

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Germinación del Híbrido Comercial de Zacate Buffel AN17PS y otros  
Híbridos Experimentales Bajo Condiciones de Salinidad**

**Por:**

**ÁNGEL HOLGUÍN RÍOS**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre del 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**Germinación del Híbrido Comercial de Zacate Buffel AN17PS y  
otros Híbridos Experimentales Bajo Condiciones de Salinidad**

Por:

ÁNGEL HOLGUÍN RÍOS

TESIS

Tesis Presentada como Requisito Parcial para Obtener El Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCION**

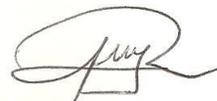
Aprobada



~~Dra. Susana Gómez Martínez~~  
Asesor Principal



**Dr. Jorge Raúl González Domínguez**  
Coasesor



**Dr. Juan Manuel Martínez Reyna**  
Coasesor



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



Coordinación  
División de Agronomía

**Saltillo, Coahuila, México.  
Diciembre de 2011**

## *Dedicatoria*

*La fe, el esfuerzo y optimismo dedicado a lo largo de mis estudios, son el fruto de la gente que creyó en mi persona, apoyándome en todo sentido dándome la mano a través de la educación. Es por ello que este trabajo está dedicado a las personas que a lo largo de mi vida me han dado la formación de ser persona.*

*Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.*

## *Agradecimientos*

*Los agradecimientos están dirigidos a todas las personas y entidades que hicieron posibles la realización exitosa de mi investigación, principalmente se agradece a mis padres, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.*

*A mi Hermana, Tíos, Abuelo y Amigos.*

*También se agradece a los docentes de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por los conocimientos compartidos y enseñados para mi desarrollo profesional,*

*Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<i>Página</i>
<b>Índice de Cuadros</b> .....	<i>vii</i>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<i>Ix</i>
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Revisión de Literatura</b> .....	4
Semilla.....	4
Embrión.....	5
Endospermo.....	5
Cubierta o Testa.....	6
Calidad de la Semilla.....	6
Pureza.....	7
Germinación de la Semilla.....	7
Prueba de Germinación.....	9
Velocidad de Germinación.....	10
Origen del Zacate Buffel.....	10
Descripción Morfológica.....	10
Adaptación del Zacate Buffel.....	11
Requerimientos Climáticos.....	11
Requerimientos Edáficos.....	12
Citología y Reproducción.....	13
Reproducción Asexual.....	14
Apomícticos Pseudógamos.....	16
Importancia del Zacate Buffel.....	16
Establecimiento del Zacate Buffel.....	17
Época de Siembra.....	17
Método de Siembra.....	18
Densidad de Siembra.....	19
Prácticas Culturales.....	21
Fertilización y Riego.....	21
Usos.....	22
Salinidad.....	22
¿Cómo daña la presencia de Na <sup>+</sup> al metabolismo de la Planta?..	26
Síntomas de la Salinidad en la Planta.....	27

	<i>Página</i>
Aspectos Fisiológicos de la Salinidad.....	27
Resistencia a la Salinidad.....	28
Mejoramiento Genético para tolerancia a Salinidad.....	29
Germinación en Suelos Salinos.....	31
Establecimiento de Plántula para Tolerancia a Salinidad.....	32
<b>Materiales y Métodos</b> .....	34
Material Genético.....	34
AN17PS (H17).....	34
Común (T-4464).....	35
Híbridos # 5 y 7.....	35
Metodología.....	35
Preparación de la Semilla.....	36
Preparación de las Soluciones Salinas.....	36
Siembra.....	37
Diseño Experimental.....	38
Experimento II.....	39
Toma de Datos.....	41
Índice de Velocidad de Germinación (IVG).....	42
Análisis de Datos.....	42
<b>Resultados y Discusión</b> .....	44
Experimento I.....	44
Porcentaje de Germinación.....	44
Índice de Velocidad de Germinación.....	47
Plantas Anormales.....	50
Experimento II.....	52
Porcentaje de Germinación.....	52
Índice de Velocidad de Germinación.....	55
<b>Conclusiones</b> .....	57
<b>Literatura Revisada</b> .....	59
<b>Apéndice</b> .....	66
Experimento I.....	67
Experimento II.....	70

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro</i>		<i>Página</i>
1	Croquis del experimento I del híbrido H17 de zacate buffel sometido a dos tipos de sales y cuatro concentraciones de sales. Saltillo, Coah. 2011.....	39
2	Croquis del experimento II. Efecto del estrés salino sobre cuatro genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah. 2011.....	40
3	Análisis de varianza del efecto del tipo y concentración de sal sobre la germinación del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.....	44
4	Efecto de la concentración de sales sobre la germinación del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN. 2011.....	45
5	Análisis de varianza del efecto del tipo y concentración de sal sobre el IVG del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.....	47
6	Efecto de la concentración de sales sobre el IVG del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.....	48
7	Análisis de varianza para número de plántulas anormales de zacate buffel H17 con dos tipos de salinidad y concentraciones salinas. UAAAN 2011.....	50
8	Comparación de medias para plántulas anormales del híbrido H17 de zacate buffel en agua destilada y concentraciones salinas. UAAAN 2011.....	51
9	Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.....	52
10	Comparación de medias de la germinación de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.....	53
11	Análisis de la varianza para velocidad de germinación (IVG) de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.....	56
12	Comparación de medias para la velocidad de germinación (IVG) de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.....	56

<i>Cuadro</i>	<i>Página</i>
A.1 Número de semillas germinadas que produjeron plántulas normales del híbrido de zacate buffel AN17PS en soluciones Salinas. UAAAN 2011.....	67
A.2 Número de semillas germinadas que produjeron plántulas normales del híbrido de zacate buffel AN17PS bajo dos tipos de salinidad y cinco tipos de concentraciones. UAAAN 2011.....	67
A.3 Número de semillas que produjeron plántulas anormales del híbrido de zacate buffel AN17PS en soluciones salinas UAAAN 2011.....	68
A.4 Número de semillas que produjeron plántulas anormales del híbrido de zacate buffel AN17PS bajo dos tipos de salinidad y cinco concentraciones UAAAN 2011.....	68
A.5 Índice de velocidad de germinación (IVG) de semillas del híbrido de zacate buffel AN17PS en soluciones salinas. UAAAN 2011.....	69
A.6 Índice de velocidad de germinación (IVG) de semillas del híbrido de zacate buffel AN17PS bajo dos tipos de salinidad y cinco concentraciones. UAAAN 2011.....	69
A.7 Número de semillas que germinaron y produjeron plántulas normales de tres híbridos de zacate buffel y la variedad Común en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.....	70
A.8 Número de semillas que germinaron y produjeron plántulas normales de cuatro genotipos de zacate buffel en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.....	70
A.9 Índice de velocidad de germinación (IVG) de semilla de tres híbridos de zacate buffel y la variedad Común, en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.....	71
A.10 Índice de velocidad de germinación (IVG) de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
1	Efecto de la concentración de sales sobre la germinación del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN. 2011.....	46
2	Velocidad de germinación (IVG) del híbrido de zacate buffel en agua destilada (testigo) y cuatro soluciones salinas. UAAAN. 2011.....	49
3	Porcentaje de germinación de cuatro genotipos de zacate buffel. UAAAN 2011.....	55

Palabras Clave: Salinidad, Zacate Buffel, Híbridos, Germinación, Índice de Velocidad de Germinación.

## INTRODUCCIÓN

En algunos suelos destinados a la agricultura la salinidad representa una limitante para la productividad de los cultivos. Actualmente el 20 por ciento de la superficie cultivada y la mitad de las zonas de riego son afectadas por la salinidad (Rhoades *et al.*, 1992). En regiones semi-áridas o regiones áridas con drenaje deficiente, los suelos, acumulan sales por la evaporación del agua de riego. El incremento de la salinidad del suelo o el empleo de aguas de riego con una alta concentración de sales, mayor a lo recomendado, produce cambios en las condiciones del medio, que reducen o modifican desfavorablemente el crecimiento o desarrollo de las plantas.

Las plantas de acuerdo a su capacidad de desarrollarse en un medio salino, se clasifican como: halófitas a las tolerantes a altas concentraciones de NaCl y glicófitas, que incluyen la mayoría de las plantas cultivadas. La salinidad impone a las plantas un estrés iónico, osmótico y oxidativo (Xiong y Zhu, 2002). Muchas investigaciones genéticas han sido de importancia para esclarecer los mecanismos de tolerancia para este estrés abiótico. La salinidad afecta los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta ya que la alta concentración de sales le ocasiona un desbalance iónico y un estrés osmótico.

La salinidad es, tal vez, el problema más importante que afecta a la agricultura de riego en las zonas áridas y semiáridas. Se considera que actualmente una tercera parte de las áreas de regadío del mundo, que suponen unos trescientos millones de hectáreas, están afectadas por la salinidad y el problema tiende a crecer, ya que el aumento de la población mundial y el consiguiente incremento de la demanda de alimentos, ha determinado, por una parte, la extensión de la superficie de riego, incluso a suelos marginales hasta ahora no cultivados y, por otra parte, la extracción intensiva de aguas subterráneas (de contenidos cada vez mas elevados en sales solubles) para su utilización en el riego.

Las diferentes especies vegetales difieren notablemente en sus respuestas de desarrollo frente a sales. La gama de tolerancia varía no solamente con las especies, si no también entre variedades o cultivos de una misma especie. La mayoría del estrés provocado por salinidad es debido a sales de Na principalmente NaCl.

Las plantas forrajeras útiles a la ganadería extensiva también son afectadas por las altas temperaturas en el suelo y su respuesta a dichas condiciones de salinidad depende de la especie y/o variedad.

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es una planta útil como forraje y de gran resistencia a condiciones deficientes de humedad en el suelo, ocupando actualmente varias decenas de millones de hectáreas en diferentes países del mundo. En términos generales, la especie es poco tolerante a la salinidad pero se han observado diferencias entre variedades desarrolladas a través de la selección de ecotipos. En la UAAAN este método de mejoramiento del zacate buffel dejó de utilizarse desde que se inició el Programa de Hibridación del Zacate Buffel. El híbrido AN17PS formado y desarrollado en este programa y comercializado en Estados Unidos con el nombre de Pecos, es una variedad protegida que ha sido evaluado en otros países como Australia, Argentina y los Emiratos Árabes Unidos con resultados altamente satisfactorios por su excelente potencial de producción de forraje, su resistencia al tizón del zacate buffel y sobresaliente tolerancia a heladas. En los Emiratos Árabes Unidos, país ubicado en Arabia han solicitado información sobre el comportamiento del híbrido AN17PS (Pecos en Estados Unidos) bajo condiciones de salinidad. El zacate buffel es de interés en estas regiones desérticas por su gran resistencia a la sequía. En la actualidad no existe información al respecto por lo que se debe investigar sobre este aspecto.

El objetivo de la investigación realizada consistió en evaluar en el laboratorio el comportamiento del híbrido AN17PS (Pecos) y otros híbridos de zacate buffel, seleccionados en el Programa de Mejoramiento de Zacate Buffel, bajo diferentes tipos y concentraciones de sales, durante la fase de germinación de la semilla.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Semilla

Moreno (1986) menciona que desde un punto de vista botánico una semilla verdadera es un embrión en estado latente, con o sin tejido nutritivo y protegido por el epispermo. Desde un punto de vista agronómico y comercial la semilla es toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se utilizan para las siembras agrícolas.

En las gramíneas el grano o cariósipide en realidad es un fruto seco e indehisciente, con una semilla en la cual la testa está unida al pericarpio. La semilla comercial es variable y el cariósipide frecuentemente está encerrado por estructuras florales persistentes, en algunos casos la semilla es una espiguilla uniflosculada encerrada por las glumas, en otros casos está rodeado por la lema y la palea y en algunas ocasiones es un cariósipide desnudo. Para el caso de zacate buffel su unidad semilla consta de fascículos con barbas y espiguillas. Las partes principales de la semilla son: embrión, endospermo (reserva alimenticia) y cubierta o testa.

## **Embrión**

En las especies de reproducción sexual, el embrión es el resultado de la unión de los gametos masculino y femenino durante la fertilización, tiene toda la información genética para desarrollar una nueva planta; básicamente está formado por un eje con dos puntos de desarrollo uno en el ápice y el otro en la raíz y contiene uno o más cotiledones.

En las gramíneas el embrión se encuentra a un lado del endospermo y está parcialmente cubierto por el escutelo, que forma una conexión vascular con el endospermo. La yema de la plúmula, encerrada por el coleóptilo, unida al escutelo por el mesocótilo. El cotiledón es delgado, parenquimatoso, en su parte exterior lleva una capa de células epiteliales que durante la germinación secretan enzimas que hidrolizan las sustancias de reserva del endospermo. La planta consta de un nudo cotiledonar, donde se inserta el cotiledón, una yema con una cubierta llamada coleóptilo y una radícula cubierta por la coleorriza.

## **Endospermo**

El endospermo o los cotiledones son los tejidos de almacenamiento de la semilla. Este se forma con la fusión de un núcleo espermático con los dos núcleos polares del centro del megagametofito que da lugar a la formación de una célula del endospermo primario, cuyo núcleo es llamado núcleo de fusión triple. Esta célula se convierte en el endospermo que es independiente del

embrión. Cuando el endospermo persiste como un tejido de almacenamiento hasta la semilla madura, son llamadas semillas endospermales o albuminosas, este tipo de semillas son propias de las gramíneas, en estas el endospermo es grande y tiene mucho alimento de reserva. En los casos en que el endospermo se absorbe durante el desarrollo embrionario, o queda reducido a una capa delgada que rodea al embrión las semillas son llamadas exalbuminosas o exoendospermales, en este caso la función de almacenamiento del tejido se lleva a cabo por los cotiledones u hojas de la semilla.

### **Cubierta o Testa**

Las cubiertas de las semillas se derivan de los integumentos que rodean el óvulo le dan protección mecánica al embrión, lo que permite ser almacenada por largos períodos y ser transportada a largas distancias, sin causar daño a la semilla (Hartmann y Kester, 1999).

### **Calidad de la Semilla**

González y Gómez (1992) mencionan que la semilla de zacate buffel se comercializa como involucros y no como grano limpio, por lo que se requieren los datos de semilla pura viva (SPV) para conocer la calidad de la semilla. La semilla pura se expresa en porcentaje y es la semilla pura y con viabilidad para germinar que existe en un lote de semillas.

El porcentaje de SPV está determinada por resultados que arrojen los análisis de pureza y germinación (Cárambula, 1981).

$$SPV = \frac{(G + D)P}{100}$$

***Donde:***

*G = germinación*

*D = semillas dormantes o duras*

*P = pureza*

### **Pureza**

La pureza se determina por la proporción de involucros llenos o que tienen cariósides formados, se expresa en porcentaje (%). Paull y Lee (1978) mencionan que en buffel una pureza de 95% y germinación de 40% es muy común. Sin embargo, Jupe (1991) menciona que los estándares industriales para buffel son de 80% de pureza y 80% de germinación.

### **Germinación de la Semilla**

Para la International Seed Testing Association (1985) germinación se define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. Se define también como cambios bioquímicos y fisiológicos complejos que resultan en la iniciación

del crecimiento y movilización de las sustancias de reserva dentro de la semilla para ser utilizados en el desarrollo y crecimiento del embrión (Rojas, 1959).

Devlín (1982) menciona que la germinación es una serie de cambios que inician con la absorción del agua y conduce a la ruptura de la cubierta seminal por las raíces o por la plúmula. Al mismo tiempo hay una serie de divisiones y aumento de las células del embrión y un incremento en la actividad metabólica. La germinación se bloquea en ausencia de agua, temperatura óptima y oxígeno. Esta podría suceder a causa de una cubierta seminal dura e impermeable al agua o a los gases, o resistente físicamente al crecimiento del embrión, a la presencia de alguna sustancia inhibidora.

Rojas y Ramírez (1987) mencionan que durante el proceso de la germinación se realizan una serie de eventos que inician con la imbibición, absorción del agua por la semilla, que provoca una hinchazón de ésta, con la posterior división activa de las células del embrión, en el momento de la ruptura de la testa y la emergencia primordial de la raíz principal inicia el fenómeno de la germinación. Las células del endospermo y del embrión sintetizan auxinas produciendo un rápido crecimiento primeramente en la radícula y después en el tallo. Esta serie de eventos determinan la diferenciación de los tejidos y el crecimiento direccional de cada una de las estructuras esenciales del tallo hacia arriba y de la raíz hacia abajo.

De acuerdo a Hartmann y Kester (1999) hay tres requerimientos para que se realice el proceso de germinación:

1. Viabilidad de la semilla. Que el embrión este vivo y tenga la capacidad de germinar.
2. Condiciones ambientales favorables. Disponibilidad de agua, temperatura óptima, oxígeno y luz (algunas especies no requieren este último factor).
3. Que las semillas no presenten latencia.

### **Prueba de Germinación**

La germinación se mide en porcentaje de germinación y la tasa de germinación. El objetivo de las pruebas de germinación es obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales (Moreno, 1986). En buffel la semilla recién cosechada tiene un porcentaje de germinación muy baja y debe ser almacenada bajo condiciones secas y frescas, la viabilidad puede mantenerse hasta por cinco años (Paull y Lee, 1978).

La semilla contiene sustancias químicas que inhiben la germinación por un período de 6 a 8 meses después de la cosecha, este estado es llamado latencia el cual influye considerablemente en el establecimiento (Whyte *et al.*, 1959). Una semilla con latencia es aquella que no germina aunque haya absorbido agua y se encuentre bajo condiciones favorables de temperatura y oxígeno (Hartmann y Kester, 1999).

### **Velocidad de Germinación**

Se le llama también tasa de germinación, es el tiempo que toma la semilla en germinar completamente, se inicia desde el día de la siembra (día cero) hasta el término de la prueba. Para la evaluación se requiere dividir el número de plantas normales en cada uno de los conteos diarios, entre el número de días en los cuales las semillas han permanecido en la germinadora.

### **Origen del Zacate Buffel**

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es una especie introducida, nativa del continente Africano, particularmente del Transvaal y Provincias del Cabo en Sudáfrica, esta aseveración, es por el gran número de líneas que existen en esas regiones (Bashaw, 1985a). Se distribuyó hacia el norte a través de las regiones áridas de África y hacia los pastizales áridos del oeste de la India. Posteriormente a las regiones tropicales y subtropicales de África, Madagascar, Islas Canarias, Arabia, India y Pakistán (Bogdan, 1997).

### **Descripción Morfológica**

El zacate buffel es una planta forrajera C4, perenne, amacollada, rizomatoza con tallos erectos ó geniculados, alcanzan una altura de 1.70 m, dependiendo de la variedad, sus hojas son glabras o pubescentes, planas y lineales con una longitud de 7-30 cm y de 3-10 cm de ancho (Ayerza, 1981). Su tolerancia a la sequía se atribuye en parte a que posee un sistema radicular

profundo y bien desarrollado (Robles *et al.*, 1990). Algunos materiales presentan rizomas cortos.

La inflorescencia es una panícula densa cilíndrica de 3-15 cm de longitud y de 1 a 2 cm de ancho, las flores individuales están encerradas en involucros soldados en la base, éstas se localizan en un raquis corto, angular y sin ramificaciones, que al madurar se desprenden fácilmente. Los involucros contienen de una a cuatro espiguillas de 2 a 5.5 mm de longitud. Las espiguillas tienen dos flores, la inferior que es estéril o estaminada, y la superior que es fértil. La lema de la florecilla superior es de 2.2 a 5.4 mm de longitud (Gould, 1975; Bogdan, 1997). El grano o cariósipide es ovoide de 1.4 a 1.9 mm de largo y aproximadamente 1 mm de diámetro (Rodríguez, 1998).

### **Adaptación del Zacate Buffel**

#### **Requerimientos Climáticos**

El zacate buffel se adapta bien a las regiones áridas tropicales y subtropicales de África, Asia, Australia y Norteamérica (Hanselka *et al.*, 2004). Es muy tolerante a la sequía y se desarrolla en áreas de 375 a 750 mm de precipitación anual (Paull y Lee, 1978). En Norteamérica se dispersa donde la precipitación anual varía de 330 a 550 mm de precipitación y se adapta a altitudes comprendidas desde el nivel del mar hasta 1,800 m dependiendo de la variedad (McIlroy, 1973). Algunos autores mencionan que la altitud recomendada para buffel es hasta 1000 msnm (Robles *et al.*, 1990). Sin embargo, la experiencia en el Programa de Pastos de la Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro es que en localidades como Ocampo, Coahuila, el zacate buffel se establece y persiste en localidades con altitudes de 1200 msnm, la dispersión depende más del tipo de suelo (González, comunicación personal). En localidades como Navidad, N.L. que se ubica a 1900 msnm, híbridos apomícticos obtenidos en el Programa de Pastos presentan buena adaptación y persistencia; por el contrario, en esta misma localidad, la variedad buffel Común no resiste el frío y tiende a desaparecer.

La falta de tolerancia del zacate buffel a las heladas restringe su adaptación a elevaciones menores de 2000m (Hanselka *et al.*, 2004). Las bajas temperaturas afectan seriamente el crecimiento del buffel, pero actualmente existen genotipos resistentes a este factor (McIlroy, 1973). Esta falta de tolerancia limita el rango de adaptación al sur de Texas, las planicies costeras y al norte de México (Ibarra *et al.*, 1991). Los materiales rizomatosos son más tolerantes a heladas y sobreviven a mayor altitud (Bashaw, 1985b). En Navidad, N.L. Llano, un híbrido apomíctico rizomatoso mostró una sobrevivencia de 100% el primer año de establecimiento con temperaturas de 0°C en 130 ocasiones y la mínima extrema alcanzó -12°C (González *et al.*, 1990).

### **Requerimientos Edáficos**

El zacate buffel se desarrolla en suelos francos, arenosos, pedregosos, no tolera terrenos inundables, se adapta en terrenos planos o de topografía accidentada (McIlroy, 1973). Los suelos más aptos para el establecimiento del

zacate buffel son los de textura de migajón-arenoso (Cox *et al.*, 1988). Anderson (1970) y Holt (1985) mencionan que el establecimiento del buffel falla en suelos poco profundos y pesados con problemas de drenaje. El Programa de Pastos de la UAAAN estableció en Ocampo, Coahuila lotes experimentales de zacate buffel en suelos con textura de hasta 50% de arcilla.

Ibarra *et al.* (1991) mencionan que el zacate buffel se establece y persiste en pH de 5.1 a 8.4., En cuanto a sales puede establecerse en suelos hasta 1400 ppm de sales solubles totales. El zacate buffel es menos tolerante a la salinidad que los zacates rhodes, bermuda y panizo azul. La variedad Biloela es más tolerante que otros cultivares, ya que mantiene relativamente buenos rendimientos con hasta 80 meq de cloruro de sodio por litro (Graham y Humphreys, 1970).

### **Citología y Reproducción**

Fisher *et al.* (1954) y Snyder *et al.* (1955) determinaron con base en estudios citológicos y pruebas de progenie en el campo, que el mecanismo de reproducción del zacate buffel es por apomixis del tipo aposporia; debido a que ninguno de los materiales utilizados reveló evidencia de sexualidad se asumió que el zacate buffel era un apomíctico obligado.

Posteriormente Bashaw (1962) realizó estudios citológicos en una planta de zacate buffel fuera de tipo y reportó que esta planta era capaz de

reproducirse sexualmente, la cual fue denominada TAM-CRD B1s. Este descubrimiento permitió visualizar mayores oportunidades de mejoramiento en la especie.

Para zacate buffel se han reportado números cromosómicos de  $2N=32$ ,  $2n=40$ ,  $2n=43$ ,  $2n=45$ ,  $2n=48$ ,  $2n=54$  y  $2n=63$ . El número básico de cromosomas es de  $X=9$  (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955; Bashaw y Hignight, 1990). Con base en esto se desprende que los materiales de buffel con 36, 45 y 54 cromosomas son tetraploides, pentaploides y hexaploides respectivamente y las plantas con 32, 40, 48 cromosomas son aneuploides.

### **Reproducción Asexual**

La apomixis es un método de reproducción asexual por semilla, en el cual el embrión se forma sin la unión del huevo y el núcleo espermático, por lo cual los descendientes de una planta apomíctica son uniformes e idénticos al progenitor femenino (Hanna y Bashaw, 1987).

La apomixis, llamada también agamosperma, significa reproducción asexual por semilla, en la cual un embrión se desarrolla dentro de un óvulo sin involucrar meiosis y fertilización (Bath *et al.*, 2005). Lo que conduce a la producción de prole clonal, cuyo genotipo es idéntico al de la planta madre, ya que en la apomixis, el embrión se forma sin la unión de los gametos: huevo y núcleo espermático (Nogler, 1984; Koltunow y Grossniklaus, 2003; Bashaw y

Hanna, 1990). La apomixis implica dos desviaciones principales de la reproducción sexual: La formación de sacos embrionarios no reducidos y la capacidad de la célula huevo para desarrollarse partenogénicamente para producir el embrión (Asker, 1979).

Nogler (1984) menciona que la reproducción asexual por semilla es un método de camino reducido, ya que el individuo se propaga con las mismas características y constitución genética que la planta madre, por lo tanto no hay variabilidad genética. Debido a que en este modo de reproducción el proceso meiótico y la fertilización son omitidos en el desarrollo del embrión, la semilla se produce sin la fusión de los gametos, por lo que la progenie de este tipo de plantas siempre es una réplica exacta del progenitor femenino.

El mecanismo de reproducción apomíctico del zacate buffel es aposporia seguido de pseudogamia. En los apomícticos apósporos el gametofito femenino (saco embrionario) se desarrolla de una célula nucelar somática no reducida en el óvulo, consecuentemente todas las células de un apomíctico tiene un número cromosómico no reducido  $2N$  (Koltunow, 1993; Burson y Young, 2001). El hecho de que el zacate buffel es una especie pseudógama, implica que la polinización es necesaria para el desarrollo del endospermo y formar una semilla viable.

En las especies apomícticas de acuerdo al origen del endospermo se clasifican en apomícticos pseudógamos y apomícticos autónomos.

### **Apomícticos Pseudógamos.**

Son aquellos en donde la formación de la semilla depende de la fertilización del o los núcleos polares para el desarrollo del endospermo (Koltunow *et al.*, 1995). Estas plantas que son apomícticas obligadas en la hembra, producen polen reduccional y funcional, más del 95 por ciento de las especies apomícticas son pseudógamas, es típica de las familias Rosaceae y Gramineae (Bashaw y Hanna, 1990).

### **Importancia del Zacate Buffel**

Actualmente el zacate buffel se ha convertido en una especie deseable para resiembras en ranchos y mejoramiento de agostaderos. Las características de facilidad de establecimiento, tolerancia al pastoreo y su habilidad para sobrevivir períodos prolongados de sequía han contribuido al éxito de zacate buffel en los agostaderos del norte de México y Sur de Texas (Hanselka *et al.*, 2004; Hussey y Bashaw, 1990). Una de las cualidades del zacate buffel es su alto potencial de producción, ya que produce entre 2 y 10 veces más forraje que los agostaderos nativos, lo que incrementó la carga de 12 a 4 ha por unidad animal, además es muy digestible y de buena calidad nutritiva (Ibarra *et al.*, 1991; Hanselka, 1988). En Tamaulipas, la resiembra de zacate buffel incrementó el potencial ganadero en áreas con poca precipitación pluvial y en áreas con precipitaciones superiores a 800 mm el rendimiento de forraje se incrementó, produciendo un aumento de 400% en la carga animal (Saldívar, 1990). En Zapata, Texas aumentó un 75% la carga animal bajo un sistema de

pastoreo de cuatro potreros y un hato (Hanselka y Johnson, 1991). Eguiarte *et al.* (1991) mencionan que es una excelente fuente de forraje para producir carne, leche y lana, ya que puede ser apacentado por ganado bovino, ovino, caprino y equino, pero también puede cortarse para suministrarse en verde, ensilados o henificados en forma de pelets, etc.

### **Establecimiento del Zacate Buffel**

El Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco (CIPEJ) hace las siguientes recomendaciones para un buen establecimiento de praderas de zacate buffel (Eguiarte *et al.*, 1991).

#### **Época de Siembra**

Bajo condiciones de temporal en suelos de difícil manejo y con temporal incierto se recomienda sembrar hasta que se presenten las primeras lluvias. Las siembras realizadas en los meses de junio a julio se recomiendan en suelos arenosos y temporal seguro, durante esta época se presentan las mejores condiciones para establecimiento ya que no hay competencia con otras especies por luz, nutrientes y humedad.

## **Método de Siembra**

### **Reproducción Vegetativa**

El establecimiento de zacate buffel puede ser por medio de partes vegetativas como macollos, coronas o rizomas, este método, aunque costoso, asegura un buen establecimiento, se recomienda bajo condiciones de riego y en los suelos de aluvión con humedad residual. Para áreas de temporal el trasplante debe efectuarse después de una fuerte lluvia.

Para este tipo de establecimiento se recomienda:

- Adquirir planta madura y que presente 10% de floración.
- Sacar las coronas con la mayor parte de raíz y con algo de tierra.
- Cortar el follaje y dejar 10 cm de tallo aproximadamente.
- Dividir cada macollo en 3 o 4 partes.
- En áreas con riego deberá aplicarse uno o dos riegos pesados con una lámina de riego de 6 a 8 cm de profundidad.
- Hacer cepas en hileras a 50 cm de separación, y a 30 cm dentro de hileras, de acuerdo a la cantidad de terreno y del material disponible.

### **Siembra por Semilla**

La siembra de zacate buffel por semilla resulta un método práctico y rápido, pero de alto costo debido al elevado precio de la semilla y a su baja calidad. Para la siembra de especies forrajeras se recomienda usar una

sembradora tipo brillum, una sembradora triguera, al voleo, etc. (Valdez, 1997). Se recomiendan surcos separados a 90 cm y una profundidad de 4 a 6 cm, sembrando a chorrillo y posteriormente, con una ligera rastra de ramas para cubrir la semilla.

### **Densidad de Siembra**

Para el establecimiento de praderas de zacate buffel se requiere que la semilla sea de buena calidad, madura, pesada y bien formada para obtener buenos resultados en la germinación. Actualmente no se tiene control de calidad en la venta de semilla de buffel en México, y frecuentemente se vende semilla con baja germinación a precios elevados.

Normalmente los pastos presentan baja germinación y pureza, por lo cual se requiere ajustar la densidad de kg de SPV recomendada a la cantidad de la semilla comercial:

$$Kg \text{ semilla comercial} = \frac{Kg \text{ SPV} \times 100}{\% \text{ SPV}}$$

Romero (1981) presenta una tabla de equivalentes de SPV a semilla comercial requerida, de acuerdo al método de siembra y cantidad de semilla por hectárea.

### Densidad recomendada de semilla comercial

<b>SPV %</b>	<b>Al voleo kg/ha</b>	<b>Surcos kg/ha</b>	<b>Espeque kg/ha</b>
<b>100</b>	3.0	2.5	2.0
<b>90</b>	3.3	2.8	2.2
<b>80</b>	3.8	3.1	2.5
<b>70</b>	4.3	3.6	2.8
<b>60</b>	5.0	4.1	3.3

Hanselka y Johnson (1991) recomiendan para zacate buffel una densidad de siembra de 2 kg de semilla pura viva a una profundidad de 16-18 mm. Rodríguez (1998) recomienda el uso de semilla descortezada para favorecer una rápida germinación de la semilla.

### **Siembra en Surcos**

Se realiza en terrenos en donde se pueda utilizar la maquinaria agrícola convencional o de tiro animal; se requiere menor cantidad de semilla y se pueden realizar las labores de cultivo adecuadas.

### **Siembra en Franjas**

Se recomiendan franjas de 20 a 25 metros en surcos o al voleo, separadas por 30 o 40 m, sembrando de las partes altas, a las partes bajas del terreno.

### **Siembra por Espeque**

Se utiliza en terrenos pedregosos o con fuertes pendientes donde no es posible utilizar la maquinaria ni el tiro animal, para preparar “la cama de siembra” se utiliza la coa, el azadón o cualquier otra herramienta con punta. Los hoyos o pozos deben de tener 8 a 10 cm de diámetro y de 4 x 4 de profundidad, trazándose hileras en forma mateada; en cada cepa se depositan de 3 a 6 semillas, siendo importante que se cubran ligeramente con tierra, profundidades mayores de 3 cm ocasionan problemas de emergencia y desarrollo.

### **Prácticas Culturales**

El zacate buffel es poco agresivo durante las primeras fases de desarrollo y se ve afectado por la competencia de luz, nutrientes y humedad con otros zacates y plantas de hoja ancha; es recomendable efectuar deshierbes mecánicos, manuales o químicos.

### **Fertilizaciones y Riego**

Se recomienda la aplicación de fertilizantes cuando se tenga de 15 a 20 cm de altura. Para el primer año de establecimiento se recomienda de 80 a 100 kilogramos de una mezcla con 65 kilos de superfosfato de calcio triple adicionado al suelo en una o dos aplicaciones, cuando la pradera de zacate buffel se utiliza en forma intensiva se recomienda la aplicación anual de 160 a 200 kg/ha de urea o el equivalente a cualquier otra fuente de nitrógeno y

aplicaciones anuales de 60 a 80 kilogramos de superfosfato de calcio triple en terrenos de temporal.

Williamson y Pinkerton (1985) recomiendan, bajo condiciones de riego, de 600 a 800 kg/ha el correspondiente a otro fertilizante nitrogenado y 100 kg de superfosfato de calcio triple. Se recomienda aplicar riegos ligeros durante el establecimiento de la pradera durante los primeros 40 días de realizada la siembra, con una lámina de riego de 3 a 5 cm cada 10 días; posteriormente con intervalos de 25 a 30 días.

### **Usos**

Se recomienda utilizar la nueva pradera cuando este totalmente espigado para un primer pastoreo o corte; posteriormente se debe introducir al ganado cuando el zacate presente de 3 a 5 % de floración (Eguiarte *et al.*, 1991).

### **Salinidad**

En los suelos destinados a la agricultura la salinidad es una gran limitante para la productividad de los cultivos. El incremento de la salinidad del suelo, además de las aguas de riego con una altas concentraciones de sales genera cambios en las condiciones del medio, que influyen desfavorablemente en el desarrollo de las plantas (Levitt, 1980). De acuerdo a Rhoades *et al.* (1992) el 20 por ciento de la superficie cultivada y la mitad de zonas de riego

son afectados por la salinidad. La proporción de suelos afectados por salinidad se sitúa en un 10% del total mundial, y se estima que entre 25 y 50 % de las zonas de regadío están salinizadas. En zonas áridas o semi-áridas con pobre drenaje, los suelos acumulan sales por evaporación del agua de riego.

El incremento paulatino de la salinidad del suelo o la necesidad de utilizar aguas de riego con una concentración de sales superior a la permitida limita el potencial de producción de los cultivos, en su mayoría especies glicófitas (glico: dulce, fita: planta) seleccionadas por su rápida tasa de crecimiento y alto rendimiento (Maas, 1986). Además de la limitación en la disponibilidad de agua, la salinidad afecta las propiedades estructurales y físico-químicas del suelo, que pueden imponer un estrés adicional al crecimiento de los cultivos (Evangelou, 1994).

El término salinidad se refiere a la presencia en el suelo de una elevada concentración de sales que perjudica a la planta por su efecto tóxico y la disminución del potencial hídrico ( $\Psi$ ) o del suelo. La situación más frecuente es salinidad por NaCl pero, ¿cuándo se considera a un suelo salino? la determinación depende del tipo de investigador: los edafólogos expresan la salinidad como unidades de conductividad (dS/m) ó como inverso de la resistencia (mmho/cm), donde mho = 1/ohm. Un químico lo expresa en concentraciones y habla de ppm de sal ó de mg/l ó microg/ml. Los fisiólogos lo expresan también en concentración pero lo que más interesa es la interacción

del nº de moles/unidad de peso ó volumen (mM). Empíricamente existe una relación entre conductividad eléctrica y: 640mg/l sal disuelta 1dS/m 11mM de NaCl.

La salinidad afecta cada uno de los procesos fisiológicos y metabólicos de las plantas. La alta concentración de sales le ocasiona un desbalance iónico y un estrés osmótico y oxidativo (Xiong y Zhu, 2002). Zhu (2001) menciona que un fuerte estrés salino rompe la homeostasis del potencial de agua y la distribución de iones. La respuesta adaptativa de las plantas para tolerar la salinidad debe interconectar tres aspectos:

- ✓ Prevenir o reparar el daño o detoxificación
- ✓ Control de la homeostasis, influye la homeostasis iónica y la osmótica que deben ser restablecidas frente a las nuevas condiciones de estrés.
- ✓ El control del crecimiento, debe reanudarse pero con una tasa reducida.

Las especies vegetales difieren en sus respuestas al estrés salino, de acuerdo a ello se clasifican en dos grupos fisiológicos:

- Halófitas (planta salada).- toleran concentraciones de sales relativamente elevadas. Son plantas capaces de soportar sin daño aparente altas concentraciones de electrolitos en su ambiente.
- Glicófitas (planta dulce).- toleran sólo bajas concentraciones salinas, incluyen la mayoría de las plantas cultivadas.

Algunos autores reconocen otros grupos en cuanto a su respuesta a la salinidad:

- Plantas sensibles, muy sensibles ó algo tolerantes: glicófitas.
- Plantas poco sensibles: halófitas.
- Facultativas.
- Obligadas: 70mM ó 4dS/m.

La respuesta de cada tipo de planta es diferente y si observamos el crecimiento de diferentes especies vegetales en función de la respuesta a NaCl obtendremos diferentes tipos de respuestas. Aunque se han establecido límites para separar ambos grupos (algunos autores señalan que las halófitas son capaces de completar su ciclo vital con concentraciones de 100 a 200 mM de NaCl en el sustrato). Las plantas cultivadas cubren un amplio espectro desde las muy sensibles a las totalmente tolerantes. La gama de tolerancia, varía con las especies y entre variedades de una misma especie. La mayoría del estrés provocado por salinidad es debido a sales de Na, principalmente NaCl.

Las glicófitas para cualquier incremento de NaCl en el sustrato ven disminuido su crecimiento, pero según el descenso del crecimiento en función de la tasa de NaCl distinguimos:

- Muy sensibles, disminuyen el crecimiento.
- Moderadamente sensibles, disminuyen el crecimiento.
- Glicófitas tolerantes, ligera disminución del crecimiento.

### **¿Cómo daña la presencia de Na<sup>+</sup> al metabolismo de la planta?**

Las proteínas que proporcionan una estructura óptima a la planta necesitan de un ambiente iónico adecuado, si se incrementa la concentración de sales cambiamos la configuración de estas proteínas ya que disminuyen los enlaces electrostáticos y aumentan los enlaces hidrofóbicos, pudiendo cambiar la función de la proteína lo cual afecta al metabolismo.

La presencia elevada de iones también afecta a las membranas. El efecto más espectacular lo vemos cuando pasamos una planta de bajo a alto enlace iónico la planta glicófita presentará síntomas de shock salino y se da un flujo de iones K<sup>+</sup> hacia el medio exterior y la consiguiente desecación de la planta. Si realizamos el cambio más paulatinamente a un ambiente con más fuerza iónica también tendremos efectos en las membranas pero no tan drásticos, serán efectos más tardíos, se produce un incremento en la absorción de K<sup>+</sup> y consecuentemente semanas después daños en la membrana.

Debido a la competencia entre iones nutritivos y el NaCl, por ejemplo inhibición competitiva del K<sup>+</sup> por el Na<sup>+</sup>, interacciones en la absorción de Ca y Mg y también déficit de P aunque no por inhibición competitiva del K<sup>+</sup> por el Na<sup>+</sup>, sino más bien por un menor crecimiento radicular, menor eficacia para captarlo del suelo con aumento del flujo de masa de Ca<sup>2+</sup>.

### **Síntomas de Salinidad en la Planta**

El límite de tolerancia a la salinidad viene indicado en primer lugar por un cese en el crecimiento, seguido por la muerte de los tejidos, que comienza a manifestarse como zonas dispersas de aspecto quemado en la hoja (zonas necróticas). A continuación aparece inhibición de yemas, pérdida de turgencia, caída de hojas y finalmente, marchitez irreversible de la planta.

Otro cambio típicamente inducido por la salinidad es la aparición de succulencia, mecanismo de dilución interna de sales por absorción de agua, lo que produce células con elevada relación volumen: superficie. La salinidad también induce el adelgazamiento y la menor ramificación en las raíces de las plantas sensibles, provocando un aumento en el espesor de las paredes celulares.

### **Aspectos Fisiológicos de la Salinidad**

En general la presencia de sales solubles en el medio de cultivo afecta negativamente al desarrollo de las plantas de tres formas:

- Disminuyendo el potencial hídrico del medio y restringiendo así la absorción de agua por las raíces (efecto osmótico).
- Por la absorción de iones salinos específicos, que puede determinar su acumulación en los tejidos en concentraciones que lleguen a ser tóxicas e induzcan desórdenes fisiológicos (toxicidad iónica específica).

- Las concentraciones elevadas de iones salinos también pueden modificar la absorción de los nutrientes esenciales determinando desequilibrios nutricionales (efecto nutricional).

### **Resistencia a la Salinidad**

La resistencia de los vegetales a un estrés ambiental puede deberse a:

- Evasión.- desarrollo de una barrera química o fisiológica que impide a las células sufrir una alteración en el equilibrio termodinámico en presencia del estrés.
- Tolerancia.- cuando la célula es capaz de soportar ese desequilibrio termodinámico por largos períodos sin daños aparentes.

En las zonas afectadas por salinidad, la principal solución ha sido la sustitución de cultivos sensibles por otros más tolerantes. Las técnicas de lavado de suelos han reducido el problema en algunos países, pero los costos de esta tecnología no están siempre al alcance de todos, por lo que se ha recurrido al empleo de cultivos con mayor tolerancia, como remolacha azucarera, cebada, algodón, etc., para reemplazar cultivos tradicionales (Shannon, 1997). El establecimiento de especies tolerantes a la salinidad (principalmente halófitas), puede disminuir la salinidad del suelo por la extracción y transporte de material con alto contenido salino fuera de los sitios afectados por sales (Malcolm, 1986, citado por Ochoa, 1994). Sin embargo, más importante aún es disponer de variedades tolerantes a salinidad. Esta

necesidad es aún mayor cuando la calidad del agua de riego es menor, por las prioridades establecidas (consumo humano y actividad industrial) en casos de sequía.

### **Mejoramiento Genético para Tolerancia a Salinidad**

El interés por mejorar la tolerancia de los cultivos a la salinidad ha aumentado en los últimos años, empleando métodos de mejoramiento tradicionales o a través de organismos genéticamente modificados. La incorporación de genes de parientes silvestres tolerantes, la domesticación de plantas halófilas silvestres, y la identificación de caracteres relacionados con tolerancia empleando marcadores moleculares (Ashraf, 1994; Shannon, 1997), o bien la incorporación de genes cuya expresión modifica mecanismos bioquímicos y fisiológicos involucrados en la tolerancia (Yeo, 1998; Hasegawa *et al.*, 2000).

La tolerancia a las sales es un carácter poligénico, heredable, que involucra respuestas al estrés iónico y osmótico a nivel celular (Yeo, 1998; Saleki *et al.*, 1993; Foolad y Jones, 1992; Cheeseman, 1988). La mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación y emergencia que durante las fases de crecimiento y desarrollo posteriores (Lucero, 1970; Ayers, 1950). Las sales actúan en forma tóxica a la germinación de la semilla. La acción tóxica del catión o del anión puede superar al efecto producido sobre

la presión osmótica (Guerrier, 1981). Además, al disminuir  $\Psi$  en el suelo, las sales bajan el porcentaje y la tasa de germinación (Bradford, 1995).

Los efectos de la salinidad varían dependiendo de la fase de crecimiento y de la duración del estrés. En algunas especies, la tolerancia a la salinidad en la germinación es independiente de la tolerancia a la salinidad en la emergencia, crecimiento vegetativo, floración y fructificación. Por otra parte varios autores mencionan que el agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) presenta mayor sensibilidad en la etapa de germinación que en la vegetativa (Bazzigalupi *et al.*, 2008).

La salinidad afecta el crecimiento y producción de los cultivos al reducir el potencial hídrico de la solución del suelo, disminuyendo así la disponibilidad de agua, y al crear un desequilibrio nutritivo dado la elevada concentración de elementos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) que pueden interferir con la nutrición mineral y el metabolismo celular. En consecuencia, los diversos efectos observados a distinta escala, desde reducción de turgencia y crecimiento hasta la pérdida de la estructura celular por desorganización de membranas e inhibición de la actividad enzimática, son el producto combinado de estrés hídrico, toxicidad iónica y desequilibrio nutricional.

Aun en agua (0,0 MPa) no todas las semillas germinan simultáneamente, existiendo diferencias en los  $\psi$  entre semillas de la misma población. La distribución en el tiempo es un indicador de la uniformidad del lote de semillas. Cuando disminuye el potencial de la solución aumenta en forma progresiva el tiempo para alcanzar un determinado porcentaje de germinación. Las semillas más lentas son las que presentan valores de  $\psi$  más altos (Bradford, 1995).

De acuerdo a Blum (1988), Norlyn y Epstein (1984) y Greenway (1965) la evaluación de materiales en estado de germinación y plántulas son prácticos y efectivos para identificar material tolerante a salinidad. Por el contrario, Ashraf *et al.* (1986) y Shannon (1979), mencionan que es importante evaluar la tolerancia en todas las etapas de desarrollo. Al hablar de estrés salino hablamos de un estrés producido por una concentración de iones tan elevada que produce estrés iónico y un estrés osmótico, por lo tanto:

**Estrés salino = estrés iónico + estrés osmótico.**

### **Germinación en Suelos Salinos**

Koller y Hadas (1982) mencionan que la germinación puede ser limitada por bajo potencial mátrico, bajo potencial osmótico o concentraciones tóxicas de iones específicos. Las semillas de diferentes especies varían en sus niveles de hidratación, debajo de los cuales los procesos fisiológicos de germinación son suprimidos. La germinación en suelos con bajo potencial agua es limitada,

también, por la reducida entrada de agua en la semilla, principalmente cuando el contacto suelo-semilla es muy pobre.

El potencial osmótico de los suelos salinos no es necesariamente aditivo al potencial mátrico en la limitación de la absorción de agua por la semilla. Algunos autores hacen referencia a que la absorción de iones por la semilla puede provocar el descenso de su propio potencial osmótico y facilitar la hidratación, ya que habrá un gradiente de potencial entre suelo y semilla, aunque también es posible que la absorción de iones pueda interferir en la germinación, dependiendo de la especie y las sales presentes en el suelo (Ochoa, 1994).

### **Establecimiento de Plántulas en Suelos Salinos**

Osmond *et al.* (1980) citados por Ochoa (1994) mencionan que el establecimiento es más sensible a las adversidades del medio ambiente que la germinación de la semilla. La tolerancia a la salinidad y bajo potencial osmótico en germinación, estado de plántula y planta adulta, no están correlacionados en una misma especie. Por lo que, estudios de crecimiento, sobrevivencia, productividad y dinámica de los pastizales bajo condiciones de salinidad son muy necesarios. La salinidad del suelo puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas por reducción de la disponibilidad de agua, por interferencia con procesos fisiológicos o por la creación de un desbalance nutricional.

La reducción del agua disponible o "sequía fisiológica" debida a la salinidad, indica que la mayoría de las plantas que se desarrollan en suelos salinos ajustan su potencial osmótico para mantener la absorción de agua y turgencia de los tejidos. Turner y Jones (1980) citados por Ochoa (1994) mencionan que para realizar este ajuste osmótico deben absorber y acumular solutos o sintetizarlos. Aunque se ha sugerido que el crecimiento en condiciones de bajo potencial osmótico depende del ajuste osmótico realizado por la propia planta para mantener la turgencia necesaria que lleva al alargamiento celular. Esto conduce a una gran reducción del crecimiento, aunque la turgencia sea mantenida, ya que este proceso es de alto costo en términos energéticos para la planta.

La capacidad para tolerar o excluir iones específicos y ajustar su potencial osmótico para mantener un balance hídrico favorable, es considerada la parte esencial de la tolerancia a la salinidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coah., durante el año 2011. El Campo Universitario se encuentra a 25° 21' latitud norte y 101° 22' longitud oeste, con una altura de 1743 msnm (Mendoza, 1983).

### **Material Genético**

#### **AN17PS (H17)**

Se utilizó semilla del híbrido de zacate buffel AN17PS (H17). Es un híbrido apomítico generado en el Programa de Pastos de la UAAAN por cruzamiento del clon sexual TAM CRD B-1s X Zaragoza-115. Las inflorescencias son de color púrpura y el follaje verde claro, tiene buen rendimiento de forraje, presenta buena tolerancia a heladas y resistencia al tizón del zacate buffel (*Pyricularia grisea*). Debido a la superioridad de H-17 en comparación a buffel Común, con respecto a la tolerancia a heladas y resistencia al tizón del zacate buffel, se le considera una buena alternativa para sustituir a esta variedad (González y Gómez, 2000; Gómez y González, 2002).

### **Común (T-4464)**

Común es la variedad de buffel más distribuida en el norte de México y sur de Texas. Es un apomíctico obligado, de color verde claro, inflorescencias púrpura que reúne las características de buena producción de forraje y semilla. Presenta un buen desarrollo en suelos livianos (Ayerza, 1981). Sin embargo, en los últimos años se ha mostrado fuertemente susceptible al tizón foliar del zacate buffel que disminuye fuertemente el rendimiento y la calidad del forraje y la semilla (González *et al.*, 1998).

### **Híbridos # 5 y 7**

Son híbridos experimentales generados en el Programa de Pastos de la UAAAN. En las evaluaciones realizadas estos genotipos se han mostrado prometedores para producción de forraje y semilla, así como para otras características agronómicas deseables.

## **Metodología**

La presente investigación se realizó en dos etapas: En el experimento I se realizaron pruebas de germinación estándar para evaluar la tolerancia de H17 en la fase de germinación a diferentes tipos y concentraciones de sales, la semilla utilizada en esta investigación se cosechó en junio de 2010 y se desglumó el 3 de enero de 2011.

### **Preparación de la Semilla**

Antes de la siembra, la semilla se homogenizó y se desinfectó con captan, distribuyéndolo de manera uniforme a todas las semillas. También, previo a realizarse la siembra, la germinadora se lavó y desinfectó con alcohol al 96% para evitar posibles contaminaciones por patógenos; así mismo, las cajas petri se lavaron y se esterilizaron, junto con el papel filtro, en una autoclave.

### **Preparación de las Soluciones Salinas**

Las soluciones se prepararon en el laboratorio de Citogenética. Primero se pesaron todas las dosis de sales NaCl y Bisal (NaCl y CaCl) en una balanza analítica, cuidando de que las sales no se mezclaran y que pesaran lo indicado para no alterar la concentración. Las soluciones se aforaron a 500 ml de agua destilada, depositando cada solución en un frasco con tapa, previamente desinfectado y cubierto con papel aluminio para evitar contaminaciones.

Una vez que las soluciones y cajas petri estuvieran preparadas, se tomaron en cuenta las siguientes precauciones para evitar contaminación de las cajas petri:

- Se utilizaron guantes de plástico esterilizados durante la preparación de las soluciones y siembra del material.
- Se desinfectó el área de trabajo.
- La siembra fue realizada de manera continua por una sola persona.

## **Siembra**

La siembra se realizó en la bodega del Programa de Pastos de la UAAAN el 18 de Marzo de 2011 con semillas escarificadas (cariópsides). Las unidades experimentales fueron cajas petri, utilizando doble papel filtro como sustrato, previamente las cajas se rotularon con el número del tratamiento, repetición y fecha de siembra, se aplicaron 6 ml de la solución salina a cada caja petri con una pipeta. Se colocaron 50 semillas por unidad experimental y posteriormente se distribuyeron las semillas utilizando una aguja de disección. Se realizó un sorteo para distribuir los tratamientos a las unidades experimentales (Cuadro 1), se ubicaron todas las unidades experimentales de cada repetición en una charola. En la germinadora, diariamente se rotaron las charolas de tal manera que la charola uno pasaba a la posición dos, la dos a la tres, la tres a la cuatro y a su vez la charola cuatro pasaba a la uno. La temperatura de la germinadora se programó a  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una alternancia de luz: oscuridad de 8:16 hr respectivamente.

Durante el desarrollo del experimento se le proporcionó agua destilada a todas las cajas petri de acuerdo a como fue necesario, para evitar que una vez iniciando el proceso de germinación, se interrumpiera por falta de humedad.

## Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos 2 x 5. Se utilizo este diseño, por que los tratamientos que se encontraban en las repisas de cada repetición, tuvieran las mismas condiciones dentro de la germinadora. Donde el factor A fueron tipos de sal con dos niveles: NaCl y Bisal (una mezcla de Nacl y Cacl) y el factor B concentración de las sales con cinco niveles: 0, 4000, 8000, 12000 y 16000 ppm con un total de 10 tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 40 unidades experimentales (Cuadro 1).

Los tratamientos utilizados en el experimento 1 fueron los siguientes:

Tratamientos	Sales	
	Tipo	Concentración Ppm
1	NaCl	0 (Testigo)
2		4000
3		8000
4		12000
5		16000
6	Bisal (NaCl y CaCl)	0 (Testigo)
7		4000
8		8000
9		12000
10		16000

Cuadro 1. Croquis del experimento I del híbrido H17 de zacate buffel sometido a dos tipos de sales y cuatro concentraciones de sales. Saltillo, Coah. 2011.

40	39	38	37	36	R IV
T2	T3	T1	T7	T8	
31	32	33	34	35	
T9	T5	T10	T4	T6	
30	29	28	27	26	R III
T4	T10	T5	T8	T7	
21	22	23	24	25	
T1	T2	T6	T3	T9	
20	19	18	17	16	R II
T10	T7	T5	T3	T8	
11	12	13	14	15	
T2	T1	T9	T6	T4	
10	9	8	7	6	R I
T9	T10	T7	T8	T4	
1	2	3	4	5	
T6	T2	T3	T1	T5	

## Experimento II

En el experimento II se realizaron pruebas de germinación para evaluar la tolerancia a salinidad por NaCl a 8000 ppm de cuatro genotipos de zacate buffel, en esta etapa la metodología utilizada fue la misma que para el experimento I. El diseño experimental fue bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos A x B, donde el factor A fueron variedades con cuatro niveles: H17, Común, híbridos 5 y 7 y el factor B concentraciones con dos niveles: 0 y 8 000 ppm con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 32 unidades experimentales. Se realizó un sorteo para distribuir los tratamientos en las charolas (Cuadro 2) y las charolas se rotaron diariamente. La siembra se realizó el día 22 de Junio de 2011. La semilla de Común y de los híbridos 5 y 7 fue cosechada en Zaragoza, Coahuila en Octubre de 2010 y escarificada el 20 de Junio para realizar las pruebas con grano limpio.

Los tratamientos utilizados en el experimento II fueron los siguientes:

Tratamientos	Genotipo	Concentración NaCl (ppm)
1	M5	0
2		8000
3	M7	0
4		8000
5	Común	0
6		8000
7	H17	0
8		8000

Cuadro 2. Croquis del experimento II. Efecto del estrés salino sobre cuatro genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, 2011.

32	31	30	29	R IV
T8	T6	T4	T2	
25	26	27	28	
T1	T3	T5	T7	
24	23	22	21	R III
T8	T6	T4	T2	
17	18	19	20	
T1	T3	T5	T7	
16	15	14	13	R II
T8	T6	T4	T2	
9	10	11	12	
T1	T3	T5	T7	
8	7	6	5	R I
T8	T6	T4	T2	
1	2	3	4	
T1	T3	T5	T7	

## **Toma de Datos**

Para los dos experimentos se determinó

### **Porcentaje de Germinación**

Basado en el porcentaje de germinación final después de 28 días clasificando las plántulas como normales, anormales y las semillas no germinadas como latentes o muertas.

**Plántulas Normales.** Fueron aquellas que tenían bien desarrolladas sus estructuras esenciales: radícula y plúmula, una semilla se consideró germinada cuando la radícula medía 1 cm de longitud y la plúmula 0.5 cm.

**Plántulas Anormales.** Se consideraron plántulas anormales aquellas plántulas sin raíz primaria o raíces cortas y débiles, sin plúmula o que esta estructura estuviera pálida, delgada y/o hoja albina.

**Semillas Latentes.** Fueron aquellas semillas viables, pero que al final de la prueba no germinaron, aún cuando se encontraron en condiciones adecuadas de humedad, temperatura, etc. para hacerlo.

**Semillas Muertas.** Fueron aquellas semillas, que no germinaron, de apariencia acuosa causada por patógenos y/o bacterias.

## **Índice de Velocidad de Germinación (IVG)**

Durante la prueba de germinación estándar, cada 24 hr se cuantificó el número de semillas germinadas. El cálculo del IVG se realizó de acuerdo a la propuesta de Maguire (1962).

$$\sum N/D$$

*Donde:*

*N= El número de semillas que han germinado diariamente*

*D= El número de días acumulado para ese conteo*

## **Análisis de Datos**

El diseño experimental utilizado para estas investigaciones, fueron de bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos con cuatro repeticiones. Los datos de ambos experimentos se sometieron a la técnica del análisis de varianza (ANVA), y en los casos en que hubo significancia se realizó la comparación de medias de Diferencia Mínima Significativa a un nivel de  $\alpha = 0.05$ .

El modelo estadístico del diseño bloques al azar con arreglo factorial de los tratamientos:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

*Donde:*

$Y_{ijk}$  : Variable de respuesta

$\mu$  : Media global poblacional

$\alpha_i$  : Efecto debido al  $i$ -ésimo nivel del factor A

$\beta_j$  : Efecto debido al  $j$ -ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$  : Efecto de la interacción en la combinación  $ij$

$\varepsilon_{ijk}$  : Error aleatorio con media 0 y  $\sigma^2$  constante

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento I

#### Porcentaje de Germinación

En el análisis de varianza para el porcentaje de germinación del experimento 1 de plantas normales (PN), se detectaron diferencias significativas para el tipo de sal ( $\alpha \leq 0.05$ ), diferencias altamente significativas para concentración de sales ( $\alpha \leq 0.01$ ) y no se detectaron diferencias significativas en la interacción ni para bloques (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza del efecto del tipo y concentración de sal sobre la germinación del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$	
					0.05	0.01
Bloques	3	7.075	2.358	0.302 <sup>NS</sup>	2.96	4.60
Tipo de Sal	1	46.220	46.225	5.922 <sup>*</sup>	4.21	7.68
Concentración	4	1189.850	297.472	38.133 <sup>**</sup>	2.73	4.11
Interacción	4	29.650	7.410	0.949 <sup>NS</sup>	2.73	4.11
Error Exp.	27	210.750	7.805			
Total	39	1482.974				

**C.V= 38%**

*\*\* Altamente Significativo al  $\alpha = 0.01$ ; \* Significativo al  $\alpha = 0.05$ ; NS= No Significativo.*

En el Cuadro 4 se presentan las medias de germinación bajo diferentes concentraciones de sales, se observa que el testigo, como es de esperarse, obtuvo el porcentaje de germinación más alto (29.7%) y fue diferente estadísticamente al resto de los tratamientos. A 4000 ppm ya se observa un poco el efecto de la salinidad sobre la germinación, ya que esta disminuyó un 26 por ciento con respecto al testigo. Un efecto más fuerte se observa en el nivel de 8000 ppm que fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos y donde la germinación disminuyó un 52.1 por ciento con respecto al testigo.

Cuadro 4. Efecto de la concentración de sales sobre la germinación del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.

<b>Concentración de Sales Ppm</b>	<b>Germinación %</b>	
Agua	29.7	<b>A</b> <sup>1</sup>
4000	22.0	<b>B</b>
8000	14.2	<b>C</b>
16000	2.7	<b>D</b>
12000	1.5	<b>D</b>

1. *Literales diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba DMS ( $\alpha \leq 0.05$ ).*

Un efecto más severo sobre la germinación se obtuvo con las concentraciones de 16000 y 12000 ppm, que tuvieron valores de 2.7 y 1.5 por ciento respectivamente, los cuales fueron iguales estadísticamente entre si y diferentes al resto de los tratamientos, como se observa en el Cuadro 4, las

sales inhibieron completamente la germinación en estas concentraciones. Esto nos indica que el estrés salino a estas concentraciones (16000 y 12000 ppm) afectaría seriamente el establecimiento del híbrido H17.

En la Figura 1 se observa que a medida que se incrementa la concentración de sales, el porcentaje de germinación disminuye. Se observa que a 4000 ppm la germinación disminuyó en 22 por ciento, el efecto es más fuerte a 8000 y más drástico a 12000 y 16000 ppm. Las dos concentraciones salinas más altas inhibieron casi totalmente la germinación, la concentración salina de 12000 ppm redujo la germinación un 95 por ciento con respecto al testigo.

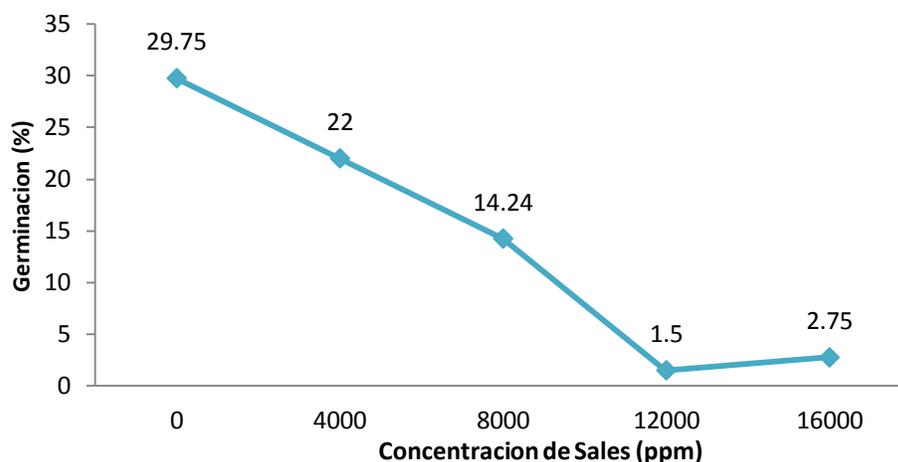


Figura 1. Efecto de la concentración de sales sobre la germinación del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN, 2011.

En cuanto al tipo de sal el NaCl tuvo un efecto más drástico sobre la germinación, ya que se obtuvo un 11.8 por ciento de germinación y fue estadísticamente diferente a la bisal (NaCl y CaCl) que obtuvo un porcentaje de germinación de 16.2 por ciento. Estos resultados concuerdan con los de algunos autores que mencionan que el NaCl es más tóxico durante la germinación y es la sal más común que se encuentra en zonas áridas y por lo general no se encuentra mezclada con otra sal.

### Índice de Velocidad de Germinación

El análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación (IVG) no detectó diferencias significativas entre bloques, ni para el factor A (tipos de sales), ni para la interacción; pero si se detectaron diferencias altamente significativas para las concentraciones de sales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza del efecto del tipo y concentración de sal sobre el IVG del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$	
					0.05	0.01
<b>Bloques</b>	3	0.4291	0.1430	0.319 <sup>NS</sup>	2.96	4.60
<b>Tipo de Sal</b>	1	1.5128	1.5128	3.373 <sup>NS</sup>	4.21	7.68
<b>Concentración</b>	4	71.1313	17.7828	39.650 <sup>**</sup>	2.73	4.11
<b>Interacción</b>	4	0.8971	0.2242	0.500 <sup>NS</sup>	2.73	4.11
<b>Error Exp.</b>	27	12.5382	0.4179			
<b>Total</b>	39	86.0796				
<b>C.V= 38.59%</b>						

**\*\* Altamente Significativo al  $\alpha = 0.01$ ; \* Significativo al  $\alpha = 0.05$ ; NS= No Significativo.**

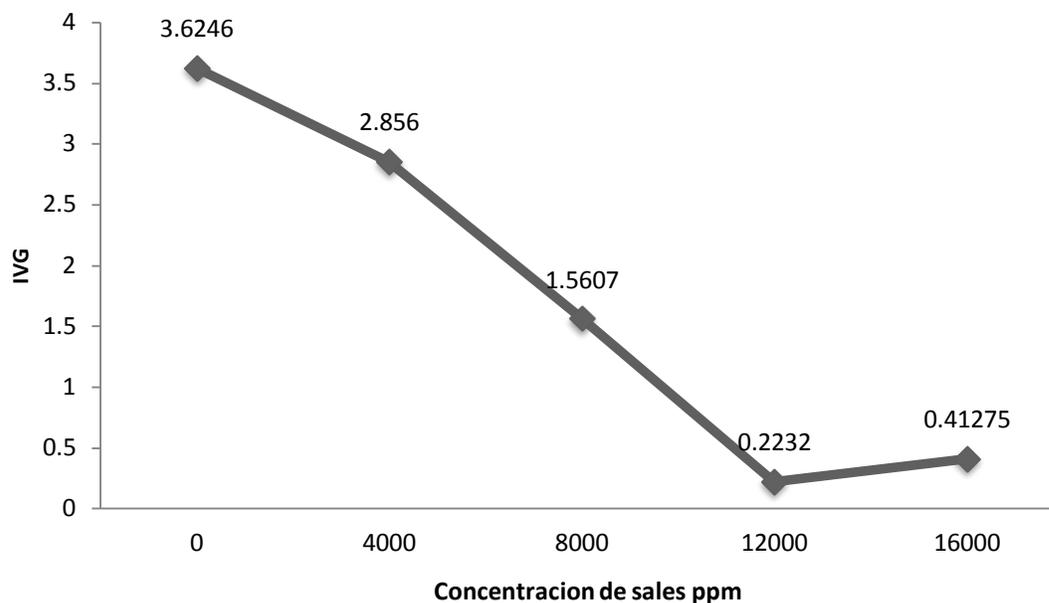
En el Cuadro 6 se presentan las medias de las concentraciones de sales sobre el IVG, el valor más alto de IVG (3.624) lo obtuvo el testigo y fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, seguido de la concentración de 4000 ppm con un valor de 2.856, en esta concentración el IVG disminuyó en un 21.2% con respecto al testigo.

Cuadro 6. Efecto de la concentración de sales sobre el IVG del híbrido H17 de zacate buffel. UAAAN 2011.

<b>Concentración de Sales ppm</b>	<b>Plántulas Normales IVG</b>
Agua	3.624 A <sup>1</sup>
4000	2.856 B
8000	1.560 C
16000	0.412 D
12000	0.223 D

1. Literales diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba DMS ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Se observa un efecto más negativo de las sales en la concentración de 8000 ppm que obtuvo un IVG de 1.560 y que estadísticamente fue diferente al resto de los tratamientos. En esta concentración el IVG disminuyó en un 56.9% seguido de la concentración de 16000 ppm que obtuvo un IVG de 0.412 y que fue estadísticamente igual a la concentración de 12000 ppm con un IVG de 0.223 y que a su vez fueron diferentes al resto de los tratamientos. En estas dos concentraciones el efecto de las sales fue drástico ya que el IVG disminuyó 88.61 y 93.9 por ciento en las concentraciones de 16000 y 12000 ppm respectivamente (Figura 2).



*Figura. 2. Velocidad de germinación (IVG) del híbrido H17 de zacate buffel en agua destilada (testigo) y cuatro soluciones salinas. UAAAN, 2011.*

La velocidad o tasa de germinación es el tiempo que toma la semilla en germinar completamente, es usada como herramienta en programas de mejoramiento de forrajes para evaluar el vigor de las plantas (Maguire, 1962); por lo que se desprende que a 8000 ppm de sales las plantas de esta variedad tendrían un pobre comportamiento en el campo. La salinidad afectó en la misma magnitud tanto al porcentaje como a la tasa de germinación de la semilla del híbrido H17; los resultados indican que el efecto fue bastante drástico cuando la concentración de la solución fue de 12000 ppm o mayor.

## Plantas Anormales

El análisis de varianza para plántulas anormales (Cuadro 7) no detectó diferencias significativas entre bloques, tipo de sales, ni para la interacción y si diferencias altamente significativas para las concentraciones de sales ( $\alpha \leq 0.01$ ).

Cuadro 7. Análisis de varianza para número de plántulas anormales de zacate buffel H17 con dos tipos de salinidad y concentraciones salinas. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$	
					0.05	0.01
Bloques	3	6.474	2.158	0.419 <sup>NS</sup>	2.96	4.60
Tipo de Sal	1	2.025	2.025	0.394 <sup>NS</sup>	4.21	7.68
Concentración	4	268.650	67.162	13.067 <sup>**</sup>	2.73	4.11
Interacción	4	40.849	10.212	1.998 <sup>NS</sup>	2.73	4.11
Error Exp.	27	138.775	5.139			
Total	39	456.775				

**C.V= 44.67 %**

*\*\* Altamente Significativo al  $\alpha = 0.01$ ; \* Significativo al  $\alpha = 0.05$ ; NS= No Significativo.*

En el Cuadro 8 se observan las medias del porcentaje de plántulas anormales bajo diferentes concentraciones de sales, el mayor número de PA se observaron en el testigo con el 18.75 por ciento de plántulas afectadas que fue estadísticamente igual a la concentración de 4000 ppm.

Cuadro 8. Comparación de medias para plántulas anormales del híbrido H17 de zacate buffel en agua destilada y cuatro concentraciones salinas. UAAAN 2011.

<b>Concentración de Sales ppm</b>	<b>Plántulas Anormales %</b>
Agua	18.7 A <sup>1</sup>
4000	14.0 A
8000	9.2 B
16000	6.3 BC
12000	1.2 C

1. Literales diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba DMS ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Las plántulas anormales mostraron poco crecimiento de radícula o plúmula, además a la concentración de 4000 ppm las plántulas tenían necrosado el ápice de las plúmulas y radículas o plántulas enrolladas. A concentraciones de 8000 ppm con 9.25 por ciento fue igual estadísticamente a 16000 ppm con 6.3 por ciento y este a su vez fue estadísticamente igual a 12000 ppm que tuvo el menor porcentaje de plántulas anormales con (3.25 %). La sintomatología de las plántulas anormales fue la misma en todas las concentraciones.

Griffa *et al.* (2010) en un estudio realizado bajo condiciones hidropónicas, reportaron a la variedad Texas 4464 (conocida como Común) susceptible a estrés salino en etapa de plántula a 300 mM (500 ppm) de NaCl. En su estudio la variedad Biloela fue tolerante a la salinidad a 300 mM de NaCl. Graham y Humphreys (1970) también han reportado a Biloela como una variedad tolerante a este factor abiótico.

En este experimento la salinidad parece haber tenido un efecto benéfico reduciendo el número de plantas anormales y este efecto fue mayor al aumentar la concentración de la salinidad en la solución.

## Experimento II

### Porcentaje de Germinación

En el Cuadro 9 se presenta el análisis de varianza para el porcentaje de germinación, no detectó diferencias significativas entre bloques, entre los niveles de concentración de sales, ni para la interacción; pero si detectó diferencias altamente significativas entre los niveles del factor B (genotipos). Esto indica que los materiales evaluados no se vieron afectados por el NaCl a 8000 ppm y que las diferencias observadas son debidas principalmente a los genotipos.

Cuadro 9. Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 20011.

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$	
					0.05	0.01
Bloques	3	133.375	44.458	0.691 <sup>NS</sup>	3.07	4.87
Genotipos	3	12270.375	4090.125	63.571 <sup>**</sup>	3.07	4.87
Concentración	1	24.500	24.500	0.380 <sup>NS</sup>	4.32	8.02
Interacción	3	66.500	22.166	0.344 <sup>NS</sup>	3.07	4.87
Error Exp.	21	1351.125	64.339			
Total	31	13845.875				

**C.V= 15.90 %**

\*\* Altamente Significativo al  $\alpha = 0.01$ ; \* Significativo al  $\alpha = 0.05$ ; NS= No Significativo

En el Cuadro 10 se presenta la comparación de medias del porcentaje de germinación de cuatro genotipos de zacate buffel de acuerdo a DMS ( $\alpha \leq 0.05$ ). El genotipo M5 obtuvo el porcentaje de germinación más alto (71.75%) y fue estadísticamente diferente al resto de materiales. El genotipo M7 mostró 57% de germinación y fue estadísticamente igual a la variedad Común que tuvo 54.5% de germinación. Estos materiales tuvieron 14.75 y 17.21 por ciento menos germinación que el genotipo M5. El híbrido H17 tuvo el porcentaje de germinación más bajo (18.5%) y fue estadísticamente diferente al resto de los materiales, su porcentaje de germinación fue 53.25 % más bajo que el genotipo M5.

Cuadro 10. Comparación de medias de la germinación de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.

<b>Genotipos</b>	<b>Germinación %</b>	
M5	71.7	A
M7	57.0	B
Común	54.5	B
H17	18.5	C

*Literales diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba DMS ( $\alpha \leq 0.05$ ).*

En la Figura 3 se observa el porcentaje de germinación de los cuatro genotipos de zacate buffel. Castro (2003) en un estudio sobre porcentaje de germinación de tres materiales de zacate buffel a diferentes fechas de

almacenamiento reportó porcentajes de germinación para H17 de 30.78, 25.78 y 40.25 a 1.5, 2.4 y 3.5 meses de almacenamiento respectivamente. Estos porcentajes fueron superiores a los encontrados en este experimento. Lo que nos indica que probablemente a la fecha H17 ya había perdido gran parte de su viabilidad. En esta investigación la variedad Común con aproximadamente seis meses de almacenamiento obtuvo un porcentaje de germinación de 54.5 por ciento, estos resultados difieren de los reportados por Castro (2003) en su estudio encontró para Común porcentajes de germinación de 26.95, 21.70 y 20.75 a 1.5, 2.5 y 3.5 meses de almacenamiento respectivamente, ella concluye que a los 45 días de cosechada la semilla no es apta para siembra. Lo que indica que a esta fecha la latencia en la semilla de Común posiblemente ya estuviera rota.

Desde hace tiempo se conoce que la capacidad de germinación de la semilla de zacate buffel recién cosechada es muy pobre aun bajo condiciones favorables debido a la latencia y que esta desaparece en gran parte con el reposo de la semilla, el tiempo de reposo de la semilla varía con el genotipo. Para el caso de buffel Común la máxima capacidad de germinación se alcanza entre 6 y 18 meses después de la cosecha. Kelk y Donald (1983) en Sudáfrica recomiendan la siembra de semilla de zacate buffel con un período de reposo de 9 a 12 meses. En ese mismo sentido Paull y Lee (1978) y Cavaye (1991) mencionan que la semilla para la siembra debe tener un almacenamiento de 9 a 12 meses.

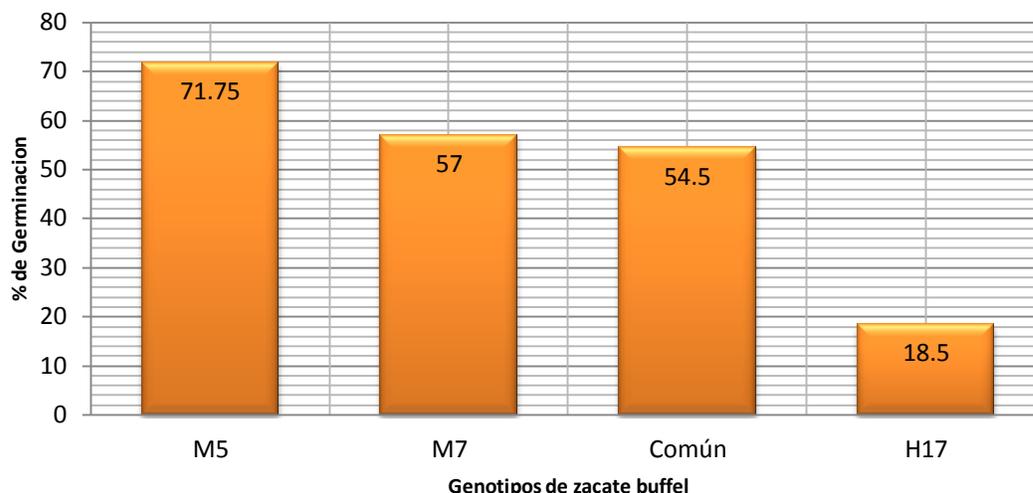


Figura 3. Porcentaje de germinación de cuatro genotipos de zacate buffel. UAAAN 2011.

Gómez (2003) reporta porcentajes de germinación del híbrido H17 de 30.50, 25.12 y 38.15 a los 3, 4.5 y 6 meses de almacenamiento respectivamente. Para la variedad Común en estos mismos tiempos de reposo los porcentajes de germinación fueron: 23.25, 18.75 y 62.2 % respectivamente. El concluye que el período de almacenamiento para H17 debe ser de seis meses como mínimo. Los resultados obtenidos en esta investigación con Común son similares a los de Gómez (2003).

### Índice de Velocidad de Germinación

En el Cuadro 11 se presenta el análisis de varianza para el IVG, no se detectó diferencias significativas entre repeticiones, ni entre los niveles del factor B (concentraciones de sales), ni para la interacción, pero si detectó diferencias altamente significativas ( $\alpha \leq 0.01$ ) entre los niveles del factor A (genotipos de zacate buffel).

Cuadro 11. Análisis de la varianza para velocidad de germinación (IVG) de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC	F $\alpha$	
					0.01	0.05
Repeticiones	3	5.002	1.667	0.697 <sup>NS</sup>	3.07	4.87
Genotipos	3	809.658	269.886	112.918 <sup>**</sup>	3.07	4.87
Concentración	1	3.127	3.127	1.308 <sup>NS</sup>	4.32	8.02
Interacción	3	4.382	1.460	0.611 <sup>NS</sup>	3.07	4.87
Error Exp.	21	50.191	2.390			
Total	31	872.362				
C.V.= 14.62%						

*\*\* Altamente Significativo al  $\alpha = 0.01$ ; \* Significativo al  $\alpha = 0.05$ ; NS= No Significativo.*

La comparación de medias del IVG entre los genotipos se presenta en el Cuadro 12. Todos los genotipos fueron estadísticamente diferentes. El genotipo M5 obtuvo el IVG más alto (16.32). Fue seguido del genotipo M7 con un IVG de 13.2 y seguidos por Común y H17 cuyos IVG fueron de 9.70 y 2.79 respectivamente.

Cuadro 12. Comparación de medias para la velocidad de germinación (IVG) de cuatro genotipos de zacate buffel en dos concentraciones de NaCl. UAAAN 2011.

Genotipos	Plántulas Normales IVG
M5	16.32 A <sup>1</sup>
M7	13.20 B
Común	9.70 C
H17	2.79 D

1. Literales diferentes dentro de una columna indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba DMS ( $\alpha \leq 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

1. La germinación de las semillas del híbrido AN17PS de zacate buffel es afectada negativamente por el tipo de sal así como la concentración de sal en la solución.
2. La mayor reducción en la germinación de la semilla de AN17PS es cuando la salinidad es causada por NaCl, indica toxicidad por los iones de Na y de Cl.
3. La concentración de las soluciones salinas de NaCl y NaCl +CaCl (Bisal) redujo por igual la rapidez de la germinación del híbrido AN17PS.
4. La concentración de 8000 ppm de NaCl redujo el porcentaje de germinación cuando se probaron más genotipos del zacate buffel.
5. Las diferencias entre los genotipos del zacate buffel indican que es posible seleccionar en la especie para tolerancia a salinidad por NaCl durante la germinación.

6. La germinación de la variedad estándar Común para germinar bajo salinidad por NaCl puede considerarse limitada ya que el híbrido M5 la superó en más de 30%.
  
7. La rapidez de germinación bajo condiciones de salinidad por NaCl puede ser mejorada mediante el desarrollo de híbridos superiores como el híbrido experimental M5.

## LITERATURA REVISADA

- Anderson, E.R. 1970. Effect of flooding on tropical grasses. In: Proc. 11 Int-Grasslands Congress. Surfer Paradise pp: 591-594.
- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plant. *Critical Reviews in Plant Sciences* 13:17-42.
- Ashraf, M, T. Mcneilly and A.D. Bradshaw. 1986a. Heritability of sodium chloride tolerance in seven grass species. *Euphytica* 35:935-940.
- Asker, S. 1979. Progress in apomixis research. *Hereditas* 9: 231-240.
- Ayers, A. D. 1950. Seed germination as affected of soil moisture and salinity. *Agronomy Journal* 44: 82-84.
- Ayerza R., H. 1981. El buffel grass: Utilidad y manejo de una promisoría gramínea. Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- Bashaw, E.C. 1962. Apomixis and sexuality in buffel grass. *Crop Sci.* 2: 412-415.
- Bashaw, E.C. 1985a. Buffel grass origins. In: E.C.A. Range and Schuster (eds.). *Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality*. The Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U.S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service. College Station, Texas MP-1575. pp 6-8.
- Bashaw, E.C. 1985b. Cytology and germplasm potential apomictic pentaploid accessions of buffel grass. *In. Agronomy abstracts*, ASA, Madison, WI. p. 48.
- Bashaw, E.C. and W.W. Hanna. 1990. Apomictic reproduction. In: G.P. Chapman (ed.) *Reproductive versatility in the grasses*. Cambridge University Press. pp. 100-130.
- Bashaw, E. C. and K. W. Hignight. 1990. Gene transfer in apomictic buffelgrass through fertilization of an unreduced egg. *Crop Sci.* 30:571-575.

- Bath, V., K.K. Dwivedi, J.P. Khurana and S.K. Sopory. 2005. Apomixis: An enigma with potential applications. Special Section: Embriology of Flowering Plants. *Current Sci.* 89 (11) 1879-1893.
- Bazzigalupu O., Pistaralem M.S. y Andres N.A. 2008. Tolerancia a salinidad durante la germinacion de semillas provenientes de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). *Cien. Inv. Agr.* 35(3):277-285.
- Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Ratón/FL.
- Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. AGT Editor, S.A. México, D. F.
- Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In: J. Kigel and G. Galili (eds.). Seed development and germination. pp: 351-396. Marcel Dekker Inc. NY, USA.
- Burson, B.L. and B.A. Young. 2001. Breeding and improvement of tropical grasses. In: Sotomayor-Rios, A. and W.D. Pitman (eds.). Tropical Forage Plants: Development and use. Ed. CRC Press. Boca Raton. London, New York and Washington, D.C. pp. 59-79.
- Cárambula, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Ed. Agropecuario Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 517p.
- Castro M. N. 2003. Efecto del desglumado en la germinación de semilla fresca de dos nuevas variedades de zacate buffel *Pennisetum ciliare* L. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67 p.
- Cavaye, J.M. 1991. The buffel book a guide to buffel grass pasture development in Queensland. Queensland Department of Primary Industrie.
- Cheeseman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* 87:547-550.
- Cox, J. R., M.H. Martin R., F.A. Ibarra-F., J.H. Fourie., N.F.G. Rethman and D. G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *J. Range Manage.* 41:127-139.
- Devlin, R. 1982. Fisiología Vegetal. Ed. Omega Barcelona. pp. 471-484.
- Eguiarte V., J.A., A. González S. y R. Hernández S. 1991. El zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. y su potencial forrajero en la costa del Pacifico. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco. SARH. Boletín 24.

- Evangelou, V.P. 1994. Influence of sodium on soils of humid regions. In: Handbook of Plant and Crop Stress (M. Pessarakli, ed) Marcel Dekker, Inc. New York, pp. 31-62.
- Fisher, W.D., E.D. Bashaw and E.C Holt. 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. Agron. Journal 46: 401-404.
- Foolad, M.R. and R.A. Jones. 1992. Parent-offspring regression estimates of heritability for salt tolerance during germination in tomato. Crop Sci. 32:439-442.
- Gómez J., Y. R. 2003. Latencia de la semilla de dos nuevas variedades de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L). Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Mexico. 79p.
- Gómez M., S. y J.R. González D. 2002. Fertilización nitrogenada y fechas de aplicación en la producción de semilla de zacate buffel. Memorias XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1 a 5 de sep. Saltillo Coah. México. p. 207.
- González D. J.R. y S. Gómez M. 1992. Semilla pura y sus componentes en zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. Memoria XIV Congreso Nacional de Fitogenética, A. C. SOMEFI. Universidad Autónoma de Chiapas. P.467.
- González D. J.R. y S. Gómez M. 2000. Nuevos híbridos del zacate apomíctico buffel. Memorias Foro de Investigación: Avances y Resultados. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dirección de Investigación Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. pp. 19-24.
- González D. J.R., S. Gómez M y L. Pérez P. 1998. Componentes del rendimiento de semilla en híbridos apomícticos de *Cenchrus ciliaris* resistentes a *Pyricularia grisea*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Acapulco, Guerrero. p. 60.
- González D., J.R., S. Gómez M. y M.L. Cortes J. 1990. Tolerancia a heladas y producción de forraje y semilla de líneas y variedades de zacate buffel. Rev. Fitot. Mex. 13:79-86.
- Gould, F. W. 1975. The Grasses of Texas. College Station, Texas. Texas A&M University Press.
- Graham, T.W. and L.R. Humphreys. 1970. Salinity response of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry 10:725-728.

- Greenway, H. 1965. Plant responses to soil substrates. VII Growth and ion uptake throughout plant development in two varieties of *Hordeum vulgare*. Australian Journal Biological Sci. 18:763.
- Griffa S., A. Ribotta, E. López C., E. Tommasino, E. Carloni, C. Luna and K Grunberg. 2010. Evaluation seedling biomass and its components as selection criteria for improving salt tolerance in Buffel grass genotypes. Grass and Forage Sci. 65: 358-361.
- Guerrier, G. 1981. Influence de diferentes salinities (sels de sodium et sels de chlorure) sur la germination de *Raphanus sativus*. Plant and Soil 61:457-469
- Hanna, W.W. and E.C, Bashaw 1987. Apomixis; its identification and use in plant breeding. Crop Sci. 27: 1136-1139.
- Hanselka, C.W. 1988. Buffelgrass south Texas wonder grass. Rangelands 10:279:281
- Hanselka, C.W. y D. Johnson, 1991. Establecimiento y manejo de praderas de zacate buffel Común en el sur de Texas y en Mexico. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. 20-22 agosto Cd. Victoria, Tamp. pp-54-59.
- Hanselka, C.W., M.A. Hussey, and F. Ibarra F. 2004. Buffelgrass. In: Segoe Rd (ed) Warm-Season (C<sub>4</sub>) Grasses. Agronomy Monograph No. 45. pp:477-502. American Society of America.
- Hartmann, H.T y D.E. Kester. 1999. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Marino, A.A. (trad.). Ed. Continental. México pp. 136-150.
- Hasegawa, P.M., R.A. Bressan, J.K. Zhu and H.J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology 51:463-499.
- Holt, 1985. Buffel grass a brief history. In: E.C.A. Runge and J.L. Schuster (eds.) Buffel grass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U.S. Department of Agriculture-soil Conservation Service College Station, Texas. MP- 1575. pp. 15.
- Hussey, M.A. y E.C. Bashaw. 1990. Avances en el mejoramiento genético del zacate buffel. IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Cd. Victoria, Tamps. pp. 12-15.

- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 4: 1-177.
- Ibarra F., F., J.R Cox y M. Martin. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate buffel en México y sur de Texas. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. 20-23 Agosto. Cd. Victoria, Tamps. pp. 14-28.
- Jupe, L. 1991. Control de calidad en la producción de semilla de zacate buffel. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. 20-23 de agosto. Cd. Victoria. Tamps. México. pp. 52-53.
- Kelk, D.M. and C.H. Donalson. 1983. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) Roodeplantt Agricultural Research, Pretoria. Republic of South Africa. Leaflet 114.
- Koller, D. and A. Hadas. 1982. Water relations in the germination of seeds. *Encyclopedia of plant physiology. Encycl. Plant Physiol New Ser.* 1:12B 401-431.
- Koltunow, A.M. 1993. Apomixis: embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. *Plant Cell* 5:1425-1437.
- Koltunow, A.M. and U. Grossniklaus. 2003. Apomixis: A developmental perspective. *Ann. Rev. Plant Biol.* 54: 547-574.
- Koltunow, A.M., R. A. Bicknell and A.M. Chaudhury. 1995. Apomixis: molecular strategies for the generation of genetically identical seeds without fertilization. *Plant Physiol.* 108: 1345-1352.
- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. New York: Academic, 2nd. Ed.
- Lucero, J.C. 1970. Germinación de cuatro gramíneas forrajeras bajo distintas condiciones de salinidad. *Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario.* INTA 273:60-64.
- Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research* 1:12-27.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evolution of seedling emergence vigor. *Crop Sci.* 2:176-172.

- McIlroy R., J., 1973. Introducción al cultivo de pastos tropicales. Ed. Limusa. México. pp. 1-168.
- Mendoza H., J.M. 1983 Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México.
- Moreno M., E. 1986. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 3ª edición. Ed. Limusa. México, D.F. 383p.
- Nogler, G.A. 1984. Gametophytic apomixis. In: B.M. Johri (ed.) Embryology of angiosperms. Ed. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 475-518.
- Norlyn, J.D. and E. Epstein. 1984. Variability in salt tolerance of four triticale lines at germination and emergence. Crop Sci. 24:1090-1092.
- Ochoa M.,A. 1994. Producción forrajera en suelos salinos. Agro de Cuyo n° 4 pp: 64-67. INTA.  
<http://www.inta.gov.ar/ramacaida/info/documentos/bovinos/prodforr.htm>
- Paull, C.J. and G.R. Lee. 1978. Buffel Grass in Queensland. Queensland Agricultural Journal. 104:57-75 Australia.
- Rhoades, J.D.; Kandiah, A. and Mashali, A.M. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and Drainage paper 48.
- Robles S., R., O. Eichelmann, B y O. Alvarado A. 1990. Cultivo del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). En: Producción de granos y forrajes. Robles S., R. (ed.). Quinta edición. Ed. Limusa. Mexico, D.F. pp. 442-465.
- Rodriguez, O. 1998. Breeding for cold tolerance and disease resistance in buffel grass. In: Proc. American Forage and Grassland Council. pp. 144-147.
- Rojas G., M. 1959. Principios de Fisiología Vegetal. U.N.A.M. México. PP. 103-171.
- Rojas G., M y H. Ramírez R. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Ed. Limusa, México.
- Romero F., J. 1981. Zacate buffel para producción de carne bajo temporal. SARH-INIA-CIAPAN. Culiacan, Sinaloa. 28 p.
- Saldívar F., A, 1990. Genética de gramíneas y sus efectos a corto plazo en la productividad. IV Conferencias Internacional de Ganadería Tropical. Cd. Victoria. Tamp. Mexico. pp 5-7.

- Saleki, R., P.G. Young y D.D. Lefebvre. 1993. Mutants of *Arabidopsis thaliana* capable of germination under saline conditions. *Plant Physiol.* 101:839-845.
- Shannon, M.C. 1997. Adaptation of plants to salinity. *Advances in Agronomy*, 60: 75-120.
- Shannon, M.C. 1979 In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. *Horticultural Sci.* 14:587-589.
- Snyder, L.A., A.R. Hernández and H.E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.
- Valdez O., A. 1997. Establecimiento y manejo y producción de cuatro especies de gramíneas forrajeras para Coahuila. Folleto para productores No.5. INIFAP-PRODUCE-CIRNE. Campo Experimental Saltillo.
- Williamson, J. and Pinkerton. 1985. Buffelgrass establishment. In: Buffelgrass: Management and forage quality. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Agricultural Extension Service. U.S. Department of Agriculture Soil Conservation. pp: 25-29.
- Whyte, R.O., T.R.G. Moir and J.P. Cooper. 1959. Grasses in –Agriculture. FAO Agricultural Studies No. 42, 417 p.
- Yeo, A.R. 1998. Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *Journal of Exp. Botany* 49:915-929
- Xiong. L. and J. K. Zhu 2002. Salt Tolerance. The *Arabidopsis* Book. American Society of Plant Biologists. 1-22.
- Zhu J. K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Science* Vol. 6: 66–71
- <http://www.elergonomista.com/fisiologiavegetal/salino.htm>

# APÉNDICE

### Experimento I

Cuadro A.1. Número de semillas germinadas que produjeron plántulas normales del híbrido de zacate buffel AN17PS en soluciones Salinas. UAAAN 2011.

Tipo de Sal	Concentración ppm	Plantas Normales				Total	Media
		Repeticiones					
		I	II	III	IV		
NaCl	0	14	5	17	15	51	12.75
	4000	10	6	14	9	39	9.75
	8000	3	8	5	8	24	6.00
	12000	1	3	1	0	5	1.25
	16000	0	0	0	0	0	0.00
Bisal	0	19	18	15	16	68	17.00
	4000	16	11	13	9	49	12.25
	8000	8	11	7	7	33	8.25
	12000	1	0	0	0	1	0.25
	16000	1	7	3	0	11	2.75
<b>Total</b>		<b>73</b>	<b>69</b>	<b>75</b>	<b>64</b>	<b>281</b>	<b>7.025</b>

Cuadro A.2. Número de semillas germinadas que produjeron plántulas normales del híbrido de zacate buffel AN17PS bajo dos tipos de salinidad y cinco tipos de concentraciones. UAAAN 2011.

Sales/Concent	0	4000	8000	12000	16000	Total	Media
NaCl	51	39	24	5	0	119	5.95
Bisal	68	49	33	1	11	162	8.1
<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>88</b>	<b>57</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>281</b>	
<b>Media</b>	<b>14.875</b>	<b>11</b>	<b>7.125</b>	<b>0.75</b>	<b>1.37</b>		<b>7.025</b>

Cuadro A.3. Número de semillas que produjeron plántulas anormales del híbrido de zacate buffel AN17PS en soluciones salinas. UAAAN 2011.

<b>Plantas Anormales</b>							
<b>Tipo de Sal</b>	<b>Concentración ppm</b>	<b>Repeticiones</b>				<b>Total</b>	<b>Media</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
NaCl	0	7	7	9	7	<b>30</b>	<b>7.50</b>
	4000	14	11	8	8	<b>41</b>	<b>10.20</b>
	8000	1	6	3	4	<b>14</b>	<b>3.50</b>
	12000	2	1	1	0	<b>4</b>	<b>1.00</b>
	16000	1	4	0	3	<b>8</b>	<b>2.00</b>
Bisal	0	6	4	9	7	<b>26</b>	<b>6.50</b>
	4000	5	10	8	7	<b>30</b>	<b>7.50</b>
	8000	7	4	5	7	<b>23</b>	<b>5.70</b>
	12000	3	0	4	2	<b>9</b>	<b>2.20</b>
	16000	0	10	4	4	<b>18</b>	<b>4.50</b>
<b>TOTAL</b>		<b>46</b>	<b>57</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>203</b>	<b>5.075</b>

Cuadro A.4. Número de semillas que produjeron plántulas anormales del híbrido de zacate buffel AN17PS bajo dos tipos de salinidad y cinco concentraciones. UAAAN 2011

<b>Sales/Concet</b>	<b>0</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>	<b>12000</b>	<b>16000</b>	<b>Total</b>	<b>Media</b>
NaCl	30	41	14	4	8	<b>97</b>	<b>4.85</b>
Bisal	26	30	23	9	18	<b>106</b>	<b>5.3</b>
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>71</b>	<b>37</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>203</b>	
<b>Media</b>	<b>7</b>	<b>8.875</b>	<b>4.625</b>	<b>1.625</b>	<b>3.25</b>		<b>5.075</b>

Cuadro A.5. Índice de velocidad de germinación (IVG) de semillas del híbrido de zacate buffel AN17PS en soluciones salinas. UAAAN 2011.

<b>Velocidad de Germinación</b>							
<b>Tipo de Sal</b>	<b>Concentración ppm</b>	<b>Repeticiones</b>				<b>Total</b>	<b>Media</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>		
NaCl	0	3.853	1.922	3.693	4.493	<b>13.961</b>	<b>3.490</b>
	4000	3.221	2.323	3.261	2.294	<b>11.099</b>	<b>2.774</b>
	8000	0.437	1.863	0.920	1.190	<b>4.410</b>	<b>1.102</b>
	12000	0.212	0.385	0.119	0	<b>0.716</b>	<b>0.179</b>
	16000	0.071	0.293	0.062	0.208	<b>0.634</b>	<b>0.158</b>
Bisal	0	2.946	3.950	4.210	3.930	<b>15.036</b>	<b>3.759</b>
	4000	4.023	3.169	3.373	1.184	<b>11.749</b>	<b>2.937</b>
	8000	2.166	2.290	1.810	1.810	<b>8.076</b>	<b>2.019</b>
	12000	0.35	0	0.5	0.22	<b>1.07</b>	<b>0.267</b>
	16000	0.076	1.502	0.67	0.42	<b>2.668</b>	<b>0.667</b>
<b>Total</b>		<b>17.355</b>	<b>17.697</b>	<b>18.618</b>	<b>15.749</b>	<b>69.419</b>	<b>1.735</b>

Cuadro A.6. Índice de velocidad de germinación (IVG) de semillas del híbrido de zacate buffel AN17PS bajo dos tipos de salinidad y cinco concentraciones. UAAAN 2011.

<b>Sales/Concet</b>	<b>0</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>	<b>12000</b>	<b>16000</b>	<b>Total</b>	<b>Media</b>
NaCl	13.961	11.099	4.410	0.716	0.634	<b>30.82</b>	<b>1.541</b>
Bisal	15.036	11.749	8.076	1.07	2.668	<b>38.599</b>	<b>1.929</b>
<b>Total</b>	<b>28.997</b>	<b>22.849</b>	<b>13.116</b>	<b>1.786</b>	<b>3.302</b>	<b>69.419</b>	
<b>Media</b>	<b>3.624</b>	<b>2.856</b>	<b>1.639</b>	<b>0.223</b>	<b>0.412</b>		<b>1.735</b>

## Experimento II

Cuadro A.7. Número de semillas que germinaron y produjeron plántulas normales de tres híbridos de zacate buffel y la variedad Común en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.

Genotipo	Concentración NaCl	Repetición				Total	Media
		I	II	III	IV		
M5	0	80	66	66	73	285	<b>71.25</b>
M5	8000	59	80	77	73	289	<b>72.25</b>
M7	0	59	70	57	55	241	<b>60.25</b>
M7	8000	70	48	56	41	215	<b>53.75</b>
Común	0	54	59	51	54	218	<b>54.50</b>
Común	8000	58	62	56	42	218	<b>54.50</b>
H17	0	25	17	23	12	77	<b>19.25</b>
H17	8000	12	15	17	27	71	<b>17.75</b>
<b>Total</b>		<b>417</b>	<b>417</b>	<b>403</b>	<b>377</b>	<b>1614</b>	
<b>Media</b>		<b>52.125</b>	<b>52.125</b>	<b>50.375</b>	<b>47.125</b>		<b>50.73</b>

Cuadro A.8. Número de semillas que germinaron y produjeron plántulas normales de cuatro genotipos de zacate buffel en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.

Concet/Genotipos	M5	M7	Común	H17	Total	Media
0	285	241	218	77	<b>821</b>	<b>51.31</b>
8000	289	215	218	71	<b>793</b>	<b>49.56</b>
<b>Total</b>	<b>574</b>	<b>456</b>	<b>436</b>	<b>148</b>	<b>1614</b>	
<b>Media</b>	<b>71.75</b>	<b>57</b>	<b>54.5</b>	<b>18.5</b>		<b>50.73</b>

Cuadro A.9. Índice de velocidad de germinación (IVG) de semilla de tres híbridos de zacate buffel y la variedad Común, en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.

Genotipo	Concentración NaCl	Repetición				Total	Media
		I	II	II	IV		
M5	0	17.99	14.86	15.38	17.42	<b>65.65</b>	<b>16.412</b>
M5	8000	13.43	18.55	16.60	16.33	<b>64.91</b>	<b>16.227</b>
M7	0	14.83	15.12	12.80	13.86	<b>56.61</b>	<b>14.152</b>
M7	8000	15.48	11.22	12.41	9.88	<b>48.99</b>	<b>12.247</b>
Común	0	9.44	11.02	9.60	9.07	<b>39.13</b>	<b>9.782</b>
Común	8000	10.64	10.21	10.26	7.43	<b>38.54</b>	<b>9.635</b>
H17	0	4.023	2.39	3.69	1.59	<b>11.69</b>	<b>2.923</b>
H17	80000	2.08	2.24	2.55	3.77	<b>10.64</b>	<b>2.660</b>
<b>Total</b>		<b>87.913</b>	<b>85.61</b>	<b>83.29</b>	<b>79.35</b>	<b>336.16</b>	
<b>Media</b>		<b>10.989</b>	<b>10.701</b>	<b>10.411</b>	<b>9.919</b>		<b>10.50</b>

Cuadro A.10. Índice de velocidad de germinación (IVG) de semilla de cuatro híbridos de zacate buffel en agua y solución salina de NaCl. UAAAN 2011.

Concet/Genotipos	M5	M7	Común	H17	Total	Media
0	65.65	56.61	39.13	11.69	<b>173.08</b>	<b>10.81</b>
8000	64.91	48.99	38.54	10.64	<b>163.08</b>	<b>10.19</b>
<b>Total</b>	<b>130.56</b>	<b>105.60</b>	<b>77.67</b>	<b>22.23</b>	<b>336.16</b>	
<b>Media</b>	<b>16.32</b>	<b>13.20</b>	<b>9.70</b>	<b>2.77</b>		<b>10.50</b>