

EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS  
EN LA GERMINACION Y ESTABLECIMIENTO DE  
ATRIPLEX SEMIBACCATA R. Br. 1/

Mario Silva G. 2/ y Marcos Gerding P. 3/

Universidad de Chile, Departamento de Ganadería y Producción Pratense,  
Facultad de Agronomía.  
Casilla 1004, Santiago, Chile.

RESUMEN

Este estudio tuvo por objeto evaluar el efecto de la época de siembra, de su profundidad, de la compactación del suelo y de los factores intrínsecos y extrínsecos al fruto en la germinación de la semilla del Pasto salado (*Atriplex semibaccata* R. Br.).

El trabajo de terreno se realizó entre mayo de 1969 y mayo de 1970 en el Centro Demostrativo Corral de Julio, que se encuentra ubicado a una Latitud Sur de 31°15' y a una Longitud Oeste de 71°30' y en condiciones controladas, en el Departamento de Producción Animal de la Universidad de Chile.

La precipitación media anual de esa localidad es de aproximadamente 150 mm, sin embargo durante el año de ensayo se registraron solamente 32 mm. El suelo es delgado y presenta una estrata cementada a 15 cm de profundidad. Su textura es franco arcillosa.

La época de siembra afectó el porcentaje de plántulas emergidas y el desarrollo de éstas, de tal modo que la siembra de fines de mayo estimuló una mayor densidad. La siembra de fines de julio, en cambio, promovió un mayor desarrollo debido a que se redujo la competencia tanto inter como intraespecífica.

La profundidad de siembra y la compactación del suelo después de la siembra interactuaron de tal modo que la emergencia de las semillas colocadas a mayor profundidad fue la más afectada con la compactación.

En el segundo experimento realizado en condiciones *in vitro*, se estudió el efecto de las brácteas del fruto y de la testa de la semilla en la germinación de ésta bajo temperaturas de 2, 10, 15 y 20° C y humedades de 0, -2, -4, -7, -15 y -25 Atm.

Se determinó en éste que el 85% de las semillas dentro de los frutos puede germinar y, que las brácteas del utrículo no constituyen un obstáculo para la germinación bajo ninguno de los niveles de temperatura y humedad estudiados, con excepción de la temperatura de 2°C, en la cual la presencia de las brácteas indujo una reducción significativa de la germinación. La semilla aprovechó mejor la humedad cuando ésta era escasa y cuando la temperatura era más alta del dentro del rango estudiado.

SUMMARY

The effect of sowing time, seed depth and soil compactation as well as some external and internal fruit factors on seed germination of *Atriplex semibaccata* R. Br. was determined.

- 
- 1/ Trabajo realizado en cooperación con el Centro Demostrativo Corral de Julio de la Corporación de Fomento de la Producción.
  - 2/ Ing. Agrónomo, Mg., Sci. Profesor Manejo de Praderas, Depto. de Ganadería y Producción Pratense, U. de Chile.
  - 3/ Ing. Agrónomo.

In field experiments, sowing time affected seedling emergence and development percentage in such a way that late-May sowing caused a larger density. Conversely, late-July sowing promoted a larger growth rate due to a lower inter- and intraspecific competition.

Seed depth and soil compactation after sowing interacted, emergence of seeds being most affected by compactation when seeds were placed at the largest depth.

Under laboratory conditions, the effect of the utricles bracts and seed testas on germination was studied under, 2, 10, 15 and 20°C and 0, -2, -4, -7, -15 and -25 Atm.

Under optimal conditions 85% of seeds inside the fruit germinated and the utricles bracts did not alter germination under any level of the studied temperatures and moistures, except under 20°C where the bracts induced a significant decrease on germination.

Moisture was better used by seeds when provided at a low level at a higher temperature in the studied range.

## INTRODUCCION

En el establecimiento de praderas en condiciones de secano con bajo pluviometría, es necesario considerar una serie de medidas destinadas a la mejor utilización de los factores bióticos y abióticos, con el objeto de aumentar la probabilidad de éxito durante esta etapa. Sin embargo, debido a la escasa información experimental existente en la provincia de Coquimbo, numerosas fases de esta etapa necesitan ser aclaradas. Así por ejemplo, en diversas oportunidades se ha manifestado en el país la opinión que la época de siembra más adecuada para establecer una pradera de pasto salado es el otoño (Opazo, 1930; Pisano, 1967). No obstante, si bien es cierto que existen antecedentes que están de acuerdo con este planteamiento (Gastó *et al.*, 1968), hay también estudios que dan el mismo énfasis a las siembras de esta época como a las de principios de primavera (CSIRO, 1962). De Kartzow y Lailhacar (1965), trabajando en los sectores de El Mollar y Lagunillas en la provincia de Coquimbo, concluyeron que las siembras tardías de fines de invierno y principios de primavera eran las más recomendables.

La profundidad de siembra, es otro factor que incide en el porcentaje de emergencia de las plantas. De este modo, Springfield y Bell (1967), encontraron que cuando la humedad no era un factor limitante, una mayor profundidad de siembra disminuía el porcentaje y la rapidez de emergencia de las plántulas de *Atriplex canescens*.

Del análisis de los experimentos llevados a cabo por varios autores, con el fin de evaluar el efecto de compactación después de la siembra, se concluye que su efecto es variable, dependiendo de la interacción entre el nivel de humedad del suelo, el tipo de éste y la especie. (Triplet y Tesar, 1960; Springfield, 1970; Taylor *et al.*, 1966; Springfield y Bell, 1967).

La investigación en condiciones *in vitro*, ha permitido observar que entre los factores más importantes que determinan la germinación de las semillas están la temperatura, la humedad y los factores intrínsecos del fruto. La evidencia experimental indica que existen fuertes interacciones entre estos tres factores (Malcolm, 1969; Beveridge y Wilsie, 1959; Ayers, 1952; Beadle, 1952; Mayer y Poljakoff-Mayer, 1963; Springfield, 1970).

En este estudio se presentan los resultados y conclusiones de dos investigaciones con pasto salado, destinadas a evaluar el efecto de la época, de la profundidad de siembra y de la compactación del suelo en el establecimiento de esta especie, así como a conocer el modo en que influyen algunos factores endógenos y exógenos en la germinación de su semilla.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo está constituido por dos experimentos, uno de los cuales se realizó bajo condiciones naturales y el otro en laboratorio.

### EXPERIMENTO 1.

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro

Demostativo Corral de Julio, ubicado en la provincia de Coquimbo a una Latitud Sur de  $31^{\circ}15'$  y a una Longitud Oeste de  $71^{\circ}30'$  y a 340 m de altitud. En ella se estudió el efecto de la profundidad, la época de siembra y la compactación del suelo, a través de los siguientes tratamientos (Cuadro 1).

El ensayo se condujo como un experimento factorial simple de  $2 \times 2 \times 3$ , dispuesto sobre un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas de 3 por 5 m consistían en 4 hileras útiles de cinco metros de largo, dispuestas a 50 cm una de otra.

El suelo donde se llevó a cabo el ensayo se aró en otoño de 1968, dejándose en barbecho por un año, a partir del cual se volvió a arar y se hicieron dos rastrajes.

Cuadro 1. Tratamientos del Experimento 1.

Epoca de siembra	FACTORES	
	Compactación	Profundidad de siembra (cm)
20 de Mayo	Compactado	0,1
		1,5
		3,0
	Sin compactar	0,1
		1,5
		3,0
28 de Julio	Compactado	0,1
		1,5
		3,0
	Sin compactar	0,1
		1,5
		3,0

Posteriormente, se extrajeron las piedras de mayor tamaño, con el objeto de eliminar un nuevo factor de variación. Previo a cada época de siembra se adecuó la cama de semilla y se rodilló.

La siembra se realizó en forma manual (Figura 1), colocándose 6 semillas por golpes equidistantes a 0,50 m.

En aquellas parcelas donde se consideró el efecto de la compactación después de la siembra, se realizó esta operación con un rodillo de 1 metro de largo y 90 Kg de peso. Inmediatamente después de la siembra se aplicó Aldrin 40% en

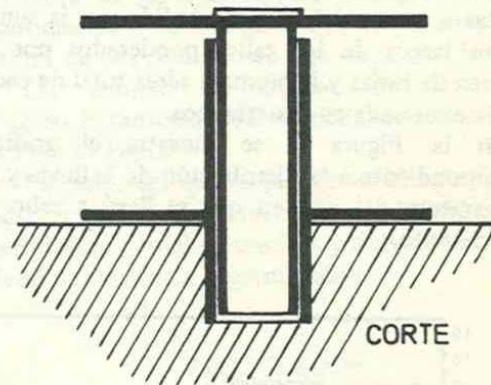
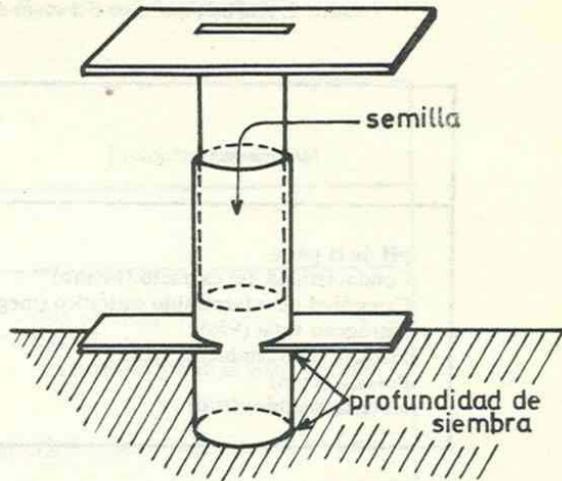


Figura 1 Sembrador manual para dejar la semilla a la profundidad deseada.

una dosis de 5 Kg/ha. También se hizo una aplicación de 1,5 Kg/ha de Dieldrin en noviembre de 1969, con el objeto de controlar cuncunillas de la familia Gelechudae.

Debido a que este experimento fue interrumpido por la falta de lluvia, en agosto y septiembre de 1969, el control de malezas y el raleo consistente en dejar una planta en cada golpe, se hizo sólo a comienzos de octubre de este año. Durante este lapso no se hizo ninguna medición del experimento.

Esta investigación se hizo sobre un suelo franco arcilloso, cuyo análisis químico se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo donde se condujo el Experimento 1.

Mediciones	Profundidad (cm)	
	0-15	15-30
pH de la pasta	6,55	6,30
Conductividad del extracto (mmho)	1,40	1,20
Capacidad de intercambio catiónico (meg/100 gr)	8,70	9,80
Nitrógeno total (‰)	0,14	0,12
Fósforo intercambiable (ppm)	3,70	3,40
Potasio (ppm)	154,00	140,00
Materia orgánica (‰)	1,78	1,60

La evaluación del efecto de estos tratamientos se hizo a través de las siguientes variables: número de plantas por hectárea; desarrollo de las plantas a través del tiempo medido por la suma de los largos de los tallos ponderados por el número de hojas y la biomasa aérea total de cada planta expresada en materia seca.

En la Figura 2 se muestra el gráfico correspondiente a la distribución de la lluvia y la temperatura del año en que se llevó a cabo el experimento.

#### EXPERIMENTO 2

El estudio sobre germinación de *Atriplex semibaccata* tuvo los siguientes tratamientos (Cuadro 3).

Estos factores fueron estudiados en forma de una experiencia factorial de 3 x 6 x 4 sobre un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en un disco Petri en el cual se colocaron 50 semillas.

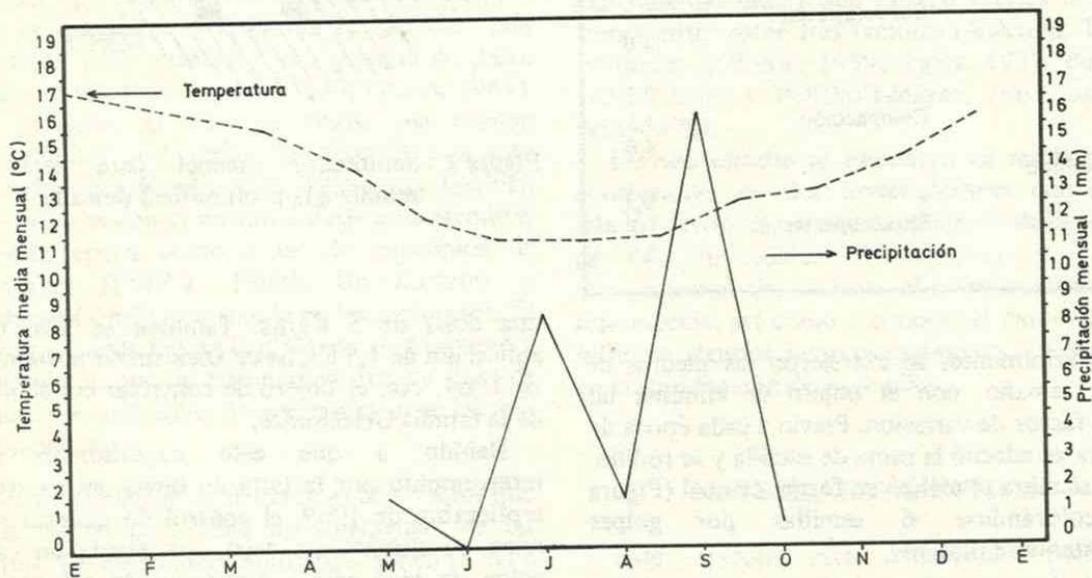


Figura 2. Distribución de la lluvia y temperatura durante 1969 en el Centro Demostrativo Corral de Julio.

Cuadro 3. Niveles de los factores estudiados en el Experimento 2.

Factores		
Exógenos al fruto		Endógenos al fruto
Temperatura (°C)	Humedad (atm)	
5	0	- Con brácteas
	- 2	- Sin brácteas
10	- 4	- Sin brácteas y con la testa dañado
	- 7	
15	- 15	
	- 25	- Sin brácteas pero en el extracto de éstas.

Para la obtención de las distintas tensiones de humedad en cada tratamiento se utilizó la ecuación general de los gases modificada para solutos disueltos:

$$P = \frac{RT}{mV}$$

- P = Presión  
 R = 0,08205 H atmósfera/gramo/mol.  
 T = Temperatura absoluta  
 m = Peso molecular del soluto  
 V = Volumen

En cada experimento se usó Manitol D como soluto.

Se colocaron 15 ml de la solución de Manitol en cada disco Petri correspondiente al tratamiento respectivo, usándose Agar-Agar como sustrato.

Los discos Petri y el sustrato se esterilizaron y la siembra se llevó a cabo en una cámara de inoculación. La semilla se desinfectó con Arasan 75-S en una dosis de 100 g/100 Kg de semilla.

En la elección de los utrículos se consideró el tamaño, la presencia de brácteas, el color de éstas y vestigios de daños, así como la presencia de semillas.

El tratamiento consistente en dañar la testa, se hizo con la ayuda de una aguja, mediante la cual se extirpó parte de esta última.

Para preparar el extracto de las brácteas, éstas se maceraron y la solución obtenida se diluyó en la proporción de 1: 4, considerando como base el peso de las brácteas usadas con este fin.

En aquellos tratamientos en que se usó extracto de las brácteas, éste se agregó en una cantidad de 5 ml y se llevó a 15 con la adición de 10 ml de una solución de Agar-Agar con Manitol.

Las semillas se consideraron germinadas cuando la radícula o los cotiledones tenían sobre 0,5 cm de largo.

Las variables que se presentan en este trabajo para evaluar la información obtenida son: germinación total de semillas y días transcurridos desde la siembra a la germinación.

## RESULTADOS

### EXPERIMENTO 1

Como consecuencia de la interrupción que sufrió este experimento entre los meses de agosto y septiembre de 1969, no se pudo hacer un análisis comparativo de las dos épocas de siembra durante este lapso. Sin embargo, la información obtenida durante los primeros meses de vida de la pradera sembrada en mayo, permite realizar un análisis acerca de la influencia de la profundidad de siembra y de la compactación del suelo en el comportamiento de las plantas a través del tiempo.

#### *Efecto de la época, de la profundidad de siembra y de la compactación del suelo en el número de plantas por hectárea*

Como hasta el 10 de octubre se contabilizaron todas las plantas emergidas y la cantidad de

semillas usadas en cada tratamiento fue la misma, los datos de número de plantas por hectárea dan una idea acerca del porcentaje mínimo de germinación durante los primeros dos meses y medio de vida de la pradera sembrada en otoño.

La Figura 3 sugiere que la profundidad de 1,5 cm es la que aparentemente produce el más alto porcentaje de germinación en la siembra de otoño, en esta misma época de siembra, también se advierte, que la compactación del suelo después de la siembra disminuye el porcentaje mínimo de germinación (Figura 4). Considerando la proporción de plántulas emergidas en relación a las semillas sembradas, se podría constatar que en ningún caso el porcentaje mínimo de germinación fue superior a un 16%. Durante los primeros meses hasta el raleo efectuado en octubre, el número de plantas por hectárea sigue el mismo modelo que el porcentaje mínimo de germinación por las razones dadas anteriormente.

El número de plantas por superficie después del raleo a que se sometiera todo el experimento, se muestra en la Figura 3. En ella se puede apreciar que en todas las profundidades existió una tendencia a disminuir el número de plantas por hectárea en la medida que transcurría el tiempo.

En otoño de 1970 la profundidad de 1,5 cm fue la que presentó el mayor número de plantas por hectárea. No existiendo una diferencia significativa entre las profundidades de siembra de 0,1 y 3,0 cm.

La compactación en la primera época de siembra sólo afectó el número de plantas por hectárea en un comienzo, ya que la mayor cantidad de plantas que presentó al principio el tratamiento sin compactación disminuyó de tal modo que, a fines de invierno, ambos tratamientos presentaban la misma cantidad de plantas. Este panorama se mantuvo hasta principios de otoño del año siguiente.

En la Figura 5 se puede observar claramente que, por lo menos a partir de comienzos de primavera hasta principios de otoño del año siguiente, la siembra de otoño mantuvo una población más alta de plantas. Esta misma figura sugiere además, que la tasa de mortalidad de las plantas fue similar para ambas épocas de siembra durante el tiempo analizado.

#### *Efecto de la época, de la profundidad de siembra y de la compactación del suelo sobre el desarrollo de las plantas*

El desarrollo de las plantas a través del tiempo se expresó por la suma de los largos de los tallos (LT), ponderado por el número de hojas (NH) de cada planta (LT x NH), variable que observó una alta correlación con el desarrollo de las plantas medidos en materia seca en distintas etapas del estado vegetativo de ellas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Correlación entre el desarrollo de las plantas expresado en materia seca y la suma del largo de los tallos ponderado por el número de hojas, en dos etapas del período vegetativo de las plantas.

Variables correlacionadas	Fecha	Coefficiente de correlación
Materia seca - LT x NH	3-X-69	0,94
	24-XI-70	0,85
Materia seca - LT	3-XI-69	0,95
	24-XI-70	0,87

La influencia de la época de siembra en el desarrollo de las plantas medida en la forma mencionada fue manifiesta, advirtiéndose un mayor desarrollo en las plantas sembradas en invierno (Figura 6).

El desarrollo de las plantas provenientes de la siembra de invierno adquirió tal magnitud, que comparando el crecimiento para una misma fecha, se advierte que las plantas sembradas en invierno presentaron una mayor velocidad de crecimiento que aquellas sembradas en otoño. Este fenómeno fue de tal naturaleza que casi en la mitad del tiempo las primeras crecieron tres veces más rápido (Cuadro 5).

Entre los otros dos factores en estudio, la compactación del suelo después de la siembra a una profundidad de dicha labor se presentó una interacción, de tal modo, que el mayor desarrollo de las plantas en las dos épocas de siembra se obtuvo cuando no se compactó el suelo y las semillas se localizaron a 3,0 cm de profundidad.

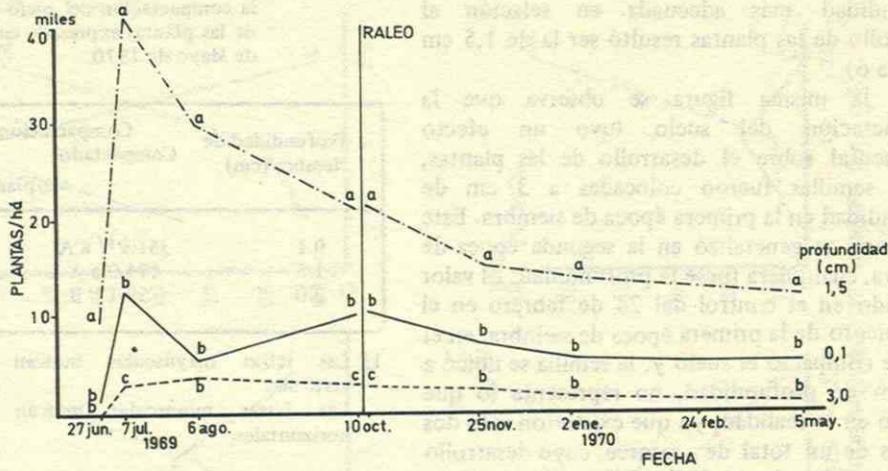


Figura 3 Efecto de la profundidad de siembra en el número de plantas por superficie en ambas épocas de siembra.

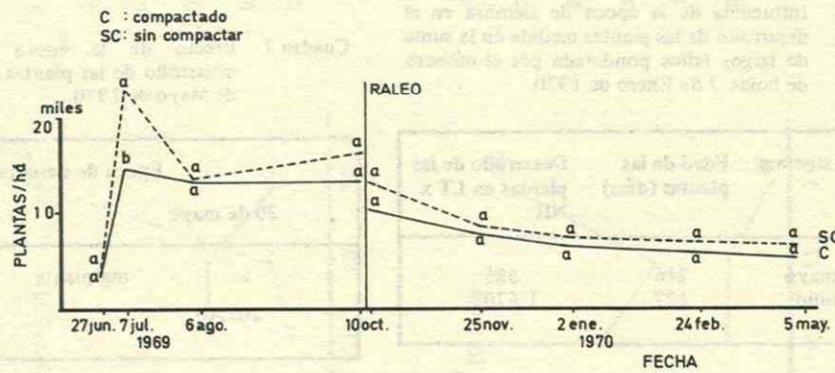


Figura 4 Efecto de la compactación del suelo en la densidad de plantas en las dos épocas de siembra.

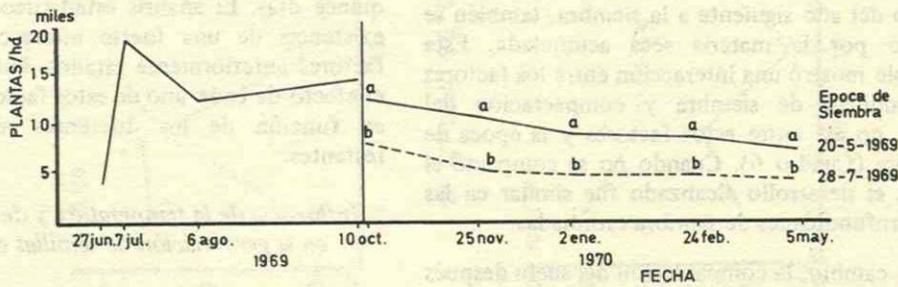


Figura 5 Efecto de la época de siembra en la densidad de plantas.

Sin embargo, cuando se compactó, la profundidad más adecuada en relación al desarrollo de las plantas resultó ser la de 1,5 cm (Figura 6).

En la misma figura se observa que la compactación del suelo tuvo un efecto detrimental sobre el desarrollo de las plantas, cuyas semillas fueron colocadas a 3 cm de profundidad en la primera época de siembra. Este fenómeno se generalizó en la segunda época de siembra, cualquiera fuese la profundidad. El valor obtenido en el control del 24 de febrero en el tratamiento de la primera época de siembra, en el cual se compactó el suelo y, la semilla se ubicó a 1,5 cm de profundidad, no representa lo que ocurrió en la realidad, ya que existieron sólo dos plantas de un total de catorce, cuyo desarrollo promedio fue de 15.303,1 LT x NH, en tanto que las restantes rindieron en promedio 1.535,7 LT x NH.

Cuadro 5 Influencia de la época de siembra en el desarrollo de las plantas medida en la suma de largos tallos ponderada por el número de hojas. 2 de Enero de 1970.

Epoca de siembra	Edad de las plantas (días)	Desarrollo de las plantas en LT x NH
20 de mayo	216	586
28 de julio	127	1.670

*Efecto de la época, de la profundidad de siembra y de la compactación del suelo en el desarrollo de las plantas expresado en materia seca.*

El desarrollo logrado por las plantas hasta el otoño del año siguiente a la siembra, también se evaluó por la materia seca acumulada. Esta variable mostró una interacción entre los factores profundidad de siembra y compactación del suelo, no así entre estos factores y la época de siembra (Cuadro 6). Cuando no se compactó el suelo, el desarrollo alcanzado fue similar en las tres profundidades de siembra estudiadas.

En cambio, la compactación del suelo después de la siembra fue un factor negativo para la profundidad de 3 cm.

Cuadro 6 Efecto de la profundidad de siembra y de la compactación del suelo en el desarrollo de las plantas expresado en materia seca. 5 de Mayo de 1970.

Profundidad de siembra (cm)	Compactación del suelo	
	Compactado	Sin compactar
	mg/planta	
0.1	351.91 <sup>1/</sup> a A	255.8 a A
1.5	494.0 a A	390.0 a A
3.0	59.1 b B	469.5 a A

1/ Las letras mayúsculas indican comparaciones verticales.

Las letras minúsculas indican comparaciones horizontales.

La segunda época de siembra nuevamente mostró ser beneficiosa al desarrollo de cada planta (Cuadro 7).

Cuadro 7 Efecto de la época de siembra en el desarrollo de las plantas en materia seca. 5 de Mayo de 1970.

Epoca de siembra	
20 de mayo	28 de julio
mg/planta	
205,4b	468,5a

## EXPERIMENTO 2

El efecto de la temperatura, de la humedad y de los factores propios de la semilla en la germinación de ésta, se midió a través del porcentaje de germinación acumulado durante quince días. El análisis estadístico determinó la existencia de una fuerte interacción entre los factores anteriormente citados. Por este motivo, el efecto de cada uno de estos factores se analizó en función de los diferentes niveles de los restantes.

*Influencia de la temperatura y de la humedad en la germinación de semillas con fruto.*

Al disminuir la tensión de humedad dentro de cada temperatura en que se hizo germinar la

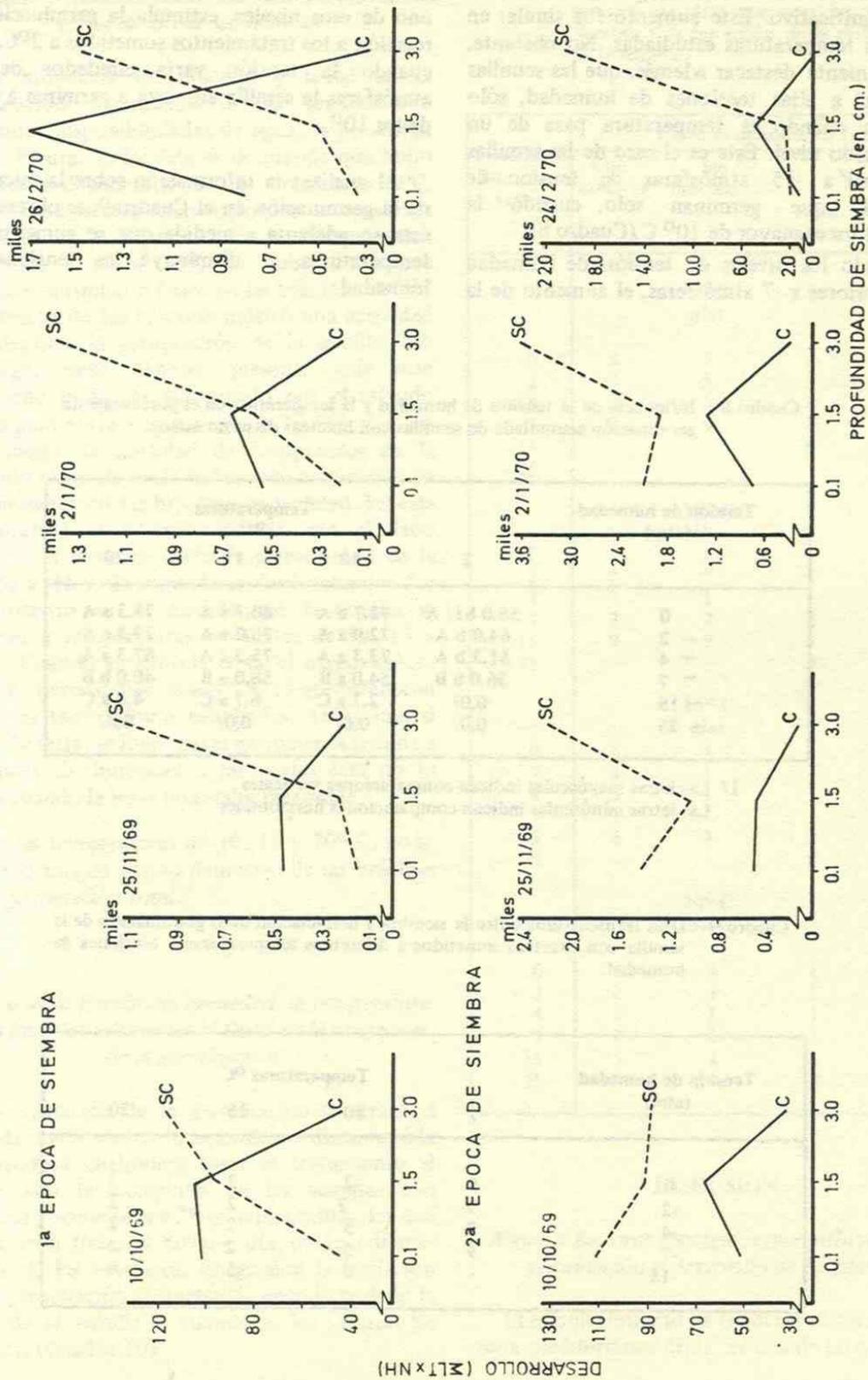


Figura 6. Efecto de la época, profundidad de siembra y compactación del suelo en el desarrollo de las plantas ( $\bar{c} \sum LT \times NH$ ) a través del tiempo (C: suelo compactado, SC: suelo sin compactar).

semilla con fruto, aumentó la germinación en un rango significativo. Este aumento fue similar en todas las temperaturas estudiadas. No obstante, es conveniente destacar además, que las semillas sometidas a altas tensiones de humedad, sólo germinan cuando la temperatura pasa de un determinado nivel. Este es el caso de las semillas sometidas a -15 atmósferas de tensión de humedad, que germinan solo, cuando la temperatura es mayor de 10° C (Cuadro 8).

Cuando los niveles de tensión de humedad son superiores a -7 atmósferas, el aumento de la

temperatura, a partir de 10°C, dentro de cada uno de esos niveles, estimula la germinación en relación a los tratamientos sometidos a 2°C. Pero cuando la tensión varía alrededor de -15 atmósferas la semilla empieza a germinar a partir de los 10°.

Al analizar la información sobre la iniciación de la germinación en el Cuadro 9, se observa que ésta se adelanta a medida que se aumentan las temperaturas, y disminuye las tensiones de humedad.

Cuadro 8 Influencia de la tensión de humedad y la temperatura en el porcentaje de germinación acumulada de semillas con bractees de pasto salado.

Tensión de humedad (atm)	Temperaturas °C			
	2	10	15	20
0	58,0 b1/ A	72,7 a A	80,7 a A	75,3 a A
- 2	64,0 b A	72,0 a A	78,0 a A	79,3 a A
- 4	51,3 b A	73,3 a A	75,3 a A	67,3 a A
- 7	36,0 b B	54,0 a B	58,0 a B	40,0 b B
-15	0,0/	2,7 a C	6,7 a C	4,0 a C
- 25	0,0/	0,0/	0,0/	0,0/

1/ Las letras mayúsculas indican comparaciones verticales  
Las letras minúsculas indican comparaciones horizontales

Cuadro 9 Días transcurridos entre la siembra y la iniciación de la germinación de la semilla con bractees sometidos a diferentes temperaturas y tensiones de humedad.

Tensión de humedad (atm)	Temperaturas °C			
	2	10	15	20
-0	9	2	2	2
-2	9	2	2	2
-4	9	3	2	2
-7	9	3	2	2
-15	-	9	5	6

*Efecto de las brácteas y de la testa bajo diferentes niveles de tensión de humedad y temperatura en la germinación de las semillas*

La influencia de brácteas y testas en la germinación acumulada de la semilla con diferentes disponibilidades de agua, se presentan en la Figura 7. De ésta se desprende que hubo un efecto detrimental de las brácteas a 2°C, siendo este efecto más marcado a tensiones inferiores a -7 atmósferas. En las temperaturas superiores y hasta 20°, no hubo un efecto inhibitorio químico o físico de las brácteas. A 2°C el extracto de las brácteas mostró una actividad que deprime la germinación de la semilla. Sin embargo, debe tenerse presente que este fenómeno pudo ser ocasionado por el método usado para extraer la solución de las brácteas. De este modo, la cantidad de compuestos en la solución extraída pudo haber sido mayor que las que presentaban las brácteas en realidad. En esta temperatura se advirtió además, que el daño hecho a la testa mejoraba la germinación de la semilla a -15 y -25 atmósferas, fenómeno que fue en aumento en la medida que la semilla se sometió a temperaturas crecientes de 10, 15 y 25°C. Cuando se dañó la testa, el mayor efecto en la germinación se observó a -15 atmósferas en todas las temperaturas estudiadas. Así mismo al dañar la testa, se logró hacer germinar la semilla a tensiones de humedad a las cuales ésta no lo hacía cuando la testa no estaba perforada.

En las temperaturas de 10, 15 y 20°C, no se presentó ningún efecto depresivo de las brácteas en la germinación total.

*Efecto de la tensión de humedad, la temperatura y los factores inherentes al fruto en la iniciación de la germinación*

La iniciación de la germinación se atrasó, a medida que se aumentó la tensión y disminuyó la temperatura cualquiera fuese el tratamiento al fruto, con la excepción de las semillas con brácteas y sometidas a 2° de temperatura, las que germinaron todas al noveno día, independientemente de las tensiones. En general la iniciación de la germinación se adelantó, cuando se dañó la testa de la semilla o cuando se les sacaron las brácteas (Cuadro 10).

Cuadro 10 Influencia de la humedad, la temperatura y los factores intrínsecos del fruto en el número de días transcurridos entre la siembra y la iniciación de la germinación de la semilla.

Tensión de humedad (atm)	Factores internos del fruto			
	Con brácteas	Sin. brácteas	Testa dañada	Extracto de brácteas
	2° C días			
0	9	5	3	9
- 2	9	5	3	9
- 4	9	6	3	12
- 7	9	9	5	-
-15	-	-	9	-
-25	-	-	-	-
	10° C días			
0	2	1	1	1
- 2	2	1	1	1
- 4	3	1	1	1
- 7	3	2	2	2
-15	9	9	3	4
-25	-	-	9	-
	15° C días			
0	2	1	1	1
- 2	2	1	1	1
- 4	2	1	1	1
- 7	2	2	1	1
-15	6	3	2	5
-25	-	-	9	-
	20° C días			
0	2	1	1	1
- 2	2	1	1	1
- 4	2	1	1	1
- 7	2	1	1	1
-15	5	2	1	4
-25	-	15	4	12

## DISCUSION

*Algunos factores ecológicos que influyen en la germinación y desarrollo de las plantas*

El establecimiento de praderas mejoradas en la zona mediterránea árida, es una de las etapas que

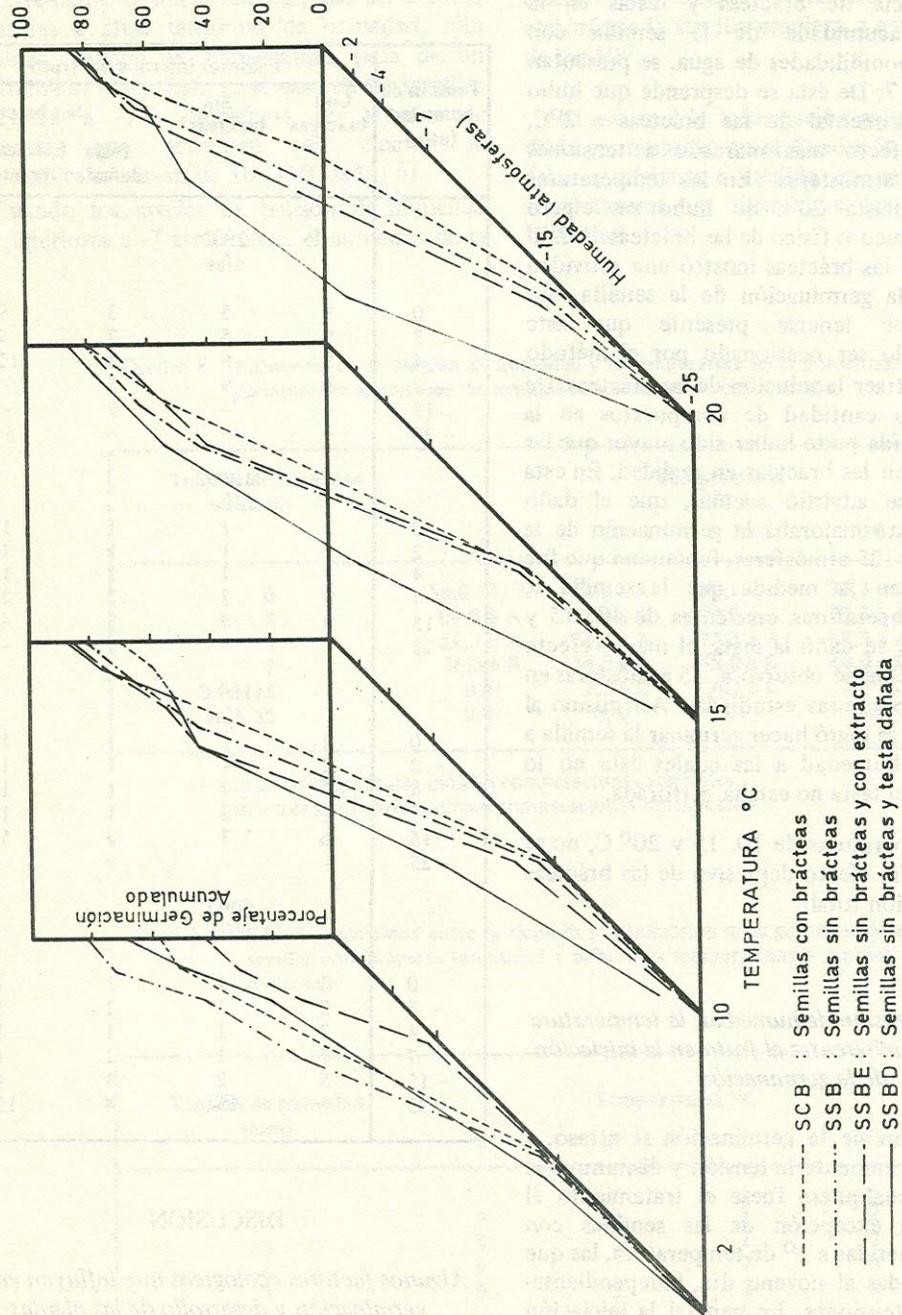


Figura 7 Influencia de factores ambientales e intrínsecos del fruto en la germinación de la semilla.

representa mayor dificultad, debido a la baja precipitación existente, a la gran variabilidad de ésta entre diferentes años y dentro de cada uno de ellos a la relación que se presenta entre la temperatura y la precipitación. De este modo, cuando la temperatura es favorable para el desarrollo de las plantas, el agua en las estratas más superficiales del suelo, se encuentra en cantidades mínimas. Por el contrario, en los meses de mayor disponibilidad de agua, la temperatura presenta los niveles más bajos. Por estos hechos, la elección de la época de siembra debe ser producto de una adecuada ponderación de los factores que determinan la actividad metabólica de las semillas y de las plantas, para lograr de este modo una germinación adecuada y un máximo desarrollo de las segundas que signifique un incremento de biomasa.

Los resultados obtenidos en estos estudios señalan que esta especie es muy resistente a condiciones de aridez, ya que con sólo 32 mm de pluviometría y bajo las condiciones ambientales específicas de suelo, clima y manejo, es capaz de germinar y crecer. Sin embargo, sus plántulas, aunque más resistentes a la sequía que las de otras especies, tienen una mayor sensibilidad a condiciones de temperatura y humedad marginales que la planta adulta. Es por esto, que debe hacerse un análisis considerando los factores más importantes que la afectan, con el fin de disminuir la tasa de mortalidad durante este período.

En primer lugar, se tomará en cuenta en este análisis la germinación de la semilla y el desarrollo de las plántulas, en relación a las precipitaciones y las temperaturas imperantes en la zona.

Debido a la interrupción que sufrió el experimento 1, durante los meses de agosto y septiembre, no se puede hacer un análisis directo del efecto de la época de siembra en la germinación o en la emergencia de las plántulas durante los primeros meses de vida de la pradera. Sin embargo, si se supone que la mortalidad de las plantas fuera similar en ambas épocas, o incluso aceptando el hecho de que fuera el doble en la segunda época, los resultados en este trabajo señalarían que la combinación de los factores del medio ambiente es más beneficiosa para la germinación a fines de otoño que a mediados de invierno (Figura 5).

De este modo, en la siembra realizada a fines de otoño, se obtuvo la mayor germinación, a pesar que la lluvia caída 7 días después de la segunda época de siembra fue de 13,5 mm e igual a la suma de las precipitaciones anteriores a esta época. Esta reacción de las semillas en condiciones naturales es similar a la que se obtuvo en la germinación *in vitro*, estudio en el cual se demostró que a medida que la temperatura aumentaba, las semillas de pasto salado lograron germinar con tensiones de humedad cada vez más altas. Así, mientras a 20°C los frutos enteros germinaron con tensiones de hasta -7 atmósferas, con temperaturas superiores de 10, 15 y 20°C germinaban hasta con -15 atmósferas.

No obstante, en años con mayor precipitación, se obtiene una germinación similar o mayor en siembras llevadas a cabo en julio que en mayo o primera quincena de junio (Silva y Olivares, 1970)\*. Lo que sin embargo podría deberse a la calidad de la semilla. Estos resultados también están de acuerdo con aquellos encontrados *in vitro*, los que señalan que al aumentar la humedad, se puede obtener una germinación similar o mayor con temperaturas más bajas (Figura 7).

Sin embargo, a estos antecedentes deben agregarse aquellos que dicen relación con la tasa de mortalidad de las plantas. De este modo, en siembras muy tempranas (mayo) la probabilidad de muerte de plántulas puede ser muy alta a causa de las características de las precipitaciones en esta época, la que asociada con temperaturas más elevadas puede producir una desecación del suelo por un período de tiempo que las plántulas no son capaces de resistir. En Australia se ha determinado que plántulas de pasto salado, sólo han soportado 15 días vivas, cuando la tensión de humedad en el suelo es superior a -15 atmósferas (Beadle, 1952).

Cuando la competencia interespecífica es pequeña, las siembras tempranas podrían tener un efecto beneficioso desde el punto de vista del crecimiento individual.

Por otra parte, tampoco es recomendable llevar a cabo siembras después de la primera quincena de julio y, por ningún motivo, en agosto, ya que como consecuencia de la relación precipitación/temperatura, se asume un incre-

\* Trabajo no publicado.

representa mayor dificultad, debido a la baja precipitación existente, a la gran variabilidad de ésta entre diferentes años y dentro de cada uno de ellos a la relación que se presenta entre la temperatura y la precipitación. De este modo, cuando la temperatura es favorable para el desarrollo de las plantas, el agua en las estratas más superficiales del suelo, se encuentra en cantidades mínimas. Por el contrario, en los meses de mayor disponibilidad de agua, la temperatura presenta los niveles más bajos. Por estos hechos, la elección de la época de siembra debe ser producto de una adecuada ponderación de los factores que determinan la actividad metabólica de las semillas y de las plantas, para lograr de este modo una germinación adecuada y un máximo desarrollo de las segundas que signifique un incremento de biomasa.

Los resultados obtenidos en estos estudios señalan que esta especie es muy resistente a condiciones de aridez, ya que con sólo 32 mm de pluviometría y bajo las condiciones ambientales específicas de suelo, clima y manejo, es capaz de germinar y crecer. Sin embargo, sus plántulas, aunque más resistentes a la sequía que las de otras especies, tienen una mayor sensibilidad a condiciones de temperatura y humedad marginales que la planta adulta. Es por esto, que debe hacerse un análisis considerando los factores más importantes que la afectan, con el fin de disminuir la tasa de mortalidad durante este período.

En primer lugar, se tomará en cuenta en este análisis la germinación de la semilla y el desarrollo de las plántulas, en relación a las precipitaciones y las temperaturas imperantes en la zona.

Debido a la interrupción que sufrió el experimento 1, durante los meses de agosto y septiembre, no se puede hacer un análisis directo del efecto de la época de siembra en la germinación o en la emergencia de las plántulas durante los primeros meses de vida de la pradera. Sin embargo, si se supone que la mortalidad de las plantas fuera similar en ambas épocas, o incluso aceptando el hecho de que fuera el doble en la segunda época, los resultados en este trabajo señalarían que la combinación de los factores del medio ambiente es más beneficiosa para la germinación a fines de otoño que a mediados de invierno (Figura 5).

De este modo, en la siembra realizada a fines de otoño, se obtuvo la mayor germinación, a pesar que la lluvia caida 7 días después de la segunda época de siembra fue de 13,5 mm e igual a la suma de las precipitaciones anteriores a esta época. Esta reacción de las semillas en condiciones naturales es similar a la que se obtuvo en la germinación *in vitro*, estudio en el cual se demostró que a medida que la temperatura aumentaba, las semillas de pasto salado lograron germinar con tensiones de humedad cada vez más altas. Así, mientras a 20°C los frutos enteros germinaron con tensiones de hasta -7 atmósferas, con temperaturas superiores de 10, 15 y 20°C germinaban hasta con -15 atmósferas.

No obstante, en años con mayor precipitación, se obtiene una germinación similar o mayor en siembras llevadas a cabo en julio que en mayo o primera quincena de junio (Silva y Olivares, 1970)\*. Lo que sin embargo podría deberse a la calidad de la semilla. Estos resultados también están de acuerdo con aquellos encontrados *in vitro*, los que señalan que al aumentar la humedad, se puede obtener una germinación similar o mayor con temperaturas más bajas (Figura 7).

Sin embargo, a estos antecedentes deben agregarse aquellos que dicen relación con la tasa de mortalidad de las plantas. De este modo, en siembras muy tempranas (mayo) la probabilidad de muerte de plántulas puede ser muy alta a causa de las características de las precipitaciones en esta época, la que asociada con temperaturas más elevadas puede producir una desecación del suelo por un período de tiempo que las plántulas no son capaces de resistir. En Australia se ha determinado que plántulas de pasto salado, sólo han soportado 15 días vivas, cuando la tensión de humedad en el suelo es superior a -15 atmósferas (Beadle, 1952).

Cuando la competencia interespecífica es pequeña, las siembras tempranas podrían tener un efecto beneficioso desde el punto de vista del crecimiento individual.

Por otra parte, tampoco es recomendable llevar a cabo siembras después de la primera quincena de julio y, por ningún motivo, en agosto, ya que como consecuencia de la relación precipitación/temperatura, se asume un incre-

\* Trabajo no publicado.

mento de la tasa de mortalidad, y una reducción del crecimiento de las plantas.

De este estudio se deduciría que la mejor época para sembrar pasto salado en el sector costero de la provincia de Coquimbo, sería aquella comprendida entre la segunda quincena de junio y la primera de julio. Dentro de este período se esperaría obtener una pradera con una mejor densidad de plantas que en siembras más tempranas o tardías. Si además se reconoce que el crecimiento es un proceso acumulativo, dentro de este período no sólo habrá una mayor ventaja desde el punto de vista de densidad, sino que también será mayor la posibilidad de obtener plantas con un crecimiento más desarrollado para soportar el período de sequía. En otras palabras, se desprendería que las siembras realizadas entre la segunda quincena de junio y primera de julio permitirían una mayor producción primaria por unidad de superficie como el resultado de un compromiso entre el crecimiento individual y la densidad.

Como ya se ha dicho anteriormente, otro punto de importancia respecto a la época de siembra podría ser la competencia inter e intraespecífica, ya que ésta puede modificar substancialmente el crecimiento de las plantas. En siembras realizadas a fines de otoño hay una mayor germinación de la semilla de pasto salado, y de las de otras especies que en siembras de invierno, motivo por el cual se genera una mayor competencia entre las plantas, especialmente por agua. Este hecho también se asume del estudio realizado en la localidad de El Mollar (De Kartzow y Lailhacar, 1965), en el cual no se encontró una limitación nutricional de fósforo y nitrógeno; pero, en cambio, se evidenció una interacción entre la época de siembra y el efecto de las malezas. De esta manera, en siembras más tempranas, la competencia realizada por las malezas disminuye la producción primaria del pasto salado por unidad de superficie, en tanto que a medida que la siembra se atrasa, tal efecto disminuye. Debería destacarse, sin embargo, que el efecto de las malezas podría estar indebidamente estimado por haberse usado una metodología poco adecuada.

En todo caso, se plantea también aquí la hipótesis que el menor desarrollo individual del pasto salado en la siembra temprana (22 de mayo) es consecuencia, en una gran medida, de la competencia.

De este estudio no se puede obtener informaciones acerca del momento de siembra más oportuno. Los autores creen, sin embargo, que en esta zona, los futuros estudios deben estar encaminados a la búsqueda de un momento de siembra más bien que a determinar una época de siembra, a causa de la irregularidad de la cantidad y distribución de la precipitación dentro y a través de los años.

Otro factor que se destacó por su importancia en este estudio, en cualquiera de las épocas de siembras consideradas, fue la profundidad a que se colocó la semilla en el suelo, lográndose una mayor emergencia cuando la semilla se sembró a 1,5 cm de profundidad. Con la siembra realizada a 0,1 cm de profundidad, el porcentaje de emergencia fue más bajo y más dependiente de la lluvia caída y de la evaporación que en la siembra realizada a 1,5 cm (Figura 3). Como consecuencia de este comportamiento, la tasa de mortalidad a 1,5 cm de profundidad fue de un 25% en tanto que a 0,1 cm fue de un 50%. Por el contrario, la germinación de las semillas colocadas a 3,0 cm resultó ser la más independiente de las fluctuaciones de humedad, siendo ésta la más baja y con la menor mortalidad de plántulas durante los primeros 45 días a partir de la siembra. Este hecho se atribuye a la mejor conservación de la humedad a medida que aumentaba la profundidad. Sin embargo, a 3 cm de profundidad, la emergencia pudo haberse limitado también, debido a que las reservas de las semillas hayan sido insuficientes para que los cotiledones alcanzaran la superficie del suelo. Este hecho ha sido señalado por Springfield y Bell (1967), quienes observaron que los frutos o utrículos de *Atriplex canescens* desprovistos de sus alas disminuían su emergencia al aumentar la profundidad de siembras a más de 1,2 cm en condiciones óptimas de humedad. Por consiguiente la siembra a profundidades de 3 cm o más no sólo puede limitar la emergencia de plántulas en años de baja pluviometría, sino que también bajo condiciones opuestas, si además operan como limitantes las reservas orgánicas de las semillas.

Los resultados obtenidos indican que con una siembra de 1,5 cm de profundidad y con estas condiciones físicas de suelo se disminuiría la posibilidad de fracaso en la etapa de establecimiento y se lograría la mayor producción primaria con las lluvias del segundo

año, siempre que éstas sean adecuadas.

Es posible que con precipitaciones anuales mayores a 32 mm otras profundidades de siembra produzcan un desarrollo individual y, por superficie similar o mayor a los obtenidos con 1,5 cm de profundidad. Sin embargo, cada vez que ocurran precipitaciones tan bajas como la ración mencionada, la siembra realizada a 1,5 cm de profundidad sería la menos arriesgada.

#### *Influencia del fruto en la germinación in vitro de las semillas*

Desde hace tiempo ha existido la creencia que las semillas de *Atriplex semibaccata* presentan un bajo poder germinativo. Sin embargo, los resultados encontrados en condiciones de laboratorio y de campo, indican que esto no es efectivo. De este modo, en estudios de laboratorio y con humedad y temperaturas adecuadas, se logran porcentajes de germinación de hasta 85%, no obteniéndose porcentajes más altos debido a que por lo general, el remanente de los frutos no presenta semillas o bien estas últimas no germinan en el período estudiado. Beadle (1952) observó en *Atriplex semibaccata* la presencia de un 16% de ambos tipos de frutos.

Este estudio detectó en condiciones de terreno un 18% de emergencia, cifra que puede subestimar el verdadero valor de germinación, ya que es posible que no se hayan contado algunas plántulas a causa de pérdidas por consumidores

secundarios, ganeo, etc. Estos hechos demuestran que esta especie tiene un buen potencial de germinación y que los bajos porcentajes que a menudo se presentan en terreno, serían principalmente producto de la baja disponibilidad de agua en el suelo y, eventualmente, de las bajas temperaturas, de un almacenamiento deficiente, de la duración de éste y de la época de cosecha. En este estudio y en otras investigaciones (Beadle, 1952) se ha encontrado que el porcentaje de germinación disminuye a medida que el período de guarda aumenta.

En la literatura se menciona que las brácteas impiden la germinación de la semilla de esta especie como consecuencia del contenido de cloruro de sodio presente en ellas cuando la disponibilidad de agua es insuficiente. Este hecho no se observó en la presente investigación, lo que podría atribuirse al hecho de que las semillas de las plantas no utilizadas no provenían de un habitat salino.

La testa de la semilla resultó ser el principal mecanismo que limita la germinación, cuando las humedades fueron de -15 y -25 atmósferas, lo que probablemente constituya un carácter seleccionado por las condiciones ambientales imperantes en su área de dispersión, y permite que no nazcan plántulas en un ambiente en el cual la limitación de humedad pueda ser la muerte. Es por esto, que a diferencia de otras especies del mismo género, un tratamiento a la semilla con el objeto de romper este obstáculo, puede constituir una desventaja más que un beneficio.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación de Fomento de la Producción la ayuda financiera y las facilidades físicas para conducir la investigación en el Centro Demotrativo Corral de Julio.

## LITERATURA CITADA

- AYERS, A.D. 1952. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agronomy Journal*. 44: 82-84.
- BEADLE, N.C.W. 1952. Studies in halophytes. I. The germination of the seed and establishment of the seedlings of five species of *Atriplex* in Australia. *Ecology*. 33(1):49-62.
- BEVERIDGE, J.L. and WILSIE, C.P. 1959. Influence of depth of planting, seed size and variety on emergence and seeding vigor in alfalfa. *Agronomy Journal*. 51:731-734.
- BLACK, R.F. 1964. The leaf anatomy of Australian members of genus *Atriplex*. I. *A. vesicaria* Haward; *A. nummularia* Lind. *Australian Journal of Botany*. 2:269-286.
- CSIRO. 1962. Production for salty soils. Soil and pasture research in South Western Australia. Melbourne, pp 80.
- GASTO, C.J. SILVA, G.M. y CAVIEDES, E. 1968. Establecimiento de praderas mejoradas en el secano interior de la Provincia de Santiago, U. de Chile, Facultad de Agronomía, E.E.A., Boletín Técnico N° 28, pp 19.
- KARTZOW, G.R. DE y LAILHACAR, K.R. 1965. Ensayos sobre establecimiento de *Atriplex semibaccata* R. Br., en la zona costera de la Provincia de Coquimbo. Tesis Ing. Agr. Santiago, U. de Chile, Facultad de Agronomía, pp. 123.
- MALCOLM, G.V. 1969. Use of halophytes for forage production on saline wastelands. *The Journal of Australian Institute of Agricultural Science*. 35:38-49.
- MAYER, B.S., ANDERSON, D.B. y BOHNING, R.H. 1966. Introducción a la Fisiología Vegetal. Buenos Aires Eudeba. pp 579
- MAYER, A.M. and POLJAKOFF-MAYER, A. 1963. The germination of seeds. New York, The Mc. Millan Co. pp 263.
- OPAZO, R. 1930. Monografía cultural de las diversas plantas agrícolas. Santiago, Ministerio de Agricultura, Segunda Edición, 52-57.
- PISANO, E. LAILHACAR, S. y SILVA, G.M. 1967. Informe de los trabajos realizados en plantas forrajeras en la Provincia de Coquimbo Santiago, U. de Chile, Facultad de Agronomía (Mimeografiado). pp. 34.
- SPINGFIELD, H.V. and BELL, D.G. 1967. Depth to seed Forwing saltbush. *Journal of Range Management* 28(3):180-182.
- SPRINGFIELD, H. W. 1970. Germination and establishment of forwing saltbush in the Southwest. USDA Forest Service Research Paper RM 55. pp 48.
- TAYLOR, M. PARKER, J. and ROBERSON, M. 1966. Soil strength and seedling emergence relation. A generalized relation for Graminae. *Agronomy Journal* 58:393-395.
- TRIPPLET, B. and TESAR, B. 1960. Effects of compactation, depth of planting and soil moisture tension on seedling emergence of alfalfa. *Agronomy* 52(12):681-684.