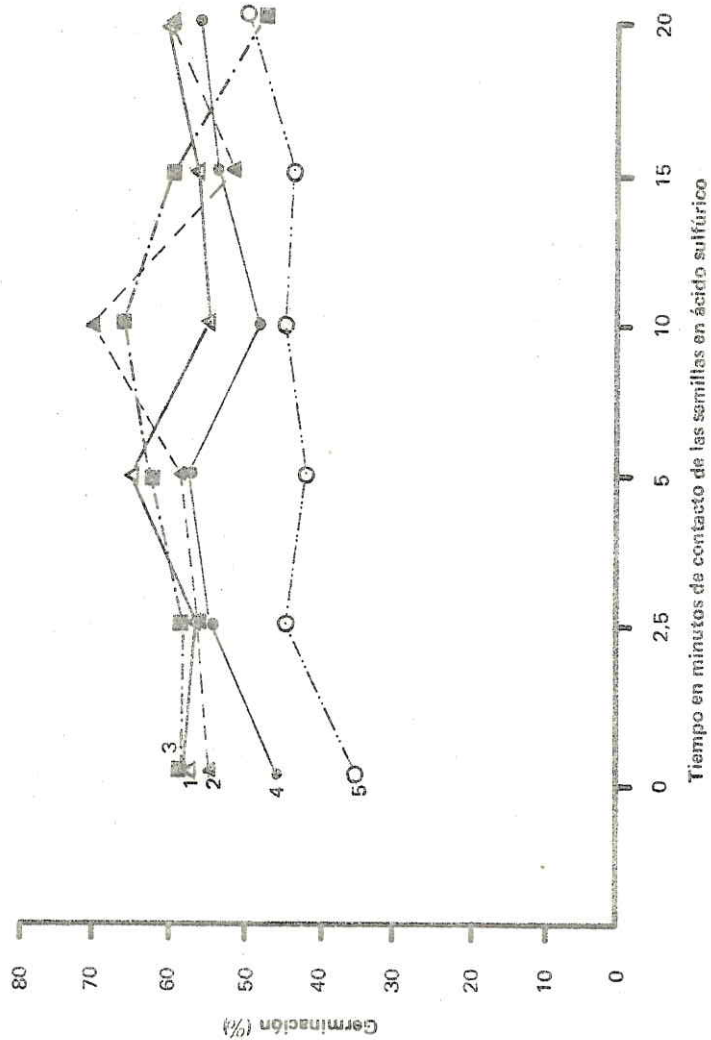


FIGURA 3. Efecto del almacenamiento, de semillas de pasto *Brachiaria decumbens* Stapf procedentes de diferentes cosechas y tiempos de escarificación en ácido sulfúrico, sobre su germinación. 1) Primer corte 5 meses de almacenamiento (m.al); 2) segundo corte 4,5 (m.al); 3) Tercer corte 4,0(m.al); 4) Cuarto corte, 3,0 (m.al); 5) Quinto corte, 2,5 (m.al).

Ver análisis estadístico en Tabla 22 del apéndice.

TABLA 2. Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico sobre la germinación de semillas de pasto brachiaria, procedentes de diferentes cortes.

Meses de almacenamiento.	Tiempo de Escarif.	Porcentaje de germinación ¹⁴ Repeticiones ¹¹		
		Julio*	Agosto*	Septiembre*
Recién esca rificada.	0	57.51	12.85	9.90
	2.5	59.28	17.92	13.78
	5	63.52	24.67	11.49
	10	57.31	24.83	12.22
	15	56.82	19.56	11.83
	20	55.25	25.45	12.22
	1 Mes	0	55.59	15.59
2.5		59.37	28.86	12.15
5		64.22	31.20	13.84
10		69.52	27.73	16.73
15		72.93	33.04	13.28
20		70.34	32.32	14.74
2 Meses		0	57.74	16.64
	2.5	64.90	27.91	12.85
	5	67.16	35.59	18.81
	10	69.58	32.55	12.85
	15	72.25	36.83	16.09
	20	71.37	34.44	16.36
	3 Meses	0	61.86	24.23
2.5		68.51	45.29	17.43
5		67.45	41.83	14.08
10		69.62	43.84	16.36
15		75.05	47.30	17.43
20		70.92	41.98	17.89
4 Meses		0	81.54	41.25
	2.5	87.97	60.48	25.44
	5	87.97	57.16	24.25
	10	82.35	55.26	26.89
	15	85.94	62.48	28.96
	20	90.00	56.24	29.99

* Epoca de corte ó cosecha de las semillas.

¹ Ver análisis estadísticos en Tabla 22 del apéndice.

fué entre semilla escarificada y no escarificada, siendo superior aquellas tratadas con ácido (Tabla 3).

Ensayo 4. En este ensayo se midió el efecto de diferentes tiempos de almacenamiento de semilla escarificada sobre su germinación y vigor. Los datos de porcentaje de germinación, tanto de semilla recién escarificada como la escarificada y almacenada hasta por un período de cuatro meses, siempre fueron superiores estadísticamente durante todas las pruebas, con aquellas provenientes del lote 1, corte de Julio de 1974 que con aquellas provenientes del lote 2, cortes correspondientes a Agosto y Septiembre del mismo año (Tabla 1). Estos resultados confirmaron los obtenidos en el ensayo 2, donde se indicó que la procedencia de la semilla influye considerablemente en la calidad de la misma. La germinación de la semilla escarificada y almacenada, tanto procedente del lote 2 como del lote 3 se incrementó, observándose a los cuatro meses un porcentaje de germinación estadísticamente superior a todos los otros meses de almacenamiento que le precedieron Figura 4. Esto demuestra que la escarificación incrementa la germinación, tal como lo indicaron Burton (1939), McLean y Grof (1968), quienes demostraron que al eliminarse la barrera mecánica impuesta por los tegumentos, se facilita el intercambio de gases (particularmente de oxígeno), oxidación y subsecuente destrucción de inhibidores y la difusión de ellos hacia afuera. Sin embargo, como puede apreciarse en los datos presentados, además del aumento en la germinación producido por el debilitamiento de los tegumentos, se requiere un tiempo de almacenamiento para obtener germinaciones de un 80% ó superiores. Por consiguiente, la latencia de la semilla del pasto brachiaria no sólo se debe a la barrera impuesta por los tegumentos, sino que puede ser también de orden fisiológico.

El peso seco de las plántulas procedentes de semillas recién escarificadas fué más bajo, y se incrementó en el primero y tercer mes para luego des -

TABLA 3. Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico sobre el peso seco por plántula de pasto brachiaria procedente de diferentes cortes.

Meses de almacenamiento	Tiempo de escarific.	Peso seco en mgr/planta " 4 Repeticiones"		
		Julio*	Agosto*	Septiembre*
Recién esca- rificada	0	7.42	5.91	9.13
	2.5	10.64	7.98	5.87
	5	13.56	7.39	6.97
	10	8.48	7.37	2.30
	15	7.53	6.49	4.61
	20	11.32	6.98	7.32
1 Mes	0	12.35	13.48	14.18
	2.5	15.91	10.82	14.27
	5	14.01	11.68	14.92
	10	13.13	13.13	14.15
	15	15.36	14.50	14.21
	20	16.17	12.43	12.83
2 Meses	0	14.79	9.75	4.04
	2.5	14.29	5.64	10.00
	5	13.59	11.13	11.19
	10	29.76	11.88	7.71
	15	15.56	10.68	8.61
	20	19.34	10.57	7.12
3 Meses	0	16.33	20.16	22.59
	2.5	15.55	20.52	32.84
	5	22.27	14.07	15.40
	10	16.03	11.58	23.18
	15	20.20	14.50	27.20
	20	19.72	21.36	20.42
4 Meses	0	11.84	8.06	11.60
	2.5	12.85	9.49	12.14
	5	13.35	13.14	12.75
	10	13.00	13.74	14.02
	15	15.25	14.80	13.44
	20	15.33	15.00	15.60

* Epoca de corte ó cosecha de las semillas.

1 Ver análisis estadísticos en la Tabla 23 del apéndice.

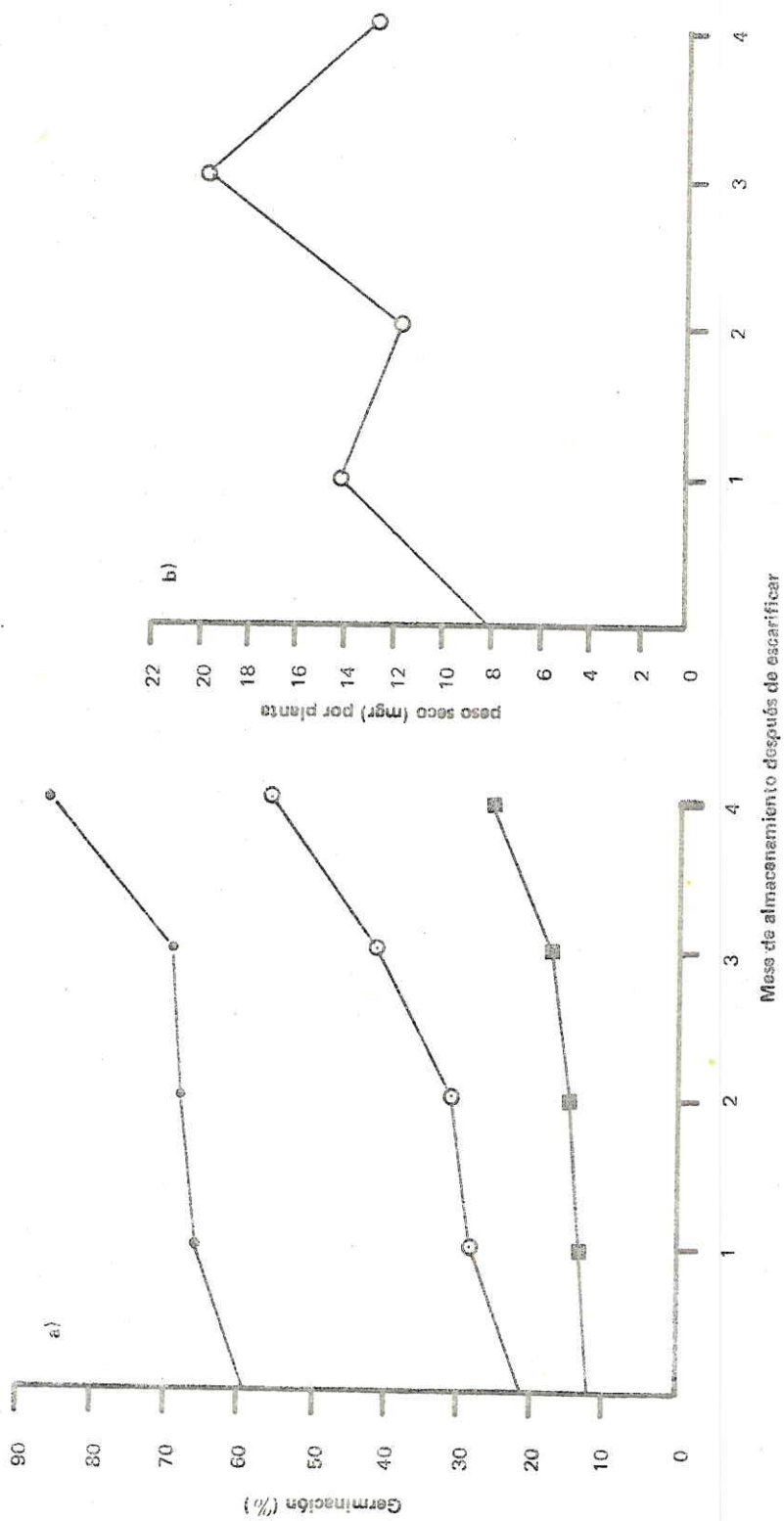


FIGURA 4. Efecto de la escarificación y almacenamiento de la semilla de pasto *Brachiaria decumbens* Stapf ya escarificada sobre: a) germinación, b) peso seco. Lote 1 cosecha Julio ●, Lote 2 cosecha Agosto ○, Lote 2 cosecha Septiembre ■

Ver análisis estadístico en la Tabla 24 del apéndice.

cender en el segundo y cuarto mes de almacenamiento (Figura 4). La variación de este parámetro y la desuniformidad que presentaban las plantas en un mismo matero, se debió a la posición de las semillas en la espiga ó a la forma como se hizo la cosecha, tal como lo afirmaron Egley (1974) y Twenlyman -- (1974).

Los resultados de estos ensayos indican que las semillas de brachiaria poseen una latencia, la cual se logra romper por medio de 7 a 8 meses de almacenamiento. Si se desea acortar el período de reposo la escarificación química con ácido sulfúrico durante 2.5 a 10 minutos de contacto, disminuyen significativamente el tiempo de latencia, manteniendo éstos efectos benéficos por cuatro meses.

Las prácticas culturales como son fertilización, distancia de siembra (60 cm) época de corte (Primeros cortes) y edad de las plantas (dos años ó menos) son factores que mejoraron la calidad de las semillas y acortaron latencia.

EXPERIMENTO 2.

Efecto de la profundidad de siembra y escarificación de semillas de -
pasto Brachiaria sobre su germinación y desarrollo.

Revisión de Literatura:

La siembra de pastos por semillas requiere de los mismos cuidados que -
para cualquier cultivo. Es decir, la preparación del suelo debe hacerse en -
tal forma que en los primeros centímetros del terreno se encuentre una capa -
suelta y uniforme apta para la germinación. Esta condición es más importante
en pastos por el tamaño pequeño de sus semillas, por lo cual la profundidad -
de siembra es crítica para una buena germinación y vigor (Aguila, 1966).

El efecto de la profundidad de siembra fué discutido por Taylorson --
(1975) y Mayer y Shain (1974), quienes afirmaron que muchas semillas entran -
en un estado de latencia cuando se encuentran enterradas a profundidades ta -
les, que el oxígeno, CO_2 , la luz llegan a ser limitantes. Esta condición se -
evita cuando se localizan las semillas cerca de la superficie, donde el oxí -
geno y la luz son suficientes para que la germinación ocurra. Los mismos au -
tores indican que el tamaño de la semilla está directamente relacionada con -
la profundidad de siembra. Así, en general, a menor tamaño de la semilla, -
más superficial debe ser su siembra.

En el presente experimento se hicieron dos ensayos. El objetivo del -
primero fué estudiar el desarrollo de la parte aérea y subterránea del pasto
brachiaria, cuando proviene de semillas sin escarificar y escarificadas cose -
chadas a diferentes profundidades.

El segundo ensayo se hizo con el objetivo de determinar la profundidad
de siembra más adecuada para lograr un alto porcentaje de germinación y un -

rápido desarrollo de las plántulas.

Materiales y Métodos :

Los dos ensayos se realizaron en los invernaderos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá, con un rango de temperatura diaria de 28 a 32°C, nocturna 18 a 22°C y un fotoperíodo natural de 12 horas de luz.

Para estos estudios se utilizaron semillas de brachiaria (Brachiaria decumbens Stapf) procedentes del lote 1, corte correspondiente a Julio 1974-Tabla 1.

El primer ensayo se hizo, con el objeto de determinar el efecto de la profundidad en siembra de semilla escarificada y sin escarificar sobre el crecimiento de la parte aérea y subterránea del pasto brachiaria. Se usó un suelo arcilloso y arena de río, que se mezclaron proporcionalmente, hasta obtener un tipo de suelo franco. El suelo se colocó sobre una base de madera de 50 cm de largo x 30 de ancho y un espesor de 2 cm. Se humedeció y sembró el brachiaria en cantidad de 15 semillas por observación, ordenadas de tal manera que el coleóptilo siempre quedará hacia el borde superior del rectángulo. Las profundidades a las cuales se plantaron las semillas fueron 0, 0.5, 1, 2, 3 y 4 cm tomadas a partir del borde del rectángulo. Las semillas se cubrieron con un vidrio de iguales medidas al rectángulo, afirmándose por medio de una presión manual para obtener un buen contacto de las semillas con el suelo y el vidrio. Los bordes del rectángulo se sellaron con tiras de madera y cinta engomada, dejándose libre el borde a partir del cual se habían colocado las semillas para permitir el crecimiento de las plantas (Foto 1).

La cara del rectángulo cubierta por el vidrio se tapó con una cartuli-

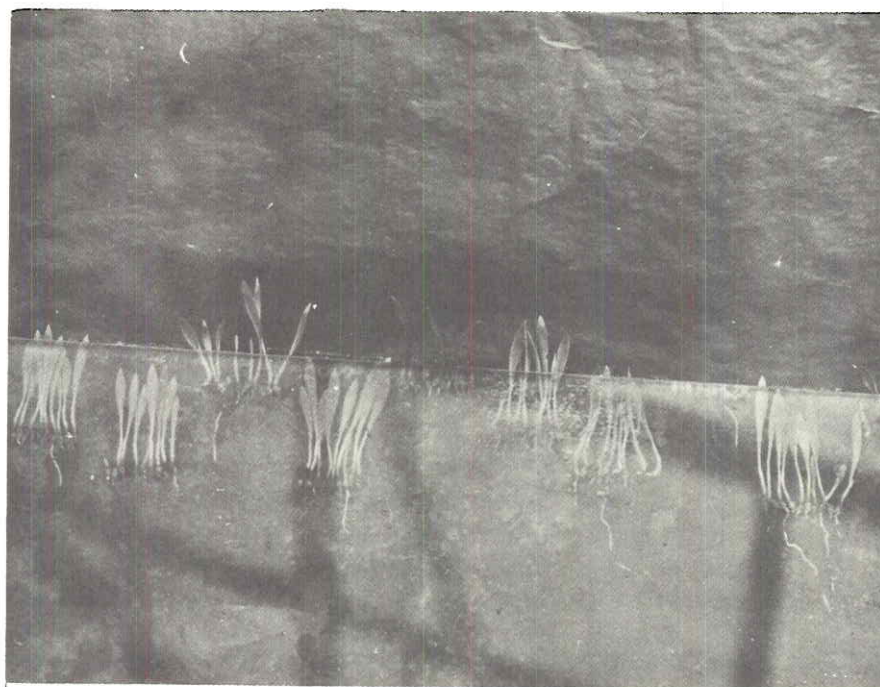


Foto 1. Medio de germinación, que permite observar el crecimiento aéreo y subterráneo de las plantas de pasto brachiaria (Brachiaria decumbens Stapf).

na negra, y se colocó en posición vertical, dejando las semillas en el borde superior. La cosecha se realizó el 6 de Marzo de 1975 a los 15 días después de la siembra y se determinó la longitud de la parte aérea, la longitud de la raíz y peso seco en 10 plántulas. El diseño experimental fué factorial completamente al azar con tres observaciones. Para determinar diferencias entre tratamientos se efectuó la prueba de Duncan.

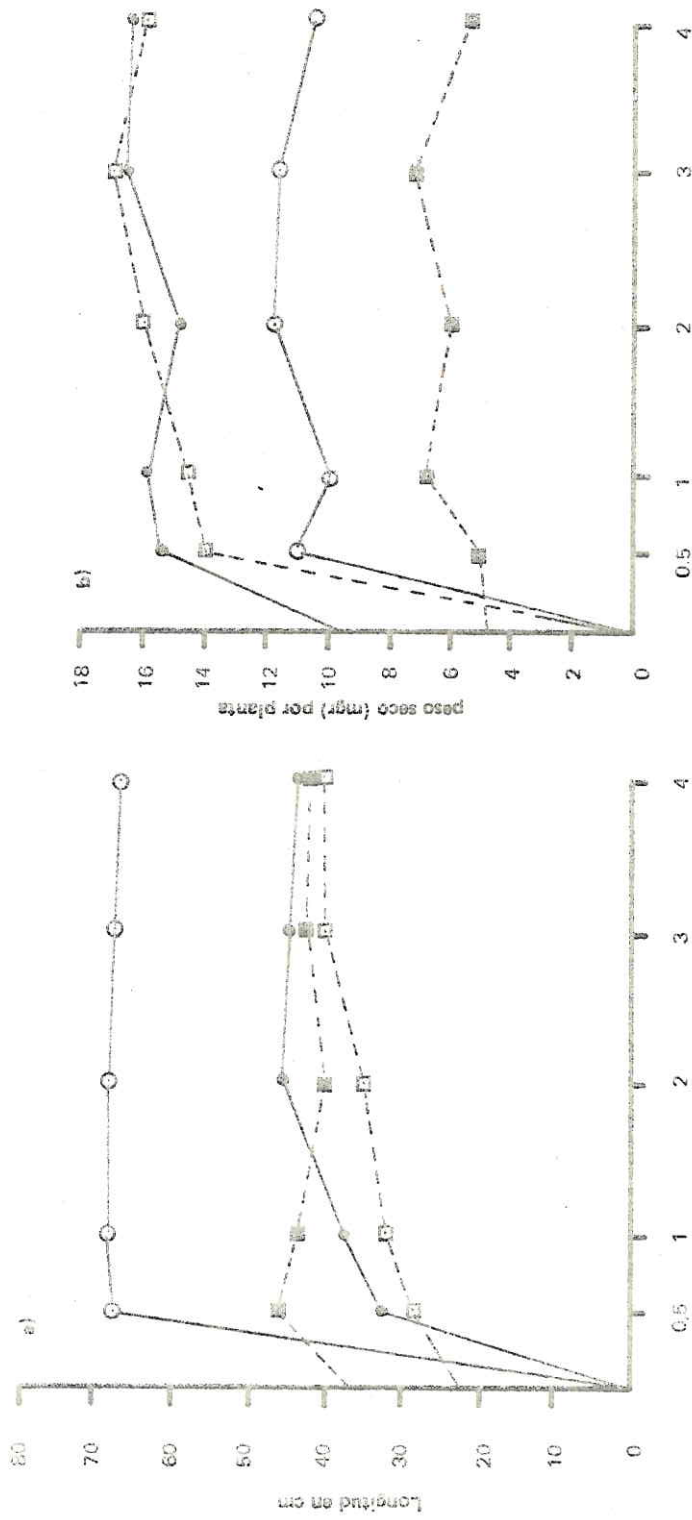
El segundo ensayo tuvo como objetivo el encontrar la profundidad óptima de siembra. Se utilizaron las mismas profundidades y tratamientos de la prueba anterior. Se sembraron 50 semillas por observación en materos de Eternit de 10 cm de altura, 50 cm de largo y 30 cm de ancho, en los cuales se colocó una mezcla de partes iguales de suelo arcilloso y arena de río.

La cosecha se realizó el 6 de Marzo a los 20 días de la siembra. Para determinar la efectividad de los tratamientos se tomaron datos de porcentaje de germinación y peso seco de la parte aérea, se empleó el mismo diseño experimental y pruebas estadísticas del ensayo anterior, para detectar diferencias entre tratamientos.

Resultados y Discusión:

En la (Figura 5) se puede apreciar el efecto de la profundidad de siembra sobre el crecimiento y peso de la parte aérea y raíz de plántulas de *Brachiaria*, procedente de semillas escarificadas y sin escarificar.

En general, se observó que después de 0.5 cm de profundidad no se presentaron diferencias significativas en el crecimiento de la raíz ni en su peso seco (para las semillas escarificadas y sin escarificar). En relación a la altura de las plántulas se pudo apreciar que los tratamientos en que las *Cariópsides* fueron plantadas a más 1 cm no presentan diferencias significativas con los dos tipos de semilla utilizada, como tampoco en su peso seco des



Profundidad de siembra en centímetros

FIGURA 5. Efecto de la escarificación y no escarificación de las semillas de pasto *Bracharia decumbens* sobre: a) el crecimiento y b) peso seco, de la parte aérea y raíz de las plántulas. ○—○ no escarificada raíz; ●—● escarificada raíz; ○—○ no escarificada parte aérea; ●—● no escarificada parte aérea.

Ver análisis estadístico en las Tablas 38, 39, 40 y 41 del apéndice.

pués de 0.5 cm. Las respuestas obtenidas con los tratamientos de profundidad de siembra indicaron que para lograr un buen desarrollo de la parte aérea y la raíz del pasto brachiaria, se requieren localizar las cariósides a profundidades entre 0.5 a 1 cm, tanto para semillas sin escarificar como escarificadas.

Los datos de este ensayo corroboran los ya obtenidos en el experimento anterior, donde la escarificación incrementó el vigor y aumentó el peso seco de las plántulas. Sin embargo, en esta prueba se observó, que es el crecimiento y el peso seco de la raíz, el que más se beneficia. (Figura 5) y Tabla 4, ya que se encontraron diferencias significativas entre semillas sin escarificar y escarificadas. Así, uno de los efectos de la cobertura en las semillas de brachiaria, es limitar el desarrollo y crecimiento de la radícula, por la resistencia mecánica que ésta ofrece para su expansión. Mayer y Shain (1974) encontraron resultados similares sobre este aspecto para algunas otras semillas.

Ensayo 2. Para este ensayo las semillas fueron colocadas en materos a las mismas profundidades de la prueba anterior, tratando de imitar las condiciones de campo. Los resultados se presentan en la (Figura 6), donde se puede ver que la germinación y peso seco de la parte aérea fué estimulado por la escarificación, lográndose el óptimo a las profundidades comprendidas entre 0.5 a 1 cm. Al comparar los datos con los del ensayo anterior se observa un mayor estímulo en la germinación y peso seco de la parte aérea de las plántulas, procedentes de semillas escarificadas. La posible explicación de estas respuestas es que en un suelo más compacto, como ocurrió en esta prueba, se limita un poco más la concentración de O_2 y CO_2 en el suelo. Como se ha venido anotando es necesario que estos gases se encuentren en una concentración adecuada, para que puedan desempeñar eficientemente sus funciones durante la

TÁBLA 4. Efecto de la escarificación de las semillas y profundidad de siembra sobre el crecimiento y peso seco de la parte aérea y subterránea del pasto brachiaria.

Profundidad de siembra.	Crecimiento y peso seco - Promedio de 3 Repeticiones											
	Longitud en centímetros				Peso seco en Mgr.							
	Parte Aérea		R a i z		Parte Aérea		R a i z		No escarif.		Escarif.	
	Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.
Superficial	00.00 e	22.66 d	00.00 e	36.33 b	00.00 c	9.8 b	00.00 d	4.63 c				
0.5 cm	32.00 bcd	28.33 b	67.66 a	46.33 b	14.03 ab	15.33 ab	11.20 a	5.23 bc				
1 cm	37.66 ac	32.00 abcd	68.66 a	43.66 b	14.56 ab	15.86 a	10.13 a	6.73 bc				
2 cm	45.00 a	35.33 abc	68.33 a	40.33 b	16.00 a	14.73 ab	11.80 a	6.16 bc				
3 cm	44.33 a	40.00 abc	67.66 a	42.66 b	17.03 a	16.63 a	11.66 a	7.20 b				
4 cm	42.66 ab	40.66 ab	67.00 a	42.33 b	15.93 a	16.30 a	10.60 a	5.43 bc				

¹ Ver análisis estadístico en las Tablas 38, 39, 40 y 41 del apéndice.

NOTA: Los resultados con igual letra no presentan diferencias significativas al nivel del 1%. Si no presentan igual letra sí presentan diferencias significativas.

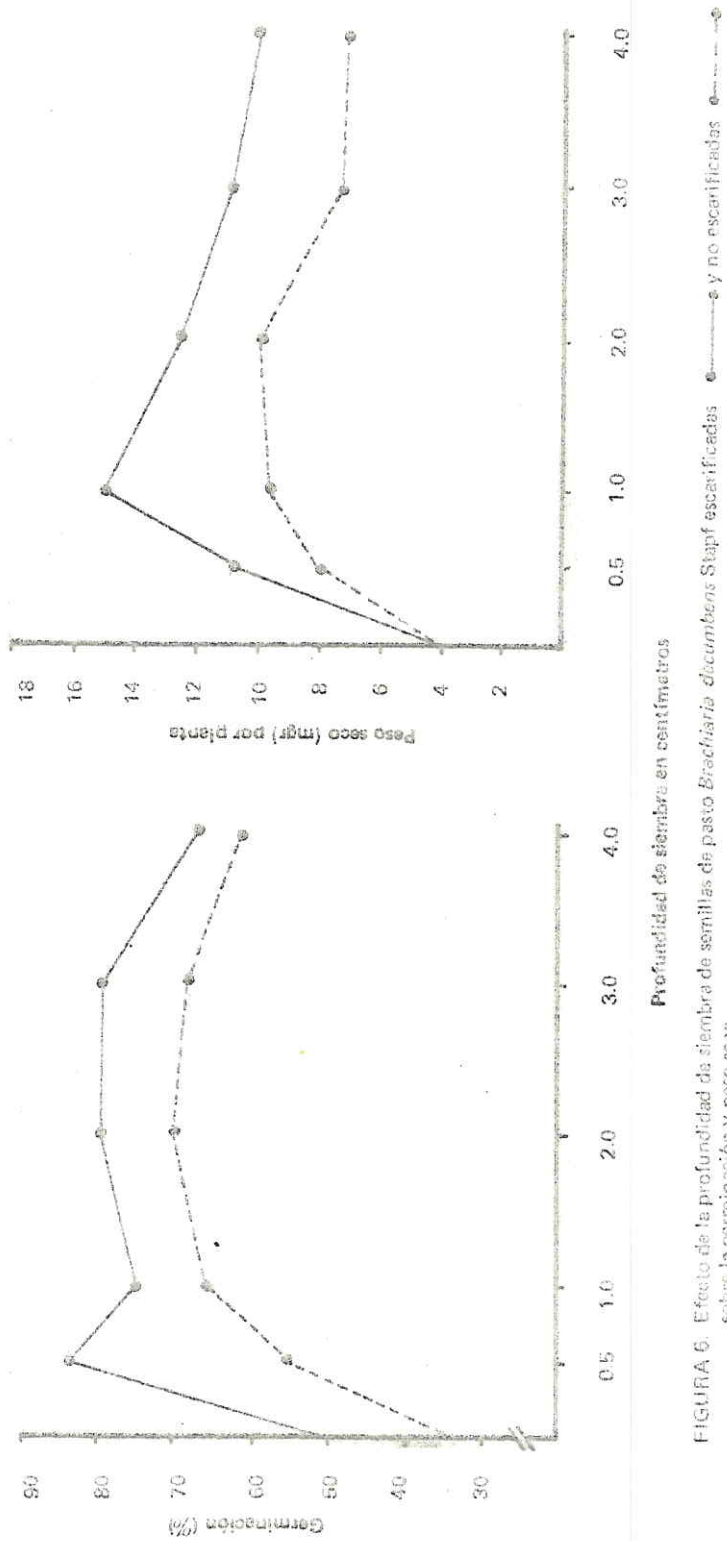


FIGURA 6. Efecto de la profundidad de siembra de semillas de pasto *Brachiaria distachya* Stapf escarificadas y no escarificadas sobre la germinación y peso seco.
Ver análisis estadístico en las Tablas 42 y 43 del apéndice.

germinación del brachiaria. Además como se indicó en el ensayo anterior, la semilla escarificada permite un mayor crecimiento de la raíz, facilitando un rápido contacto del sistema radical en el suelo.

De acuerdo a los resultados logrados en este experimento se puede concluir que profundidades de siembra de 0.5 a 1 cm son las óptimas para lograr una buena germinación y posterior crecimiento del pasto brachiaria. Profundidades superiores (hasta los 3 centímetros), aunque no reducen significativamente la germinación, sí disminuye el vigor de las plantas retardando su desarrollo. Por último, con la escarificación se favoreció la salida y crecimiento de la radícula.

EXPERIMENTO 3.

Efecto del ácido giberélico sobre la germinación del Brachiaria decumbens Stapf.

Revisión de Literatura :

Es de general aceptación que las giberelinas desempeñen un importante papel en la promoción de la germinación de las semillas. Según Salisbury y Ross (1969) las giberelinas son componentes naturales que participan en la regulación del crecimiento de las plantas. Ocurren en muchos tipos de tejidos y tienen como función estimular el crecimiento al promover el alargamiento y la división celular. Actúan además en la ruptura de la latencia y en el estímulo de la floración, la maduración y el desarrollo de frutos, entre otros fenómenos.

La forma exacta de actuar sobre la germinación de esta hormona endógena, permanece aún sin ser clara, existen una serie de hipótesis que tratan de una u otra forma de explicar la acción que ellas desempeñan al nivel de la semilla. Según Mayer y Shain (1974), Ingle y Hageman (1965), Harney (1974) Toole (1956) y Asford (1974), no hay duda de que el G.A₃ de alguna manera controla la síntesis de la α -amilasa en el endosperma, aunque otras enzimas hidrolíticas también ejercen un papel importante en la germinación.

Existen numerosos artículos donde se demuestran el éxito de incrementar la producción de α -amilasa y romper la latencia embrionaria con aplicación de G.A₃. Entre estos se encuentra el reporte de Judith Wurzburger and Y. Leshem (1974), quienes observaron que cariósides grandes y pequeñas de Segilops Kotschy tienen baja actividad de la α -amilasa. Después de la imbibición en agua se produce un marcado incremento de la actividad de la enzima

en las carióspsides de tamaño grande con y sin coberturas y sólo un ligero en las carióspsides pequeñas. Aplicaciones exógenas de G.A₃ incrementaron la actividad de la α -amilasa en ambas carióspsides y mejoró la germinación de las pequeñas.

En otras investigaciones realizadas por Mayer, Poljakoff-Mayber (1963) se logró incrementar la germinación de Avena fatua de un 26 a 57% y de Sinopis arvensis de 9 a 89% con aplicaciones de 500 partes por millón de G.A₃. Los autores afirmaron que la sensibilidad de las semillas al G.A₃, depende del tiempo de imbibición de ellas en el ácido y de la edad. En semillas de uva escarificadas y no escarificadas Manivel (1974) encontró que aplicaciones de 50 ppm. de G.A₃, en contacto durante 28 horas, rompieron el reposo de alrededor de un 50% de la semilla sin escarificar. Por otra parte, en semillas escarificadas el G.A₃ rompió el reposo en un 50% a la dosis de 1 ppm. El hecho de que sólo una parte de G.A₃ fué necesario para romper el reposo de la semilla escarificada, indica la dificultad para que el compuesto penetre los tegumentos de la semilla.

En el presente trabajo se estudió la posibilidad de romper la latencia de semillas de pasto brachiaria por medio de ácido giberélico (G.A₃), utilizando diferentes dosis y horas de contacto en semilla escarificada y no escarificada.

Materiales y Métodos :

Con el fin de determinar los objetivos propuestos se efectuaron dos ensayos utilizando semilla procedente del lote 3, Tabla 1. En el primero se hizo una calibración de la dosis y horas de contacto del G.A₃, para conocer el tiempo óptimo de imbibición de las semillas. En el segundo se ajustaron las dosis, para encontrar el rango dentro del cual el G.A₃ puede usarse sin peli

gro para las semillas.

Se utilizaron semillas sin escarificar y escarificadas con ácido sulfúrico concentrado dejándolas en contacto durante 5 minutos, para después ser lavadas con abundante agua.

Las concentraciones de G.A₃ que se utilizaron en el primer ensayo fueron las siguientes: 1.0; 2.0; 5.0; 10.0; 50.0; 100.0 y 200.0 ppm. Las soluciones se hicieron disolviendo en agua desmineralizada diferentes cantidades de G.A₃ hasta obtener las dosis deseadas, para colocarlas luego en Erlenmeyers de 200 ml. Los tiempos de imbibición en las soluciones fueron de 10, 15, 20, 25 y 30 horas en el primer ensayo y de 25 horas para el segundo. Las semillas que sirvieron como testigo se dejaron solamente imbibir en agua. Durante el tiempo de imbibición las semillas fueron localizadas en la oscuridad para luego ser plantadas en materos de cartón previamente llenados con suelo, formado de partes iguales de tierra y arena. Las cariósides se cubrieron con la mezcla de arena y tierra a una profundidad de 1 cm y diariamente se suministró el agua necesaria para mantener una adecuada humedad y así facilitar la germinación.

Las condiciones del invernadero, donde se realizaron los ensayos presentaban una fluctuación de temperatura diurna entre 28 y 32°C y nocturna de 18 a 22°C y fotoperíodo natural de 12 horas de luz. Los dos ensayos se dejaron en materos bajo estas condiciones por 20 días, tiempo en el cual se tomaron las lecturas de germinación. Se consideraron semillas germinadas aquellas en las que el coleóptilo apareció sobre la superficie del suelo.

Las plántulas una vez cosechadas se lavaron y secaron en una estufa marca Thelco, Modelo 28 a una temperatura de 80°C durante 24 horas, para luego determinar peso seco en una balanza de precisión marca Mettler. En cada

matero se colocaron 100 semillas.

El primer ensayo se inició el 27 de Noviembre y se cosechó el 18 de Diciembre de 1974. El segundo se empezó el 28 de Diciembre y concluyó el 18 de Enero de 1975.

Resultados y Discusión:

Ensayo 1. Los datos de germinación obtenidos se pueden apreciar en la (Figura 7).

Para las semillas no escarificadas la germinación aumentó progresivamente en relación directa al mayor número de horas de imbibición, hasta lograr su óptimo a las 25 horas en todas las dosis utilizadas. De este tiempo en adelante la imbibición no favoreció la germinación.

Por otra parte, los estímulos provocados por el G.A₃ (en todas las concentraciones) en las semillas escarificadas fueron más rápidos que en semilla no escarificada.

Entre 10 y 20 horas de imbibición y 15 y 25 horas no se presentaron en los resultados diferencias significativas con concentraciones superiores a 50 ppm.

En la (Figura 7) se puede observar el efecto que produce las diferentes dosis de G.A₃ sobre la germinación, tanto para semillas escarificadas como para no escarificadas. Se puede apreciar una correlación directa en el incremento de germinación con el aumento de la dosis, siendo esta respuesta significativamente superior con semilla escarificada.

Cuando se tratan las semillas no escarificadas con 200 ppm de G.A₃ se logra obtener las mayores germinaciones, que presentan diferencias estadísti

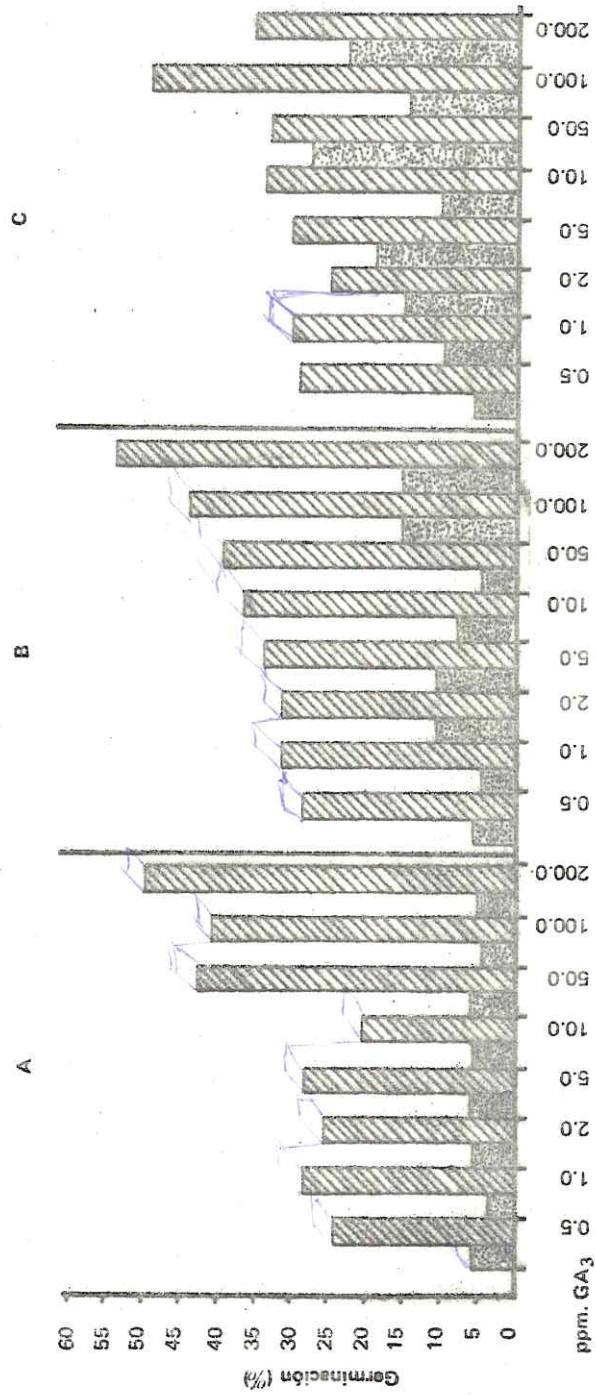


FIGURA 7. Efecto de las diferentes dosis de G.A.₃ y horas de contacto (A=10; B=15; C=20; D=25; E=30 horas) de las semillas escarificadas (/) y no escarificadas (.) del pasto *Brachiaria decumbens* Stapf, sobre su germinación.
Ver análisis estadístico en la Tabla 25 del apéndice.

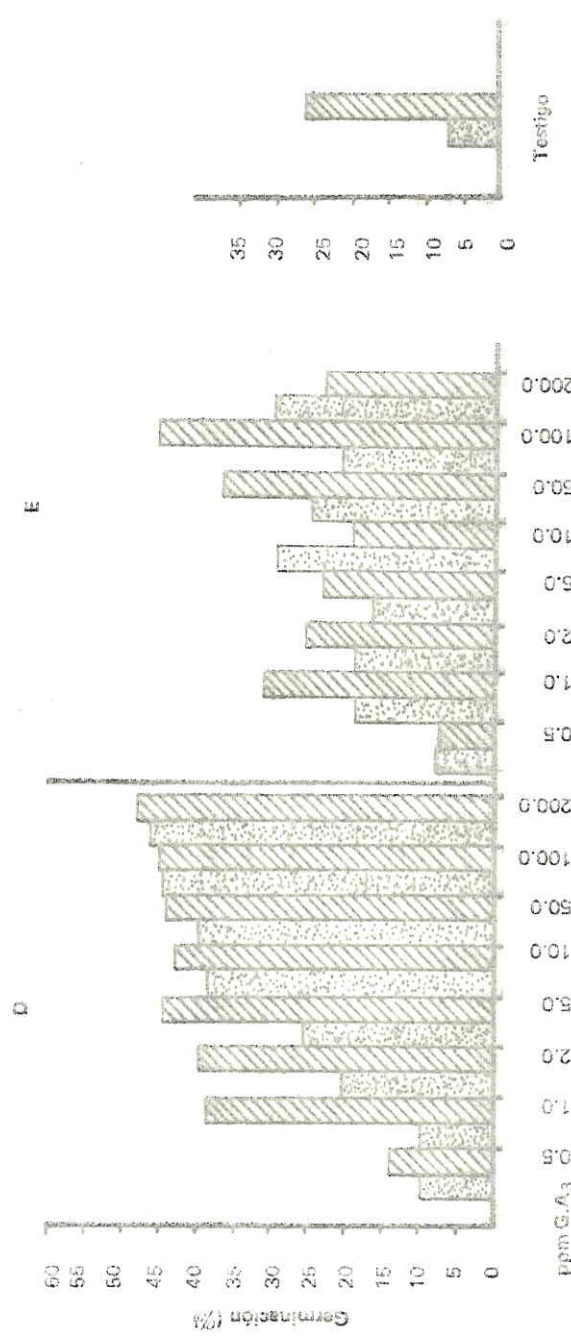


FIGURA 7. Efecto de las diferentes dosis de G. A. 3 y horas de contacto (A=10; B=15; C=20; D=25; E=30 horas) de las semillas escarificadas (▨) y no escarificadas (▤) del pasto *Brachiaria decumbens* Stapf sobre su germinación.

Ver análisis estadístico en la Tabla 25 del apéndice.

cas con las otras concentraciones. A las 25 horas de imbibición el incremento en la germinación de acuerdo con la dosis fué el siguiente: Imbibida en agua 7.5%, imbibida en 2 ppm de G.A₃ 20%, en 5 ppm de G.A₃ 26%, en 10 ppm 39%, en 50 ppm 40%, en 100 ppm 44% y en 200 ppm 46.5%. Respuestas similares se produjeron con semillas escarificadas bajo estas mismas horas de imbibición.

Con semilla escarificada tratada con 100 y 200 ppm de G.A₃, no se observaron diferencias significativas entre ellas y a su vez dieron los más altos porcentajes de germinación, seguida por la concentración de 50 ppm. Las dosis bajas fueron poco efectivas para promover la germinación comparadas con la dosis altas. Sin embargo, es importante anotar que con 25 horas de imbibición y una concentración de 1 ppm la germinación se aumentó en un 12.5% con relación a la semilla imbibida en agua. Este aumento fué superior a medida que se incrementó la dosis hasta obtener un 21.5% más de germinación con relación al testigo (tratamiento con agua) con la concentración de 200 ppm. Las dosis de 50, 100 y 200 ppm mostraron un aumento significativo de la germinación, el cual fué constante y similar para 10, 15, 20 y 25 horas. En promedio, para todas las horas de contacto la semilla escarificada y tratada con 0.5 ppm de G.A₃, no presentó diferencias estadísticas con la dosis de 100 ppm aplicadas sobre cariósido sin escarificar.

Agrupando la germinación presentada por la semilla escarificada y no escarificada durante 25 horas de contacto, se encontró que las concentraciones 100 y 200 ppm de G.A₃ son las mejores, no mostrando diferencias significativas entre ellas.

Los anteriores resultados indican que las semillas de Brachiaria decumbens presentan además de la dormancia debida a los tegumentos (dormancia me-

cánica) una dormancia fisiológica, producida quizá por un desbalance hormonal y que el G.A₃ logra romper en un alto porcentaje.

El hecho de que el G.A₃ en todas sus dosis aumenta el porcentaje de germinación de la semilla escarificada en un menor tiempo de contacto, con relación a la no escarificada, indica que una de las dificultades que tienen que vencer este compuesto para romper la latencia es su penetración a través de los tegumentos que cubren la semilla.

En las 30 horas de imbibición es posible que se presente un exceso de penetración de G.A₃ concentrándose la hormona lo cual pasa a bloquear otras hormonas promotoras, descompensando el balance químico necesario para promover un normal desarrollo de la germinación. Lo anterior es corroborado por Mayer y Poljakoff-Mayber (1963).

Ensayo 2. En la (Figura 8) se aprecia los resultados de las dos muestras de brachiaria, procedentes del lote 3 pero con diferencia de un mes en su recolección (Octubre y Noviembre).

Los datos sobre germinación para semillas cosechadas en octubre, escarificadas y no escarificadas fueron similares a los obtenidos en el ensayo anterior. Es decir, la concentración de 100 y 200 ppm presentaron los más altos porcentajes de germinación y fueron significativamente diferentes al testigo (imbibido en agua). La concentración de 200 ppm en semilla escarificada mostró un incremento en germinación con relación al testigo de un 16%. Para semilla no escarificada la mejor concentración obtenida fué la de 100 ppm (26.38% de germinación).

Dosis superiores a 200 ppm, en los dos tipos de semillas, dieron resultados adversos pues se restringe la germinación hasta tal punto que en las materias tratadas con 1000 ppm no se desarrolló ninguna planta.

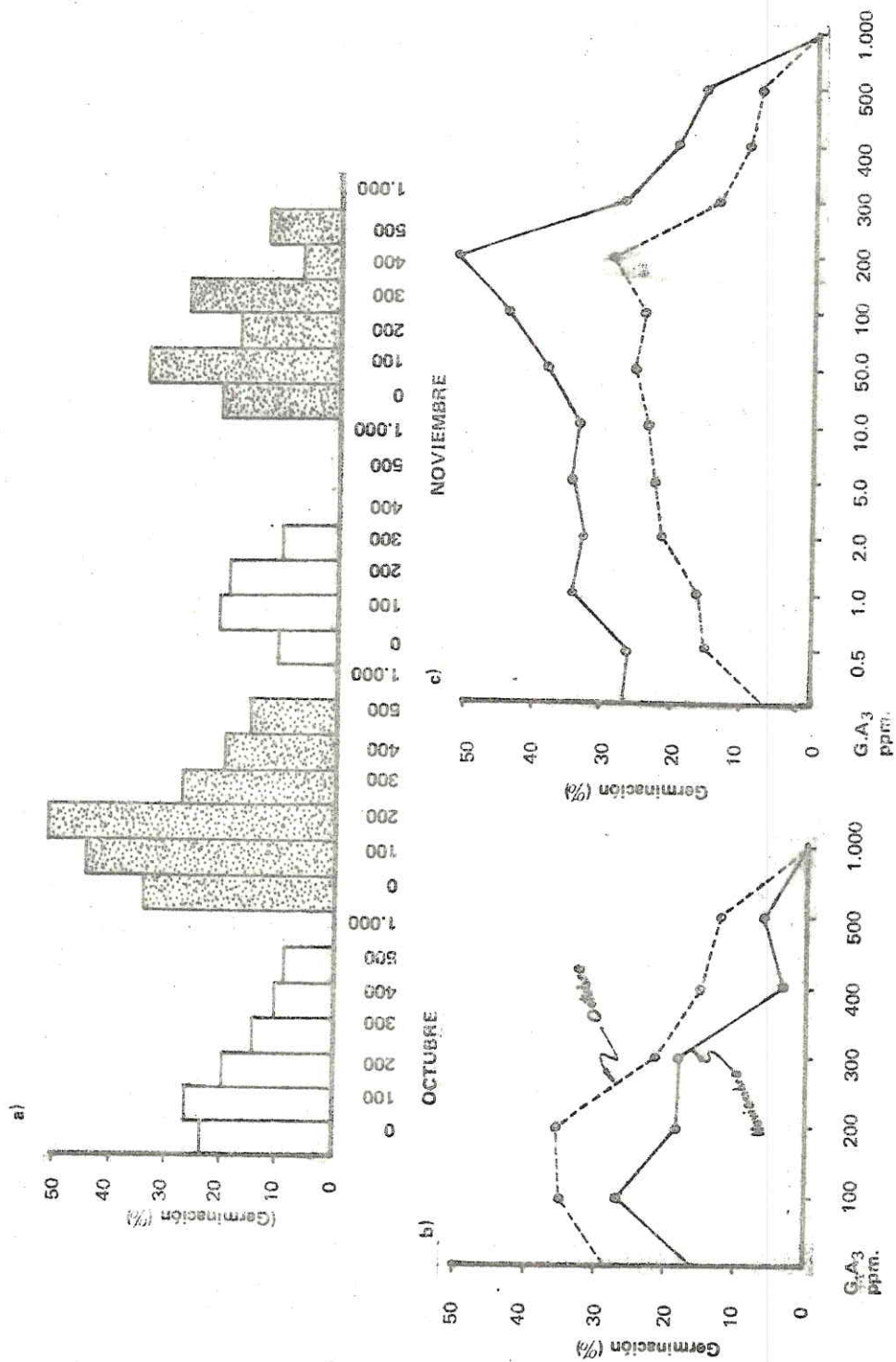


FIGURA 8. Efecto de las diferentes concentraciones del ácido giberélico sobre la germinación de las semillas del pasto *Brachiaria decumbens* Steud. a) y b) no escarificada (□), y escarificada (▨) de los cortes de Octubre y Noviembre; c) Curva de respuesta de la germinación de las semillas escarificadas (○) y no escarificadas (●) a un amplio rango de concentraciones de G.A₃.

Ver análisis estadístico en la Tabla 26 del apéndice.

Es posible que este incremento en la dosis de G.A₃ haga que se obtenga una alta concentración del regulador dentro de la semilla, creando un desbalance hormonal perjudicial para la germinación.

En cuanto al vigor no se observó una relación entre la dosis de G.A₃ y su peso seco, ya que éste fué variable aún entre las plántulas de un mismo matero. Sin embargo, sí existe evidencia de que las semillas escarificadas a presentar un mayor vigor.

La (Figura 8) muestra los resultados obtenidos en brachiaria a las diferentes concentraciones de G.A₃.

En resumen, se puede apreciar que las semillas de brachiaria responden a las aplicaciones de G.A₃, incrementando la germinación cuando se imbiben las semillas durante 25 horas. Este aumento es más notorio a las concentraciones de 50, 100 y 200 ppm, principalmente en semillas escarificadas. Concentraciones superiores a 200 ppm de G.A₃ inhiben la germinación.

EXPERIMENTO 4.

Efecto del KNO_3 sobre la germinación de semillas de (Brachiaria decumbens Stapf).

Revisión de Literatura:

El KNO_3 es un compuesto que tiene un efecto sinérgico sobre la acción de la giberelina y se emplea frecuentemente para hacer análisis de viabilidad, puesto que favorece la germinación (Mayer, 1963). Algunos investigadores utilizan soluciones de KNO_3 para humedecer los sustratos, donde son colocadas las semillas y así formar el medio de germinación complementario a otros tratamientos, tendientes a romper la latencia (Cole, 1974 y Hayes, 1974). Otros lo utilizan directamente como tratamiento químico que estimula la germinación (Holm, 1972 y Taylorson, 1972).

El objetivo de este experimento fué el de buscar si el KNO_3 incrementa la germinación de semillas sin escarificar y escarificadas de pasto brachiaria.

Materiales y Métodos :

Para cumplir el objetivo propuesto se cosecharon semillas de brachiaria del lote 3 Tabla 1, en el mes de Octubre de 1974 y posteriormente fueron traídas al Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá, donde se almacenaron por un período de dos meses y medio.

Para la preparación de las soluciones, el KNO_3 se disolvió en agua desmineralizada hasta obtener las siguientes concentraciones: 2000, 1000 y 500 ppm. En ellas fueron imbibidas las semillas (sin escarificar y escarificadas) en la oscuridad durante las siguientes horas de contacto: 10, 15, 20, 35 y 40.

Una vez cumplidos los períodos específicos de imbibición, se dejaron secar al aire libre y se colocaron 100 semillas por matero sobre un sustrato de arena y tierra en iguales proporciones, a 1 cm de profundidad.

Las pruebas de germinación se realizaron en un invernadero que tenía una fluctuación de temperatura diurna entre 28 a 32°C, una nocturna de 18 a 22°C y fotoperíodo de 12 horas de luz.

El ensayo se dejó bajo estas condiciones por 20 días, al término de los cuales se hicieron conteos de porcentaje de germinación. Las semillas se consideraron germinadas, cuando el coleóptilo emergió sobre la superficie del suelo. Para determinar el peso seco se cosecharon y lavaron las plantas germinadas, para luego ser secadas en una estufa Thelco, Modelo 28 a una temperatura de 80°C durante 24 horas.

El diseño experimental fué completamente al azar con 4 observaciones por tratamiento. Los promedios de los resultados fueron comparados usando la prueba de Duncan.

Resultados y Discusión:

De acuerdo con los resultados que se observa en la (Figura 9) se puede comprobar que el KNO_3 estimula la germinación de las semillas de brachiaria.

En todas las concentraciones de KNO_3 y horas imbibición de la semilla-escarificada se encontró un incremento significativo de un 12 a 14% en la germinación con relación a los testigos (imbibidos en agua) con excepción del tratamiento de 500 ppm y 10 horas de contacto. Los tratamientos en los que se empleó una dosis de 500 ppm mostraron diferencias altamente significativas con relación a la de 2000 ppm a partir de las 35 horas de contacto. Al comparar esta concentración con la de 1000 ppm se puede apreciar que después

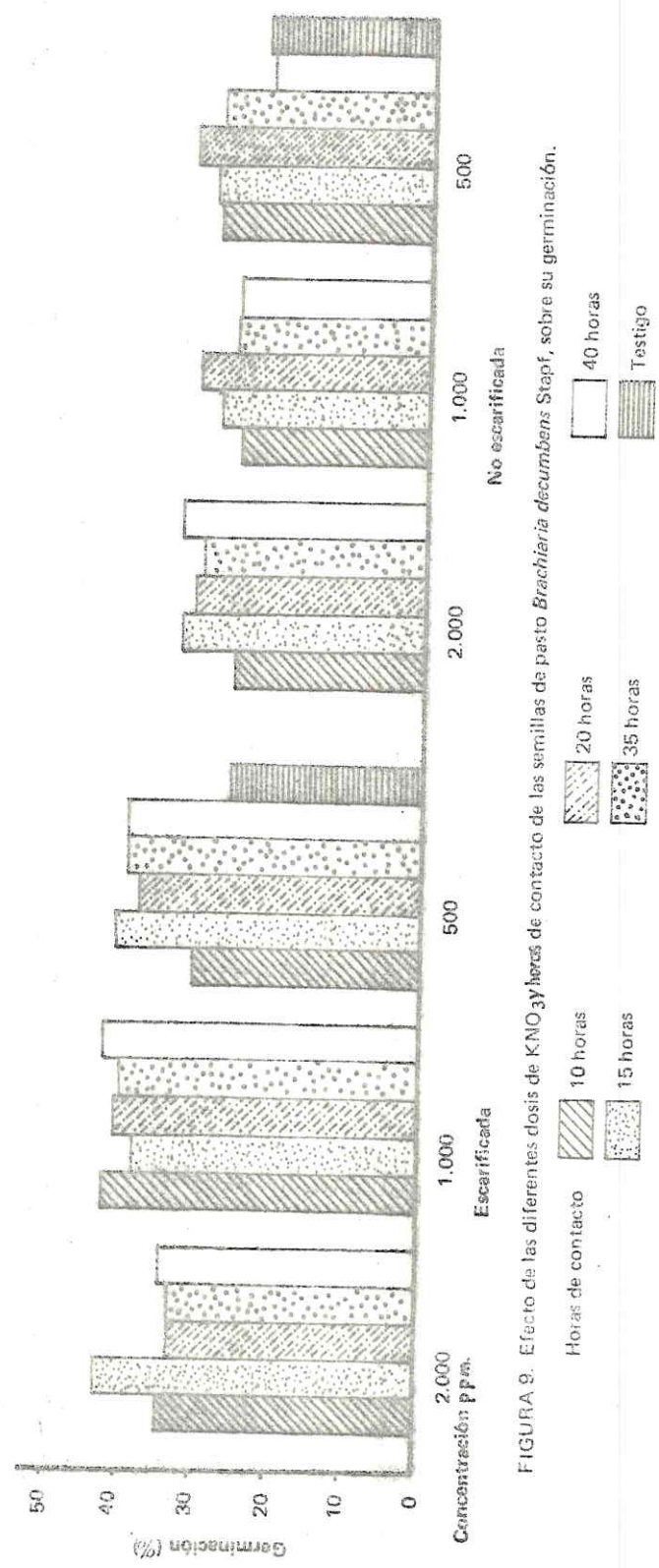


FIGURA 9. Efecto de las diferentes dosis de KNO₃ y horas de contacto de las semillas de pasto *Bracharia decumbens* Stapf, sobre su germinación.

Ver análisis estadístico en la Tabla 27 del apéndice.

de 15 horas de imbibición no existen diferencias estadísticas entre ellas, aunque su germinación, después de las 20 horas, es inferior en un 2% a la obtenida con la concentración del 1000 ppm.

Las dosis de 2000 ppm en todas las horas de contacto ensayadas, mostraron porcentaje de germinación significativamente inferiores a los obtenidos en los tratamientos de 1000 ppm con excepción del tratamiento en que se sometió la semilla a 15 horas de imbibición.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que la mejor concentración estudiada fué la de 1000 ppm de KNO_3 y que las horas de contacto tiene menos influencia que los cambios en concentración.

Con las semillas no escarificadas el estímulo del KNO_3 fué menor que con las escarificadas, lográndose aumentar únicamente un 6-7% el porcentaje germinativo con relación al testigo. Al analizar los datos encontrados con las dosis de 2000 ppm, se puede apreciar que esta concentración, presenta constantemente una germinación superior a las obtenidas en las otras concentraciones a partir de las 35 horas de contacto.

Las dosis de 1000 ppm, 500 ppm, muestran resultados muy similares en todas las horas de imbibición y por consiguiente no son significativamente diferentes.

De acuerdo con estos resultados se puede pensar que la escarificación facilita la penetración del producto y que la menor respuesta de las semillas no escarificadas, se debe a la barrera que tiene que vencer este compuesto para penetrar a través de los tegumentos de la semilla. Los datos de peso seco (Figura 10) corroboran los resultados obtenidos en los ensayos anteriores, en que se observa que la sola escarificación incrementa el vigor de la semi-

de 15 horas de imbibición no existen diferencias estadísticas entre ellas, - aunque su germinación, después de las 20 horas, es inferior en un 2% a la - obtenida con la concentración del 1000 ppm.

Las dosis de 2000 ppm en todas las horas de contacto ensayadas, mostraron porcentaje de germinación significativamente inferiores a los obtenidos - en los tratamientos de 1000 ppm con excepción del tratamiento en que se sometió la semilla a 15 horas de imbibición.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que la mejor concentración estudiada fué la de 1000 ppm de KNO_3 y que las horas de contacto tiene menos - influencia que los cambios en concentración.

Con las semillas no escarificadas el estímulo del KNO_3 fué menor que - con las escarificadas, lográndose aumentar únicamente un 6-7% el porcentaje germinativo con relación al testigo. Al analizar los datos encontrados con - las dosis de 2000 ppm, se puede apreciar que esta concentración, presenta - constantemente una germinación superior a las obtenidas en las otras concentraciones a partir de las 35 horas de contacto.

Las dosis de 1000 ppm, 500 ppm, muestran resultados muy similares en - todas las horas de imbibición y por consiguiente no son significativamente - diferentes.

De acuerdo con estos resultados se puede pensar que la escarificación - facilita la penetración del producto y que la menor respuesta de las semillas no escarificadas, se debe a la barrera que tiene que vencer este compuesto - para penetrar a través de los tegumentos de la semilla. Los datos de peso seco (Figura 10) corroboran los resultados obtenidos en los ensayos anteriores, en que se observa que la sola escarificación incrementa el vigor de la semi-

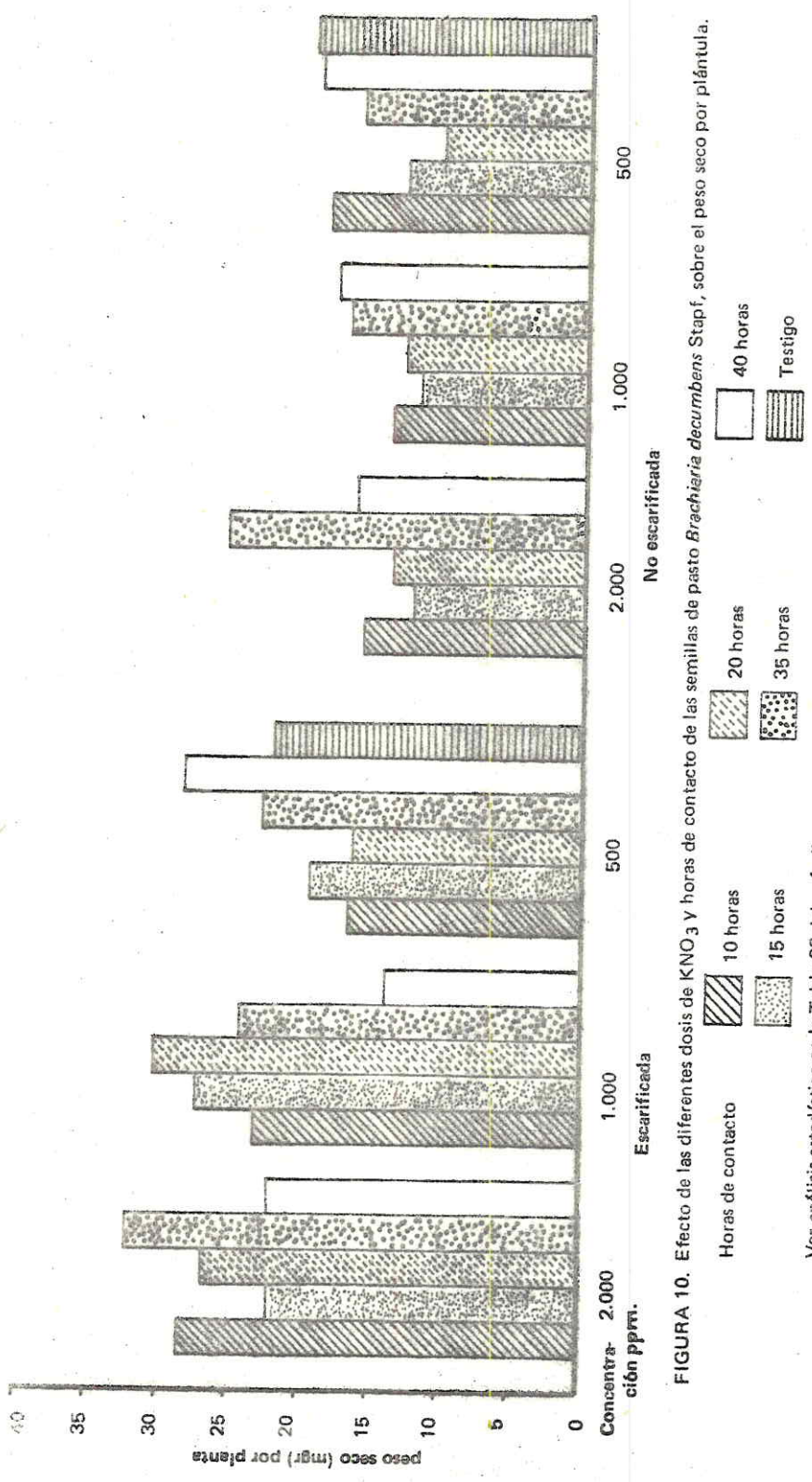


FIGURA 10. Efecto de las diferentes dosis de KNO₃ y horas de contacto de las semillas de pasto *Brachiaria decumbens* Stapf, sobre el peso seco por plántula.

Ver análisis estadístico en la Tabla 28 del apéndice.

lla. Respecto a las dosis y tiempos de imbibición en KNO_3 , no se apreció una tendencia clara, a pesar de que existieron diferencias significativas entre algunos tratamientos. Esto se debe a que aún dentro de una misma materia se encuentran plantas procedentes de semillas localizadas en diferentes partes de la inflorescencia, lo que hace que su desarrollo y vigor no sean equivalentes (Eagly, 1974 y Twenlyman, 1974).

Los resultados de este experimento permiten decir que, concentraciones de KNO_3 de 1000 ppm y 500 ppm, estimularon en un 12 a 14% la germinación en semillas escarificadas y en un 6 a 7% en semillas sin escarificar, no teniendo influencia el tiempo de imbibición.

EXPERIMENTO 5.

Efecto de la aplicación exógena de inhibidores y estimuladores del crecimiento, sobre la germinación de semillas de *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Stapf).

Revisión de Literatura:

En algunas especies, pequeñas cantidades de ciertas sustancias asociadas con la semilla, evitan la germinación causando a menudo su dormancia por diferentes períodos de tiempo. Estos compuestos químicos denominados inhibidores ocurren normalmente en muchas semillas. Uno de los primeros en reconocerse fué el ácido parascórbico, el cual fué separado de frutos de *Sorbus aucuparia* por Hofmann (1924)/

Los inhibidores más comunes son compuestos orgánicos aromáticos, pero también pueden actuar como tales algunos ácidos grasos ó iones metálicos. Los compuestos aromáticos simples son los más representativos, que incluyen los fenoles, los ácidos benzoicos, las series del ácido cinámico y las lactonas. Dentro de la serie de los ácidos cinámicos se pueden enumerar los siguientes: el cafeico, el cumárico, el ferúlico y las lactonas, cumarina, esculina, escopaletina (Leopold, 1964). Evenari (1949) obtuvo información de más de 100 especies de plantas en las que separó un buen número de los compuestos antes mencionados y que han sido determinados específicamente como inhibidores de germinación y crecimiento de plantas.

Los compuestos fenólicos más abundantes fueron los ácidos p-cumárico, ferúlico, p-hidroxibenzoico, siríngico, vanílico, salicílico, protocateico, cafeico y eugenol.

Aunque se conoce varios aspectos concernientes con la actividad inhibitoria de diferentes compuestos fenólicos, la manera como ellos ejercen su

acción es desconocida. Kefeli y Kadyrov (1971) estudiaron las propiedades químicas y fisiológicas de los inhibidores naturales y concluyeron que sus efectos sobre los procesos de crecimiento estaban estrechamente relacionados con las interacciones entre ellos y las fitohormonas. Se considera que los inhibidores pueden interactuar con las fitohormonas de varias maneras:

- a) En la biosíntesis de una sustancia precursora común.
- b) Como inhibidor natural en la síntesis de una hormona de la planta.
- c) Como producto terminal inhibidor de su precursor ó
- d) Al nivel de interacción de fitohormonas e inhibidores dentro de cada grupo.

El crecimiento producido por el ácido Indol acético (AIA) puede ser prevenido por las sustancias fenólicas, estimulando el sistema que oxida al AIA ó controlando su síntesis y metabolismo (Shantz, 1966).

El balance químico que determina el comportamiento de una semilla en un momento dado, sugiere para su explicación que las fitohormonas son sintetizadas en pequeñas cantidades. Los sistemas de control de la síntesis de las plantas pueden poseer dos sitios (catalítico y alostérico) que mantienen las cantidades de hormonas a un nivel bajo. También los sistemas inactivantes están presentes y pueden convertir el exceso de producto fitohormonal a compuestos inertes y así las cantidades de auxinas y giberelinas son mantenidas al nivel hormonal. Cualquier compuesto ó sustancia que modifique este mecanismo determinará la mayor ó menor concentración de auxinas ó giberelinas, lo que se reflejará en inhibición ó estimulación de los procesos de germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas afectadas (Kefeli y Kadyrov, 1971). Muchos inhibidores naturales extraídos de plantas tienen un efecto sinérgico, es decir, promueven el crecimiento en presencia de las auxinas a bajas concentraciones, mientras que lo inhiben a altas concentraciones. Lo

anterior es posible que se deba a una competencia entre promotores e inhibidores por sitios inactivos, causando una gran eficiencia de la fitohormona a bajas concentraciones del inhibidor (Leopold, 1964).

Hasta 1960 los productos naturales fenólicos parecían ser el principal grupo de inhibidores vegetales, aunque no todos, ya que algunos poseen actividades estimuladoras, son inertes ó participan en los procesos de respiración y fotosíntesis de las plantas. Sin embargo, en 1963 un nuevo inhibidor de naturaleza terpenoide, el ácido abscísico (ABA), fué aislado de frutos jóvenes de algodón (Kefeli y Kadyrov, 1971), (Kham, 1971), (Kellman, 1972) y (Thimann, 1974). El ABA se encuentra en un gran número de semillas y tejidos que la rodean y muchas de ellas no germinan en su presencia (Milborrow, 1974). Así, las aplicaciones de ABA inhiben ó interfieren con la síntesis de RNA en embriones de Fraxinas, aunque en embriones aislados de habichuela, estos efectos se presentaron después de que la elongación había comenzado. En el primer caso se supone que el ABA previene la elongación embrionaria y en el segundo la expansión de las capas que la rodean. Sin embargo, en otros casos su presencia parece ser requerida para mantener un balance hormonal dentro de los órganos de las plantas. Muchas semillas que presentan dormancia ésta puede tener un crecimiento activo por medio de la estratificación. Observaciones hechas en numerosas especies se comprobó que durante la estratificación el contenido de ABA se disminuye y la dormancia se rompe (Milborrow, 1974).

Para comprobar que el ABA en apropiados niveles controla la germinación, numerosos investigadores han humedecido semillas a diferentes concentraciones del inhibidor. Así, Manivel (1974) disminuyó el porcentaje de germinación de semillas de uva, con soluciones de 1, 10 y 100 ppm y las inhibió por completo con 1000 ppm. En trabajos similares Holm (1972) impidió la ger-

minación de 9 especies de malezas. A pesar de las numerosas investigaciones, los efectos ejercidos por el ABA sobre los procesos que ocurren después de eliminar la latencia no arrojan resultados definitivos (Mayer y Shain, 1974).

El etileno es otro regulador del crecimiento producido en la germinación de las semillas. Algunos investigadores le asignan, como su principal papel, el producir el rompimiento de la dormancia, mientras otros, dicen que esencialmente actúan en la iniciación de la germinación, acrecentando la rata de crecimiento. La forma como el etileno influye en el rompimiento de la dormancia no está claramente definida. Su producción en los estados posteriores a la germinación hace suponer que puede ser un sub-producto de ella y no una causa ó motivo para la germinación (Mayer y Shain, 1974). Negm et al (1972) y (1973), encontraron que la combinación de etileno con CO₂ rompía la termodormancia de las semillas de lechuga (Lactuca sativa L.) a 35°C.

Otro producto que puede ser observado ó considerado como una hormona-reguladora de germinación es la Cumarina. Algunos trabajos recientes sobre los efectos de Cumarina en la germinación y en los procesos metabólicos, han sido citados por Mayer y Shain (1974). Entre otras cosas ellos sugieren que los aminoácidos y la síntesis de proteína pueden ser afectadas por los fenoles y la Cumarina.

Un nuevo grupo de reguladores del crecimiento elaborados sintéticamente y desarrollados en 1960 fueron las Morfactinas (derivados del ácido fluorano-9-carboxílico). Ellas inhiben los procesos de germinación (Scheneider, 1970) y la emergencia de la radícula, aunque no en forma definitiva, ya que este retardo depende de la concentración, pudiendo eliminarse en cualquier momento. El retraso de la germinación se extiende a semillas que poseen diferentes sustancias de almacenamiento (almidones, grasas, proteínas, hemicelu-

losas); ésto indica, que aparentemente las morfactinas interactúan con varias enzimas del sistema de movilización. En semillas de lechuga este efecto es contrarrestado parcialmente con G.A₃ y casi completamente con citoquininas. Lo anterior supone que, el mecanismo de acción de las morfactinas sobre proceso de inhibición de la germinación es similar al del ABA (Schneider, 1970).

La importancia de la acción de los inhibidores y estimuladores naturales (fitohormonas) es el balance de ellos en los tejidos vegetales, para el proceso normal de crecimiento. Por ejemplo: La latencia ocurre con altas -- concentraciones de inhibidores.

La irradiación con luz roja, el almacenamiento, la temperatura y algunos productos naturales ó sintéticos inducen a la actividad de síntesis de fitohormonas naturales del crecimiento, cambiando el balance de los reguladores, promoviendo ó inhibiendo la germinación. Lo anterior permite concluir, que los inhibidores naturales son esenciales en la germinación de las semillas, no sólo para producir la inhibición total (latencia), sino también para la inhibición parcial (coordinación) y su crecimiento ulterior. Es decir, la germinación es regulada por la relación del sistema fitohormona/inhibidor (Kefeli y Kadyrov, 1971).

Se realizaron dos ensayos con el objeto de establecer las propiedades estimulantes ó inhibitorias de 3 reguladores de crecimiento aplicadas a varias concentraciones, sobre la germinación y vigor de semillas de pasto braquiaria.

Materiales y Métodos:

Los ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio e invernadero del Programa de Fisiología Vegetal del Centro Nacional de Investigaciones Agropecua-

rias de Tibairatá. La temperatura diaria en el invernadero, durante el período experimental fluctuó entre 28 y 32°C. la nocturna entre 18 y 22°C con un fotoperíodo de 12 horas luz.

Para el primer ensayo se utilizó semilla del lote 3 Tabla 1 cosechada en Noviembre de 1974, y almacenada durante 2 meses. Para el segundo se empleó semilla proveniente del lote 1, Tabla 1, correspondiente al corte de septiembre de 1974, la cual al iniciarse contaba con 5 meses de almacenamiento.

Los productos químicos evaluados fueron el ácido succínico, (B-nine - ácido succínico de 2,2 dimetilhidrazida) en dosis de 1, 10, 100, 1000 y 5000 ppm; C F-125 (chlorfluoreol), en dosis de 1, 10, 100 y 1000 ppm y Tio-urea (NH_2CSNH_2) a 7,6, 76, 760 y 7600 ppm. Las soluciones de los productos se hicieron en agua desmineralizada a las diferentes concentraciones. Semillas sin escarificar y escarificadas se imbibieron en la oscuridad durante 24 horas para la primera prueba y 16 y 25 horas para la segunda. Después de la imbibición se dejaron secar al aire libre y se plantaron 50 semillas por matera, a 1 cm de profundidad, sobre un sustrato de arena y tierra en iguales proporciones y bajo estas condiciones permanecieron en el invernadero 20 días.

Con el fin de determinar la efectividad de los tratamientos, se tomaron datos sobre germinación, considerándose germinadas las semillas de las cuales emergió el coleóptilo, sobre la superficie del suelo. Las plántulas cosechadas se lavaron y posteriormente se secaron en una estufa Thelco, modelo 28, a una temperatura de 80°C durante 24 horas para luego ser pesadas en una balanza de precisión marca Mettler.

El primer ensayo se inició el 20 de Enero de 1975 y el segundo el 4 de Febrero del mismo año. El diseño experimental fué el completamente al azar -

con tres observaciones por tratamiento. Los promedios fueron comparados usando la prueba de Duncan.

Resultados y Discusión:

Ensayo 1. Los datos de la germinación alcanzado por el brachiaria en los diferentes tratamientos se pueden apreciar en la (Figura 11).

Los tratamientos a base de ácido succínico en semilla escarificada no presentaron diferencias estadísticas Tabla 6. Sin embargo, el porcentaje de germinación se disminuyó en un 5% en comparación al testigo sin tratamiento. Con semilla no escarificada y dosis de 1 y 10 ppm, la germinación se incrementó ligeramente (un 2%) con relación al testigo. Dosis superiores a 10 ppm pasan a ser inhibitorias. En semilla del brachiaria parece que los efectos del ácido succínico son muy ligeros, tanto para estimular como para inhibir la germinación. Es posible que en semilla no escarificada cuando se usan dosis altas el producto se acumula en las glumas afectando la germinación, efecto que no se presentó en las semillas escarificadas donde éstas han sido removidas. En relación al vigor las dosis de 10 y 100 ppm, incrementaron ligeramente el peso seco, tanto en semilla no escarificada como en la escarificada. Con la dosis alta, 5000 ppm, se reduce ligeramente el vigor.

Las morfactinas, por su parte presentaron para las dosis bajas (1, 10 y 100 ppm) un comportamiento similar al ácido succínico, tanto en germinación como en peso seco, con excepción de la dosis de 100 ppm, la cual lo reduce considerablemente. A la dosis de 1000 ppm se disminuye la germinación y peso seco en forma altamente significativa.

Los daños ocasionados por las morfactinas, consistieron en un enrollamiento de la hoja principal, un aceleramiento en el desarrollo de las nuevas

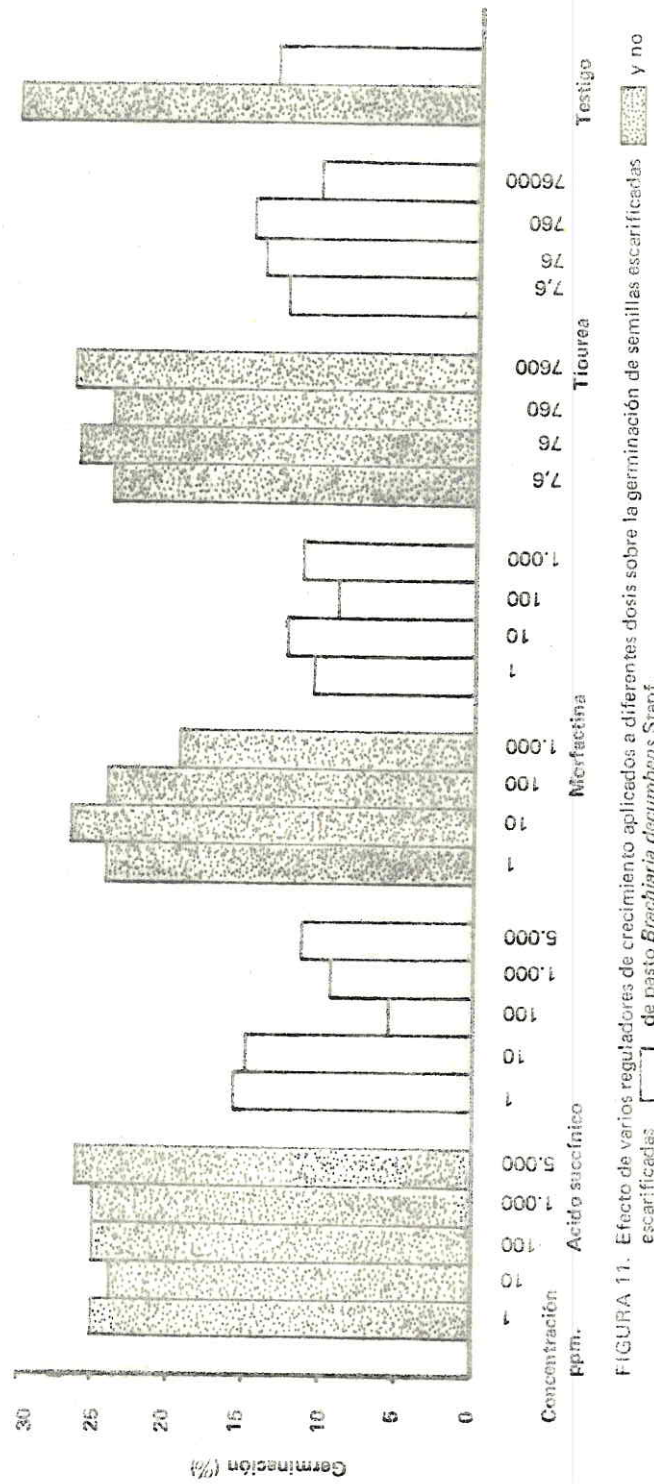


FIGURA 11. Efecto de varios reguladores de crecimiento aplicados a diferentes dosis sobre la germinación de semillas escarificadas y no escarificadas de pasto *Brachiaria decumbens* Stref.

Ver análisis estadístico en la Tabla 29 del apéndice.

macollas y una pérdida de geotropismo de las raíces. Lo anterior está de acuerdo con los resultados de Scheneider (1970) cuando hace referencia al efecto de este compuesto sobre el crecimiento de plántulas de diferentes cultivos. El autor indica, que el inhibidor afecta el crecimiento produciendo distorciones del tallo y las raíces, actuando sobre un mecanismo diferente al que efectuaría en el caso de la germinación. La inhibición del crecimiento, es debida principalmente a una inhibición del crecimiento de los entrenudos y está interactuando con el ácido giberélico, ya que posteriores aplicaciones de esta fitohormona contrarrestan su acción. El mismo autor, encontró que las morfactinas además de inhibir el crecimiento del tallo principal, incrementan la emergencia de yemas, macollas y brotes laterales debilitando en esta forma la dominancia apical.

Sobre la actividad en las raíces como lo cita Scheneider (1970) y comprobó en el crecimiento de plántulas de uva Manivel (1974), se pierde el geotropismo posiblemente por una serie de reacciones que impiden directa o indirectamente el transporte transversal de auxinas.

En las semillas de brachiaria como se observa en la (Figura 11) y Tablas 5 y 6, la germinación no se inhibió aún a la dosis de 1000 ppm, lo cual no está de acuerdo con los resultados de Manivel (1974), donde esta concentración redujo la germinación. Es posible que con dosis más altas se logre inhibir por tener efectos similares al ABA. Estos datos corroboran los de Scheneider quien afirma que las morfactinas inhiben la germinación pero no es una acción definitiva, ya que ésta depende de la concentración y de la especie.

Las dosis bajas, por el contrario, sino incrementan la germinación si tiene efectos benéficos sobre el vigor, ya que se aumentó la longitud de la

TABLA 5. Efecto de varios reguladores de crecimiento aplicados en diferentes dosis sobre la germinación y peso seco de pasto *Brachia* *ria* (Promedio de 3 repeticiones de semillas no escarificadas- y escarificadas).

Producto	Dosis ppm	Promedio de 3 Repeticiones	
		Porcentaje germinac.	Peso seco/Planta
Acido - succínico	1	20.38 a	19.11 ab
	10	19.48 ab	21.19 a
	100	15.25 c	19.57 ab
	1000	17.14 abc	18.80 ab
	5000	18.67 abc	12.98 cd
Morfactinas	1	17.23 abc	17.85 abc
	10	19.48 ab	20.50 ab
	100	16.65 abc	8.39 de
	1000	15.57 bc	6.67 e
Tiourea	7.6	18.19 abc	12.65 cd
	76	20.04 a	14.67 bc
	760	19.34 abc	19.34 ab
	7600	18.44 abc	19.18 ab

¹ Ver análisis estadísticos en las Tablas 29 y 30 del apéndice.

TABLA 6. Efecto de las diferentes dosis de productos químicos sobre la germinación y peso seco de semillas de *Brachiaria* escarificada y sin escarificar.

Producto	Dosis ppm.	Promedio de 3 Repeticiones			
		% Germinación		Peso seco mgr/Planta	
		Escarif.	No escarif.	Escarf.	No escarif.
Acido succínico	1	25.08 ab	15.68 cd	19.11abcde	19.11abcde
	10	24.04 ab	14.93 cde	21.89 abc	20.50abcd
	100	25.08 ab	5.42 f	25.70 a	13.43cdef
	1000	25.01 ab	9.26 ef	18.60abcde	19.01abcde
	5000	26.06 a	11.28 de	13.26cdefg	12.70defg
Morfactinas	1	24.06 ab	10.40 def	20.82abcd	14.88bcde
	10	26.54 a	12.41 de	21.03abcd	19.97abcd
	100	24.04 ab	9.26 ef	8.00fg	8.78 fg
	1000	19.61 bc	11.53 de	4.67 g	8.68 fg
Tiourea	7.6	23.97 ab	12.41 de	17.94abcde	7.36 fg
	76	26.04 a	14.04 cde	18.71abcde	10.63efg
	760	23.97ab	14.71cde	22.75ab	15.92bcdef
	7600	26.49 a	10.40 def	18.12abcde	20.25abcd
Testigo	--	31.00	13.00	--	--

¹ Ver análisis estadísticos en las Tablas 29 y 30 del apéndice.

raíz principal, el número de raicillas y la parte aérea se desarrolló más rápido, produciéndose como consecuencia un mayor peso seco. Schneider (1970) anota que la acción reguladora de este producto se da en un amplio rango de concentraciones. Así, las altas concentraciones dan como resultado enanismo, mientras las bajas tienen trascendentales efectos en el crecimiento del tallo y raíz principal.

Con la Tiourea no se encontraron en la germinación diferencias significativas entre las diferentes dosis, ni tampoco con relación al testigo. Lo anterior contradice los resultados obtenidos por Holm (1972), quien logró incrementar la germinación de un buen número de malezas, por un mecanismo de promoción en la germinación desconocido. Sin embargo, la Tiourea no estimula la germinación de todas las especies de semillas ó si lo hace en algunas, debe ir complementado por otros tratamientos. Esto lo comprobó Speer (1974) con semillas de lechuga (Lactuca sativa V. Grand Rapids), donde la Tiourea en combinación con luz roja estimuló al máximo la germinación.

Respecto al peso seco se observó que la tiourea lo aumenta, especialmente, a dosis altas y con semillas sin escarificar, Tabla 6.

Como se aprecia en los resultados las dosis bajas de los inhibidores, ácido succínico y morfactinas, no inhibieron la germinación y en algunos casos la estimularon ligeramente. Esto puede explicarse por varios mecanismos entre los que se encuentra la opinión de Leopold (1974), cuando considera que estos resultados se debe a la competencia entre la fitohormona y los inhibidores por sitios inactivos, causando una gran eficiencia de la fitohormona a bajas concentraciones del inhibidor.

Ensayo 1. En el segundo ensayo, donde se utilizó semilla del lote 1, y se eliminó una dosis de cada producto, Tabla 7 y 8, se encontraron resultados

TABLA 7. Efecto de la aplicación de productos químicos sobre la germinación de la semilla de pasto brachiaria cuando éstas se han imbibido 16- y 25 horas en las diferentes soluciones.

Producto	Dosis ppm	Porcentaje de germinación Promedio 3 repeticiones.			
		16 Horas de Contacto		25 Horas de contacto	
		Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.
Tiourea	7600	71.51abcdef	62.58 hijkl	72.90abcde	58.97jklmn
	760	76.83 a	60.72 ijklm	63.96ghijk	53.96 no
	76	72.64abcde	55.98 lmno	69.77abcdefg	60.72ijklm
Acido succ.	1000	68.60bcdefgh	54.81 mno	64.50fghij	56.10 lmno
	100	71.05abcdef	57.74jklmno	66.51defghi	55.15 mno
	10	68.03cdefgh	67.14defghi	63.55ghijk	62.58hijkl
Morfacti nas	100	76.69 a	63.60ghijk	75.00abc	54.77 mno
	10	73.35 abcd	60.28ijklmn	68.67bcdefgh	57.67jklmno
	1	70.34abcdefg	57.31klmno	75.28ab	51.17 o
Control	--	71.62 abcde	65.91 efghi		

1

Ver Análisis estadísticos en la Tabla 31 del apéndice.

TABLA 8. Efecto de la aplicación de productos químicos sobre el peso seco de las plántulas de pasto Bra-
chiarica cuando sus semillas se han imbibido 16 y 25 horas en las diferentes soluciones.

Producto	Dosis ppm	Peso seco en mgr/planta					
		16 Horas de contacto		Promedio de 3 repeticiones		25 Horas de contacto	
		Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.	Escarif.	No escarif.
Tiourea	7.600	33.32 cdefghi	28.98fghijk	24.81 jkl	32.69 cdefghij		
	760	35.33 abcdef	28.04fghijk	25.30 ijkl	26.62 hijkl		
	76	34.85 abcdefg	16.10 no	30.26 efghijk	17.50 mno		
Acid. succín.	1000	35.75 abcdef	34.36 abcdefgh	33.68 bcdefgh	31.29 fghijk		
	100	39.98 abc	37.08 abcde	41.99 a	24.35 hlm		
	10	34.76 abcdefg	24.22 klm	33.00 cdefghij	33.25 cdefghi		
Morfactinas	100	15.46 no	17.09 mno	13.03 no	12.66 o		
	10	40.27 abc	28.58 fghijk	12.37 o	27.28 fghijkl		
	1	35.82 abcdef	37.13 abcde	41.41 ab	38.51 abcd		
Control	--	23.54 klm	20.24 lmn	23.54 klm	20.24 lmn		

¹ Ver análisis estadísticos en la Tabla 32 del apéndice.

similares, en porcentaje de germinación y peso seco y no presentando diferencias significativas entre las horas de contacto, Tablas 7 y 8. El porcentaje de germinación mostró un ligero incremento con las dosis de Tiourea a 7600 ppm y 7.60 ppm, similares a las producidas por las dosis altas de morfactinas (10 y 100 ppm). El ácido succínico en todos sus tratamientos siempre presentó un porcentaje de germinación inferior al testigo. Los datos sobre peso seco al igual que en el ensayo 1, indican que todos los productos y en la mayoría de las dosis, incrementaron significativamente el peso seco, como se aprecia en la Tabla 8.

Las morfactinas en concentraciones superiores a 10 ppm presentaron síntomas morfológicas similares a los ya obtenidos, disminuyendo significativamente el peso seco.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos anteriores se puede afirmar, que las aplicaciones de los inhibidores sintéticos sobre semilla fresca (almacenada durante dos meses), trajo como consecuencia una baja en el porcentaje de germinación. En semilla reposada (5 meses de almacenamiento) por el contrario, los inhibidores sintéticos aumentaron ligeramente en algunos casos la germinación. Esto puede explicarse por el hecho de que las semillas frescas tienen más altas concentraciones de inhibidores endógenos que al aumentarse por las aplicaciones de sintéticos, hacen que la germinación se disminuya. En el caso de la semilla reposada la concentración de inhibidores endógenos ha disminuído, en tanto que las fitohormonas han aumentado. Por consiguiente, las aplicaciones de inhibidores sintéticos a ciertas concentraciones interactúan con las fitohormonas produciendo un efecto sinérgico ó aditivo sobre la germinación. Las morfactinas no se deben aplicar en dosis superiores a 10 ppm, ya que produjeron disturbios morfológicos que se manifestaron en una disminución del peso seco de las plántulas. La tiourea

en nuestro estudio no incrementó la germinación.

En el presente experimento y al igual que en los anteriores la escari
ficación química de la semilla incrementó significativamente la germinación
y peso seco de las plántulas.