

PREHUMEDECIMIENTO A DIFERENTES  
CONTENIDOS DE HUMEDAD Y TIPOS DE SIEMBRA  
SOBRE LA EMERGENCIA DE MAIZ (*Zea mays* L.)  
EN CAMPO

PEDRO CASILLAS ALVAREZ

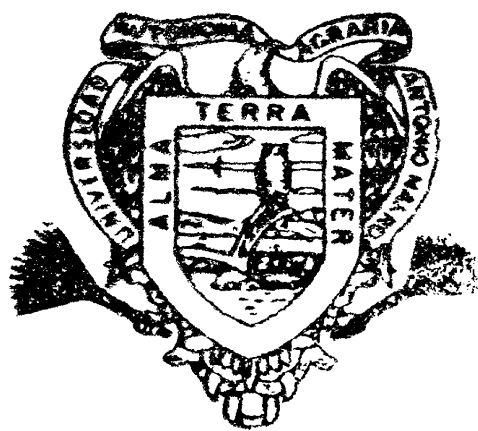
Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenvista, Saltillo, Coah.


MARZO DE 1992

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:


**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS**

**COMITE PARTICULAR**

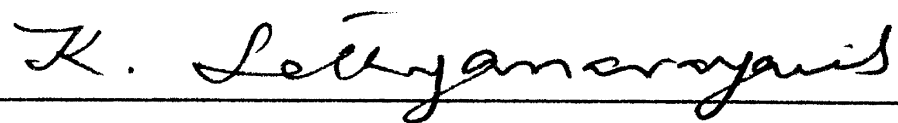
Asesor principal:

  
\_\_\_\_\_  
Ing. MC. Alejandro Moreno Núñez

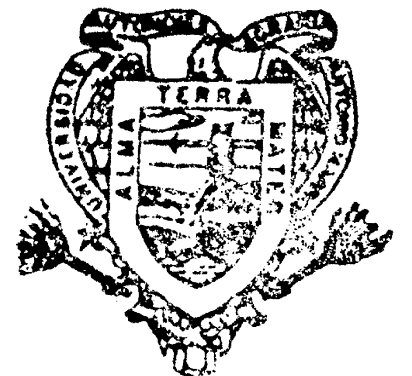
Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Ing. MC. Humberto de León Castillo

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Manuel Fernández Brondo  
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONAT  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Marzo de 1992

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por las facilidades brindadas durante mi estancia en la misma.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa, por ofrecerme la facilidad y el apoyo económico para realizar mis estudios de Postgrado.

Al MC. Alejandro Moreno Núñez; por su gran dedicación y valiosa ayuda en la dirección, revisión y conocimientos aportados para la realización de este trabajo de investigación, lo cual le agradezco infinitamente.

Al MC. Humberto de León Castillo, por la revisión, aportaciones y el interés para mejorar este trabajo.

Al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi, por su participación en la revisión, por sus valiosas sugerencias y conocimientos aportados en este trabajo.

A los catedráticos y personal del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, por el apoyo y amistad que me brindaron.

Al Ing. Lázaro Castro y su esposa Ma. Concepción González por su apoyo desinteresado que siempre me brindaron.

A la Sra. Petra Sánchez Trujillo por su amistad sincera.

A la Sra. Lourdes Villarreal Saucedo por su colaboración al mecanografiar el presente trabajo.

Al Sr. Gabriel Cabello Malacara e Ismael Martínez por su colaboración en el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera participaron en la realización del presente trabajo reitero mi agradecimiento.

## DEDICATORIA .

**A mis padres con cariño y respeto:**

Salvador Casillas B.

Telesfora Alvarez R.

*Por todo el cariño, apoyo y sabias enseñanzas que me han dado y como un testimonio al esfuerzo y sacrificio que por mi realizaron les dedico el presente trabajo.*

**A mi esposa:**

Esther,

*Por su amor, comprensión y confianza que me ha otorgado.*

**A mis hijos:**

Esmeralda, Aracely y Pedro

*Por su cariño, comprensión y estímulos que me han dado.*

**A mis hermanos:**

Tadeo

Esperanza

Juan

María del Consuelo

Miguel

José Guadalupe

Vicente

*Por los lazos que nos unen y por el cariño y apoyo ilimitado que siempre me han brindado.*

# COMPENDIO

PREHUMEDECIMIENTO A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD Y TIPOS DE SIEMBRA SOBRE LA EMERGENCIA DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN CAMPO

POR

PEDRO CASILLAS ALVAREZ

MAESTRO EN CIENCIAS

EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARZO, 1992

Ing. MC. Alejandro Moreno Núñez -Asesor-

Palabras clave: Emergencia, floración, genotipos, remojo de semilla, humedades de semilla y suelo.

Este trabajo se estableció con el propósito de identificar el tratamiento que más influye favorablemente en la emergencia de maíz, bajo condiciones de siembra en húmedo y en seco, asimismo para determinar que tipo de siembra favorece la emergencia y establecimiento del cultivo de maíz

bajo condiciones de campo.

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos y tipos de siembra afectaron la velocidad de emergencia de plántulas de maíz en campo y la floración masculina. Sin embargo, la emergencia (evaluada en tiempo y porcentaje) y la floración femenina, no fueron afectadas por los tratamientos y tipos de siembra.

El tratamiento que aceleró en 0.30 por ciento la velocidad de emergencia fue el de 9 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo, correspondiendo al genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>. Mientras que el tratamiento que adelantó la floración masculina en tres días, fue el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo, correspondiente al genotipo 232x255. Por otra parte la siembra en húmedo aceleró la velocidad de emergencia en plántulas en 1.4 por ciento y adelantó la floración masculina en 7.3 días. Asimismo, la velocidad de emergencia y aparición de plántulas emergidas mostraron una relación significativa con la precocidad de la floración masculina y femenina.

# ABSTRACT

PRE-DAMPENING IN DIFFERENT LEVELS OF MOISTURE AND TYPES OF  
SOWING ON CORN SEED EMERGENCY ON THE FIELD

BY

PEDRO CASILLAS ALVAREZ

MASTER OF SCIENCE

IN SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARCH, 1992

Ing. MC. Alejandro Moreno Núñez -Advisor-

Key words: Emergency, flowering, genotypes, dampening of seeds, moisture of seed and ground.

This research was made in order to identify the treatment with the most favorable influence on the emergency of corn seed under both wet and dry cultivating conditions. It was, likewise, aimed to determine what type of sowing is more propitious to emergency and establishment of corn as a



crop under field conditions.

Results indicate that treatments type of sowing affected the speed of emergency of corn seedlings in the field as well as male flowering. Nevertheless, emergency (evaluated in time and percentage) and female flowering were not affected by treatments and types of sowing.

The treatment of 9 percent moisture plus 6 + 6 hours of dampening in the seed accelerated the speed of emergency by 30.0 percent and corresponded to genotype AN<sub>1</sub>XAN<sub>2</sub>, meanwhile the treatment which most advanced male flowering (by 3 days) was that of 15 percent moisture in the seed plus 12 hours dampening, and corresponded to genotype 232X255. On the other hand the sowing under moisture conditions accelerated the emergency of seedlings to a rate of 1 to 4 percent and advanced by 7.3 days the male flowering. Speed of emergency and sprouting of emerged seedlings showed a significative relation to precocity of male and female flowering.

# INDICE DE CONTENIDO

Página

INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Imbibición de la Semilla.....	3
Contenido de Humedad en la Semilla.....	6
Características del Suelo.....	9
El Remojo de la Semilla sobre Germinación, Emergencia y Floración.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	20
Area de Estudio.....	20
Genotipo Experimental.....	20
Tratamientos y Diseño Experimental.....	21
Prehumedecimiento de la Semilla.....	22
Establecimiento en Campo.....	23
Variables Evaluadas.....	23
Análisis Estadístico.....	25
RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
CONCLUSIONES.....	66
RESUMEN.....	67
LITERATURA CITADA.....	69

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
4.1.	Cuadrados medios del análisis de varianza individual para coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	30
4.2.	Promedios del coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	30
4.3.	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	34
4.4.	Promedios del coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	34
4.5.	Cuadrados medios del análisis de varianza individual para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra	

	bajo 8 tratamientos.....	39
4.6.	Promedios para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	39
4.7.	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo ocho tratamientos.....	44
4.8.	Promedios para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	44
4.9.	Cuadrados medios del análisis de varianza individual para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	48
4.10.	Promedios para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	48
4.11.	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para días a	

	emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	53
4.12.	Promedios para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	53
4.13.	Cuadrados medios del análisis de varianza individual para días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	58
4.14.	Promedios de días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	58
4.15.	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	62
4.16.	Promedios para días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.....	62

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1.	Comportamiento de los coeficientes de velocidad de emergencia en campo bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra.....	31
4.2.	Comportamiento del coeficiente de velocidad de emergencia de plántulas de maíz en campo bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra.....	36
4.3.	Respuesta de la emergencia en campo a los siete días bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra.	40
4.4.	Respuesta de la emergencia en campo a los 13 días bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra.....	41
4.5.	Respuesta de la emergencia de plántulas de maíz en campo bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra.....	45
4.6.	Días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia bajo el	

**Figura No.**

**Página**

	efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra en campo.....	50
4.7.	Días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia en plántulas de maíz en campo bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra.....	54
4.8.	Comportamiento de la floración masculina bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra en campo.....	59
4.9.	Comportamiento de la floración femenina bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra en campo.....	60
4.10.	Comportamiento de la floración masculina y femenina bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra en campo...	64

## INTRODUCCION

En México el maíz es un cultivo básico de gran importancia por ser el principal alimento de nuestra población. Sin embargo, en los sistemas de producción de grano y semilla, los agricultores enfrentan serios problemas en las primeras etapas de su siembra, principalmente una pobre emergencia de plántulas y posteriormente en su establecimiento una reducción en la densidad de población de plantas; además de lo anterior en los sistemas de producción de semilla híbrida existe falta de sincronización en la floración de los progenitores de los híbridos, lo que da lugar a que no se forme semilla en las mazorcas, originando también una reducción en el rendimiento. La situación es aún más crítica en cultivos de temporal de zonas áridas y semiáridas, debido a las condiciones adversas como tipos de suelo, los cuales pueden ser pobres en nutrientes, deficientes en humedad, con temperaturas extremas, con frecuente encostramiento de la capa superior y niveles profundos de siembra, lo que ocasiona que la semilla sembrada bajo estas condiciones pierda ciertos solutos y por consecuencia se vea afectada su viabilidad y vigor de plántulas. Dichos problemas han motivado que diferentes investigadores estén aplicando algunas prácticas tendientes



a encontrar un tratamiento a la semilla que acelere su germinación y favorezcan la emergencia, lo cual es importante en los sistemas de producción agrícola y particularmente para los que se desarrollan bajo condiciones adversas.

Algunos trabajos realizados en cereales y hortalizas entre otros, reportan que el remojo de la semilla incrementa la velocidad de emergencia debido a la actividad de los procesos fisiológicos de la semilla durante el inicio de la germinación, mejorando su establecimiento y rendimiento. Sin embargo en el cultivo de maíz existen pocas experiencias de algunos agricultores en la aplicación del tratamiento a la semilla y los resultados son poco claros sobre sus efectos.

Considerando la problemática que se tiene en siembras de maíz en regiones semiáridas y áridas y a la importancia que puede proporcionar el tratamiento de la semilla y a la falta de información sobre su aplicación por el agricultor, el presente trabajo se planteó con los siguientes objetivos e hipótesis.

### **Objetivos**

1. Identificar el tratamiento que más influye favorablemente en la emergencia de maíz bajo condiciones de siembra en húmedo y seco.

2. Determinar que tipo de siembra favorece la emergencia y establecimiento del cultivo de maíz bajo condiciones de campo.

### Hipótesis

1. Al menos un tratamiento incrementa la emergencia de maíz en los dos tipos de siembra.
2. Los suelos con humedad a capacidad de campo favorecen la emergencia y el establecimiento de las plántulas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Imbibición de la Semilla

La imbibición es un tipo de difusión de partículas de algunas sustancias, la cual ocurre cuando las semillas están absorbiendo agua. Al ocurrir este proceso las semillas aumentan de volumen, liberan calor y el volumen de agua que absorben es grande en relación con su peso seco original. Asimismo la velocidad de imbibición es afectada por el tipo de especie, permeabilidad de la cubierta, temperatura, presión hidrostática, área de contacto semilla agua, fuerzas intermoleculares, composición química y condición fisiológica de la semilla (Popinigis, 1985). Por otra parte Come y Tissaoui (1973) indican que la imbibición rehidrata las macromoléculas y organelos celulares proporcionando un aumento de las actividades respiratorias de la semilla y que, en la relación semilla-oxígeno-temperatura, cuando esta última es baja el metabolismo respiratorio de la semilla es incipiente y, consecuentemente, pequeñas cantidades de oxígeno son necesarias para que la germinación ocurra, pero cuando ésta es alta el oxígeno es más soluble, sus tejidos almacenan cantidades insuficientes de oxígeno para satisfacer sus exigencias metabólicas, siendo mayor la

velocidad respiratoria, por lo cual el embrión requiere mayor cantidad de oxígeno. Mientras tanto Bewley y Black (1984) mencionan que la cantidad de agua absorbida durante la imbibición es generalmente pequeña y no excede de 2-3 veces el peso seco de la semilla. En este sentido Henckel (1964) reporta que, al imbibir semillas de trigo, girasol y mijo en agua a temperatura ambiente el contenido final aumentó en 45, 60 y 30 por ciento de su peso original en dichas especies respectivamente. Igualmente Skoljnik (1953) señala que, al imbibir semilla de trigo, de cebada y girasol, estas aumentaron en un 30 por ciento más de su peso original.

Sin embargo Powell y Mathews (1980) citan que, al imbibir semillas de chícharo estas absorbieron agua rápidamente ocasionando pequeñas grietas en la cubierta y sus cotiledones manifestaron alto lixiviado de solutos, causándoseles daño. Similarmente Ragus (1987) reporta que, al imbibir semillas de soya maduras con buena capacidad de absorción de agua, mostraron daño por el remojo, atribuyendo esto a que las membranas celulares de la semilla se rompen con el remojo lixiviándose el contenido interno de la semilla.

velocidad respiratoria, por lo cual el embrión requiere mayor cantidad de oxígeno. Mientras tanto Bewley y Black (1984) mencionan que la cantidad de agua absorbida durante la imbibición es generalmente pequeña y no excede de 2-3 veces el peso seco de la semilla. En este sentido Henckel (1964) reporta que, al imbibir semillas de trigo, girasol y mijo en agua a temperatura ambiente el contenido final aumentó en 45, 60 y 30 por ciento de su peso original en dichas especies respectivamente. Igualmente Skoljnik (1953) señala que, al imbibir semilla de trigo, de cebada y girasol, estas aumentaron en un 30 por ciento más de su peso original.

Sin embargo Powell y Mathews (1980) citan que, al imbibir semillas de chícharo estas absorbieron agua rápidamente ocasionando pequeñas grietas en la cubierta y sus cotiledones manifestaron alto lixiviado de solutos, causándoseles daño. Similarmente Ragus (1987) reporta que, al imbibir semillas de soya maduras con buena capacidad de absorción de agua, mostraron daño por el remojo, atribuyendo esto a que las membranas celulares de la semilla se rompen con el remojo lixiviándose el contenido interno de la semilla.

## Contenido de Humedad de la Semilla

El contenido de humedad (CH) de la semilla juega un papel muy importante al momento de la siembra, por ello muchos investigadores han estudiado diferentes niveles de humedad en la semilla y el efecto de estos sobre germinación, emergencia, establecimiento y desarrollo de plántulas. Sin embargo otros autores señalan que la interacción entre niveles de humedad de la semilla, tiempo y temperatura de remojo ocasiona un efecto sobre los procesos metabólicos de la semilla de tal manera que éste se manifiesta al momento de la siembra durante los procesos iniciales que tienen lugar en la semilla y en las etapas siguientes.

En este sentido Phillips y Youngman (1971) registraron mayor porcentaje de emergencia cuando la semilla de sorgo fue sembrada con un CH de 11 ó 14 por ciento en comparación a semilla de un CH de 8 por ciento. Similarmente Prusinski (1969) obtuvo una emergencia de 68.8 por ciento en la siembra de semillas de soya con un CH de 18 por ciento y un 57.4 por ciento con semillas de un CH de 10 por ciento, pero también obtuvo una pobre emergencia de 14.3 por ciento en semillas con más bajo CH.

Pollock (1969) señala que la semilla de frijol con un CH menor de 12 por ciento humedecida a temperatura baja

de 5-15°C, ocasiona daños al eje embrionario, indicando que este daño puede prevenirse si el CH de la semilla se incrementa antes del remojo. Mientras que Ishida et al. (1989) mencionan que cuando el CH de la semilla de soya es menor de 10 por ciento se producen daños a embriones y cotiledones por efecto de la imbibición, no manifestándose estos daños cuando la semilla tenía 20 por ciento de humedad.

Asimismo Koslanund y Delouche (1989) obtuvieron una reducción en la germinación de semilla de soya de CH de 4-8 por ciento, atribuyéndolo a la baja humedad inicial de la semilla y a la interacción de ésta con la baja temperatura de imbibición de 5°C, con el tamaño grande de la semilla y con el abundante suministro de agua.

Marc y Obendorf (1976) al humedecer semilla de maíz con CH de 5 y 13 por ciento durante 36 y 48 horas a 5°C, registraron mejor crecimiento radicular con la semilla de CH de 13 por ciento, reduciéndose en las CH de 5 por ciento por la interacción con la baja temperatura, siendo la diferencia en crecimiento radicular estadísticamente significativa al tercer día y altamente significativa al segundo día de la evaluación.

Dexter (1966) imbibió semilla de maíz con CH de 6, 13 y 16 por ciento a 5°C, y señala que las semillas con 6

por ciento de humedad originó desarrollo anormal de plántulas debido a la baja temperatura, redujo el establecimiento y crecimiento de plántulas, mientras que las semillas imbibidas con 13 ó 16 por ciento de humedad mostraron parcial o total protección a la baja temperatura.

Obendorf y Hobbs (1970) equilibraron el CH de la semilla a 6 y 16 por ciento en 12 variedades de soya, prehumedeciéndola en agua a 5 ó 25°C, manifestándose mejor establecimiento y vigor de plántulas con la semilla de CH de 16 por ciento en relación a las semillas de CH de 6 por ciento, también señalan diferente respuesta en las variedades cuando los CH interactúan con el tiempo y temperatura de prehumedecimiento.

Similarmente Hobbs y Obendorf (1972) imbibieron semillas de soya con 5 y 13 por ciento de humedad a temperaturas de 5 y 25°C, indicando que aquellas con 13 por ciento de humedad mejoraron el establecimiento y vigor de plántulas en comparación con las de CH de 5 por ciento.

Asimismo Lyles y Fanning (1964) incrementaron la emergencia en sorgo variedad RSG10, cuando aumentaron el CH de la semilla humedeciéndola durante 10 horas y la sembraron inmediatamente.



## Características del Suelo

Las condiciones de campo son frecuentemente riesgosas para la germinación de la semilla y la emergencia de la plántula. La temperatura del suelo puede ser alta o más baja que la óptima para germinación, y la humedad del suelo puede ser baja o excesiva, lo que determina una inadecuada o deficiente difusión de oxígeno, provocando la muerte debido a resecado. Por otra parte el estado físico del suelo puede impedir seriamente el avance de la plántula hacia la superficie debido a texturas compactas o a la formación de costra. Además, si se retrasa la germinación la semilla puede ser atacada por predadores y patógenos. Por otro lado el nivel que alcanzan las condiciones adversas del suelo cambia continuamente durante la época de siembra, por lo que la proporción de plántulas que emergen varía de la misma forma.

Skoljnik (1953) mejoró el rendimiento en trigo, cebada y girasol en suelos con baja humedad, remojando la semilla en agua hasta aumentar su peso en un 30 por ciento más de su peso original, secándola a temperatura ambiente hasta obtener su peso original, repitiendo dos o tres veces el mismo tratamiento y sembrando.

Similarmente Henckel (1964) remojó la semilla de trigo, girasol y milo en agua destilada durante dos días a

15-25°C, la secó a temperatura ambiente, y repitió dos o tres veces el procedimiento, aumentando el contenido final de agua en 45 por ciento de su peso seco en trigo, 60 por ciento en girasol y 30 por ciento en milo, este tratamiento mejoró su establecimiento en suelos con baja humedad.

Lyles y Fanning (1964) al estimar el efecto del prehumedecimiento y niveles de humedad del suelo en semillas de sorgo, reportaron que la emergencia no excedió de 40 por ciento en suelos con baja humedad y que por el contrario, el prehumedecimiento de la semilla la incrementó con niveles más altos de humedad del suelo, concluyendo que la baja emergencia de plántulas a estas condiciones de humedad, se debió probablemente a que el suelo extrajo humedad de las semillas hidratadas o que éste no pudo suministrar la humedad necesaria para que los procesos de germinación no se interrumpieran.

Con el propósito de establecer siembras en seco en maíz Ramírez y Bejarano (1973) estudiaron el efecto de las altas temperaturas (37.4, 34.9 y 33.6°C) y los períodos de exposición (5, 10, 15, 20 y 30 días) de las semillas a éstas, sobre la germinación y desarrollo inicial del maíz, señalando que los períodos de exposición de las semillas en el suelo a temperaturas mayores de 34°C por más de 10 días provocaron reducciones de la germinación en más de un 20 por ciento, también indican que la medición de la temperatura se

hizo a 0, 2.5 y 5.0 cm de profundidad, siendo la de 0 cm la más alta con 57.5°C.

Rao *et al.* (1978) señalan que la disponibilidad de agua en el suelo es uno de los mayores obstáculos para la germinación, la emergencia y el buen establecimiento de plántulas, lo cual repercute en un mayor rendimiento.

Phillips y Youngman (1971) reportan que las semillas de sorgo sembradas bajo condiciones de suelo seco manifestaron efectos sobre la emergencia, lo cual repercutió en el rendimiento de grano, pero cuando se siembra la semilla con un contenido de humedad relativamente alto, se mejora el establecimiento de plántulas y por tanto el rendimiento.

Nijenstein (1988) reporta que el contenido de humedad del suelo influye sobre la germinación, obteniendo resultados que muestran una reducción en el porcentaje de germinación en semillas de maíz, cuando éstas fueron sembradas en un suelo con 34 por ciento de capacidad de agua retenida.

Igualmente Ayers (1952) menciona que el porcentaje de velocidad de emergencia es afectado por la variación de humedad del suelo en un tipo no salino y también por la variación de la salinidad en otro con humedad inicial

constante.

Rathore *et al.* (1983) al estudiar el efecto de la costra en el suelo, sembrando en campo 12 variedades de soya a profundidades de 4-5 cm en un suelo encostrado por aplicación de agua después de la siembra, mencionan que en etapas tempranas de la emergencia la velocidad de difusión del oxígeno fue el principal factor que la limitó y en etapas posteriores la fuerza de la costra. También señalan que las variedades de semilla pequeña fueron menos afectadas por el aumento de la fuerza de la costra, reflejándose en la mortalidad de semillas grandes que fue mayor de 50 por ciento comparada con las semillas pequeñas que fue de 30 por ciento.

Similarmente Fapohunda *et al.* (1986) evaluaron los efectos del secamiento sobre la fuerza del suelo y la emergencia del maíz, indican que al disminuir la velocidad inicial de secado, disminuyó la fuerza de la costra y se mejoró la emergencia. También registran una alta correlación negativa entre la fuerza del suelo y contenido de agua del suelo.

### **El Remojo de la Semilla sobre Germinación, Emergencia y Floración**

Algunos autores señalan que el remojo de la semilla estimula la división y elongación de células en el embrión

con cada humedecimiento, aumentando los procesos metabólicos de la semilla, incrementando la velocidad de germinación y emergencia, repercutiendo a la vez en la etapa de floración, ocasionando un adelanto en la misma, de tal manera que al emplearse para sincronizar la floración en los progenitores de los híbridos mejoraría el rendimiento de semilla. Asimismo se menciona que la respuesta al remojo en los cultivos es diferente entre especies y aún dentro de la misma especie sean líneas, variedades o híbridos.

#### Germinación

Las semillas de trigo remojadas en agua destilada por 12, 24 y 36 horas dieron un mejor porcentaje de germinación a las 12 horas, superando a las de 24 horas con 32 por ciento y a las de 36 horas con 40 por ciento (Salim y Tood, 1968).

Sin embargo Bramlage *et al.* (1979) imbibieron semillas de soya a 7°C durante 30 minutos. registrando una reducción significativa de germinación, en la mayoría de las variedades, pero al imbibirlas a 17°C la germinación se mejoró en la mayoría de éstas.

Idris y Aslam (1975) al remojar semilla de trigo en agua destilada a 20°C por 12 y 24 horas, secándola al aire antes de la siembra, obtuvieron mas rápida germinación en

relación a la semilla no tratada. Asimismo Goldsworthy *et al.* (1982) prehumedecieron semilla de trigo a una temperatura de 10°C obteniendo una germinación de 91 por ciento igual al testigo, pero al aumentar la temperatura de remojo a 35°C se incrementó la germinación un 5.5 por ciento.

Nalawadi *et al.* (1973) remojaron en agua por 24 horas la semilla de las variedades de soya "Hill", "Hampton", "Bragg", "Hardee" e "Improved Pelican", citan diferencias significativas en germinación con relación a las no humedecidas, obteniendo los más altos porcentajes 92.0 y 73.2 en las variedades "Hill" y "Hampton" respectivamente. Asimismo al remojar en agua fría a 0°C por 3 horas se mejora la germinación hasta en 80 por ciento, de ahí que exista diferencia varietal para el remojo de la semilla.

Asimismo Norton (1989) evaluó en el cultivo de chícharo variedades Lincoln y Laxton superb el efecto del remojo de la semilla por 21 horas, registró una reducción en la germinación de 71 a 35 y de 83 a 59 por ciento en ambas variedades respectivamente. Pero adicionando oxígeno al agua de remojo se incrementó el porcentaje de germinación en la variedad Lincoln solamente.

## Emergencia

Fowell y Matthews (1979) imbibieron semilla de chícharo a una temperatura de 7°C, ocasionando retardo en la absorción de agua, daño a los tejidos del embrión afectando posteriormente la emergencia y desarrollo de plántula.

Gafarov (1973) al remojar la semilla de dos variedades de tomate en agua por 12, 24 y 36 horas, seguida por un secado a la temperatura ambiente, obtuvo mayor emergencia y vigor de plántulas en comparación con el testigo.

Singh y Wilson (1973) prehumedecieron semilla de girasol y cártamo en agua por 24 horas a 10 y 15°C para después secarla, señalan que al remojarla a 15°C la velocidad de emergencia en girasol fue de 8.5 contra 7.6 por ciento del testigo; mientras que en cártamo la velocidad de emergencia fue de 8.4 contra 8.3 del testigo. Sin embargo Daulay y Singh (1981) registraron mayor coeficiente de velocidad de emergencia y un 16 por ciento más de rendimiento al remojar la semilla de girasol durante 24 horas; en cártamo no tuvo efecto. Asimismo Sinha y Singh (1988) incrementaron la emergencia cuando la semilla de trébol variedad S-99-1 fue remojada en agua durante 24 horas y secada a su peso original, no produciendo el mismo efecto al remojar durante 36 horas.

Martin *et al.* (1989) prehumedecieron semilla de 48 líneas endogámicas de maíz durante siete días a 10°C (evaluando este tratamiento durante dos años en ocho localidades), indican que la correlación entre germinación en laboratorio y emergencia en campo fue afectada por la localidad y año. Sin embargo consideran que el prehumedecimiento puede ser una prueba rápida, barata y efectiva herramienta para eliminar en campo a las líneas endogámicas con pobre emergencia.

Los resultados obtenidos por Bennett y Waters (1987) cuando remojaron semilla de maíz dulce de las variedades "Jubilee", "Midway" y "Reward" en agua destilada durante 16 horas a 25°C, secada durante 8 horas a temperatura ambiente, mostraron que la semilla tratada dio mejor emergencia y redujo el número de días para alcanzar el 50 ó 75 por ciento de plántulas emergidas, en relación con la semilla no tratada.

Asimismo Kulkarni y Eshanna (1989) incrementaron el porcentaje de velocidad de emergencia y vigor de plántulas, cuando remojaron en agua por 24 horas la semilla de maíz de baja y mediana calidad (60 y 70 por ciento de germinación respectivamente) en comparación con la semilla no tratada, pero también señalan que la semilla de alta calidad (90 por ciento de germinación) no les afectó el remojo.



Soqui (1989) al prehumedecer semilla de maíz en agua y en soluciones salinas a diferente potencial osmótico, por 32 horas a 25°C y secadas hasta su peso original 10.8 por ciento, cita que el mejor resultado lo dio el prehumedecimiento de la semilla en agua con un 86 por ciento de plántulas emergidas, en relación al testigo y a los tratamientos con soluciones salinas.

Barrios (1989) prehumedeció semilla de maíz en agua y en arena más agua por 6, 12, 18, 24, 6+6, 12+6, 12+12 y 18+6 horas, obteniendo mayor velocidad de emergencia a los seis días después de la siembra en el tratamiento de arena más agua, con 6 horas de remojo, superando con un 33.30 por ciento al testigo.

Maiti *et al.* (1986) al remojar semillas de sorgo en agua durante 4, 8, 12, 16 y 20 horas, seguido por un secado antes de sembrarlas, registraron la máxima emergencia a las 8 horas y la mínima a la 16 y 20 horas. También indican que en la interacción genotipo-humedecimiento los híbridos interactúan en menor proporción que las líneas, proporcionando los primeros porcentajes de emergencia más bajos y constantes.

Kuruvadi y Cárdenas (1990) investigaron en cuatro genotipos, dos variedades de trigo harinero (Anáhuac y Favón) y en dos líneas de trigo macarronero (Chen "S" y

Similarmente Barrios (1989) remojó semilla de maíz en agua destilada durante 6, 12, 18, 24, 6+6, 12+6, 12+12 y 18+6 horas, cita un adelanto de la floración masculina de tres días (aunque no fue significativo estadísticamente) con tiempo de remojo de 12+12 horas con relación al testigo.

Por otro lado también se conoce que la floración tiene estrecha relación con otras etapas fenológicas del cultivo. En este sentido Chase y Nanda (1965) registran en sorgo una correlación positiva entre fecha de cosecha y días a antesis al 50 por ciento. Los mismos autores (1967) reportaron en maíz correlaciones positivas entre número de hojas y número de días hasta antesis ( $r=0.94$ ,  $0.82$  y  $0.97$  en tres fechas de siembra respectivamente) así como entre el contenido de humedad de la semilla a la cosecha y días a antesis ( $r=0.98$  para la primera fecha de siembra). Asimismo Gámez (1985) cita en maíz correlación positiva entre floración masculina y femenina ( $r=0.99$ ). Mientras que Barrios (1989) reporta en maíz correlación negativa entre emergencia (a los seis y 11 días) y días a floración masculina ( $r=-0.54$  y  $-0.45$  respectivamente), y con floración femenina ( $r=-0.63$  y  $-0.56$  respectivamente).

# MATERIALES Y METODOS

## Area de Estudio

El experimento se estableció durante el ciclo primavera-verano de 1989 en los terrenos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), en Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila, cuyas coordenadas son 25°22' latitud norte, 101°00' longitud oeste y a 1742 msnm (CETENAL, 1975).

## Genotipo Experimental

La semilla del material genético utilizado en esta investigación fue de dos cruza simples AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub> y 232 x 255 de cosecha reciente, producida por el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub> es una cruza simple progenitora de tres híbridos comerciales de la UAAAN formados por el IMM. Esta cruza es de perfecta adaptación al Trópico Seco Mexicano (0-1000 msnm) y en combinación con materiales del Bajío

(líneas o cruzas simples) ha demostrado exhibir un alto grado de heterosis para rendimiento, razón por la cual actualmente es progenitor de híbridos.

232M x 255M es una craza simple enana progenitora de un híbrido comercial (AN444) de la UAAAN liberado por el IMM. Esta craza posee una amplia adaptación al Bajío Mexicano (1000-1800 msnm) y en combinación con otros materiales del Bajío así como del Trópico Seco, ha demostrado exhibir un alto grado de heterosis para diferentes características cuantitativas en maíz.

Estas cruzas simples forman el híbrido doble AN444 con amplia adaptación, estabilidad y con alto potencial de rendimiento donde existe disponibilidad de agua.

### **Tratamientos y Diseño Experimental**

Los tratamientos en estudio (Cuadro 3.1) fueron producto de la combinación de tipos de siembra, genotipos, contenidos de humedad de la semilla y tiempos de remojo, dando un total de ocho tratamientos y dos testigos (sin prehumedecer) fueron incluidos. El diseño experimental utilizado fue un bloque completamente al azar con cuatro repeticiones por tipo de siembra el tamaño de la unidad experimental fue de  $6.7 \text{ m}^2$ .

Cuadro 3.1. Tratamientos en estudio.

Tipos de siembra	Cruzas simples	Contenido de humedad de la semilla (%)	Tiempos de remojo (hr)
Siembra en húmedo*	AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub>	15.0	6 + 6
		9.0	12
		Testigo	0
Siembra en seco	232 x 255	15.0	6 + 6
		9.0	12
		Testigo	0

\*Capacidad de campo

### Prehumedecimiento de la Semilla

Antes de iniciar el remojo de la semilla de cada cruza, se le determinó el contenido de humedad inicial, a través de un determinador electrónico, posteriormente se sometieron a alta y baja humedad atmosférica para equilibrar el nivel de humedad y alcanzar los por cientos fijados en ambas cruzas, 9.0 y 15.0 por ciento. Inmediatamente después se colocó la semilla de cada cruza en cuatro charolas de plástico de uso comercial, con agua destilada (usándose en total ocho charolas), una vez alcanzados los tiempos fijados en los tratamientos, se sacaron y secaron a temperatura ambiente hasta alcanzar los contenidos de humedad anteriormente señalados. Este procedimiento se repitió para aquellos tratamientos que involucraron dos etapas de remojo.

## Establecimiento en Campo

Para definir los tipos de siembra; siembra en húmedo y siembra en seco, se dividió el terreno experimental en dos partes, en una se aplicó riego de presiembra y la otra se mantuvo seca, ambas surcadas a 75 cm. Una vez que el suelo regado estuvo a capacidad de campo se procedió a sembrar en éste y en el que se mantuvo seco, este último se regó después de la siembra, la unidad experimental fue de cuatro surcos de 3.0 m de longitud. La siembra se hizo manual depositando dos semillas por golpe en el fondo del surco a 25 cm de distancia. Con la finalidad de que el cultivo llegara a etapas finales y después de las respectivas evaluaciones de emergencia se aclaró dejando una sola planta. Posteriormente al cultivo se le dio el manejo agronómico sugerido para la región en ambos tipos de siembra.

## Variables Evaluadas

### Coeficiente de Velocidad de Emergencia

Se calculó en base a los datos obtenidos de las emergencias diarias en cada tipo de siembra, utilizando la siguiente fórmula: (Kotowski, 1926)

$$\text{Coeficiente de velocidad de emergencia} = 100 \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_x}{A_1 T_1 + A_2 T_2 + \dots + A_x T_x}$$

donde:

$A_1$  = número de plantas contadas.

$T_1$  = número de días después de la siembra correspondiente a  $A_1$ .

$A_2$  = número de nuevas plantas que emergieron desde  $T_1$ .

$T_2$  = Número de días desde la siembra sobre cualquier conteo emergido  $A_2$  contado.

### Emergencia en Campo

Con el fin de conocer el efecto del tratamiento de la semilla sobre la emergencia, esta evaluación se hizo contabilizando el número de plántulas emergidas del total de semilla depositada en el suelo de cada unidad experimental. Las lecturas de emergencia se realizaron a los siete, 10 y 13 días después de la siembra, considerándose como plántulas emergidas cuando el coleóptilo superó la superficie del suelo. El porcentaje de emergencia se obtuvo promediando las cuatro repeticiones experimentales.

### Número de Días a 50 y 70 por ciento de Emergencia

La realización de estas evaluaciones fueron considerando el número de días transcurridos desde el

momento de la siembra hasta que se alcanzaron estos porcentajes.

#### Días a Floración Masculina

Se consideró el período en días desde la siembra, hasta que el 50 por ciento más uno de las plantas por parcela presentaron más de la mitad de la espiga, soltando polen.

#### Días a Floración Femenina

Se consideró el período en días desde la siembra, hasta que la mitad de las plantas por parcela presentaron los estigmas receptivos.

### **Análisis Estadístico**

Después de haber obtenido los datos de cada una de las variables, se procedió a realizar su análisis estadístico, para tal efecto los datos obtenidos y expresados en forma de porcentaje fueron transformados a arco seno (Reyes, 1980). Se utilizaron los siguientes modelos estadísticos para realizar los análisis de varianza:

Un modelo lineal bajo el cual se hizo el análisis de varianza individual para cada tipo de siembra:



$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto de tratamientos

$\beta_j$  = efecto de repeticiones

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

$i = 1, 2, \dots, 10$  (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, 4$  (repeticiones)

Un modelo lineal bajo el cual se hizo el análisis de varianza combinado factorial, incluyendo ambos tipos de siembra:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha\beta_{j/i} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del tipo de siembra

$\alpha\beta_{j/i}$  = efecto de repeticiones dentro de tipos de siembra

$\gamma_k$  = efecto de tratamientos

$\alpha\gamma_{ik}$  = efecto de tipos de siembra y tratamientos (interacción)

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental

$i = 1, 2$  (tipos de siembra)

$j = 1, 2, 3, 4$  (repeticiones)

$k = 1, 2, 3, \dots, 10$  (tratamientos)

Para conocer la diferencia entre las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple DMS (diferencia mínima significativa) con un  $\alpha$  0.05 de probabilidad.

Finalmente para conocer la posible asociación entre las variables utilizadas, se hizo un análisis de correlación simple.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con la finalidad de analizar el efecto del remojo sobre la semilla de dos cruza<sup>s</sup> simples de maíz y dos tipos de siembra, a continuación se presentan y discuten los resultados para coeficiente de velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia a siete, 10 y 13 días después de la siembra, número de días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia, floración masculina y floración femenina.

### Coeficiente de Velocidad de Emergencia

Los cuadrados medios del análisis de varianza individual para coeficiente de velocidad de emergencia (Cuadro 4.1.) muestran diferencias significativas para tratamientos de siembra en húmedo y de siembra en seco, así como para repeticiones de siembra en húmedo, lo primero significa que existe variación debida al efecto en los tratamientos en función de los diferentes componentes que lo constituyen; lo segundo indica que el diseño experimental que se utilizó fue acertado en la siembra en húmedo, debido a que nos muestra que hubo diferencias de humedad en diferentes lugares del suelo, mientras que en siembra en seco no muestra significancia esta fuente de variación,

debido a las condiciones homogéneas del suelo seco. Los coeficientes de variación son muy bajos, lo cual indica que estos estuvieron dentro del límite estipulado para las condiciones en que se realizó tanto el experimento como la evaluación de esta variable.

Los promedios de los índices de esta variable (Cuadro 4.2.) indican que la diferente variación en los tratamientos fue muy ligera variando de 17.2 a 17.6 por ciento para siembra en húmedo y de 15.9 a 16.1 por ciento para siembra en seco, estas diferencias pueden observarse más claramente al comparar los valores de ambos tipos de siembra (Figura 4.1.). Sin embargo en la siembra en húmedo todos los tratamientos aplicados a la cruz simple 232x255 fueron estadísticamente iguales en un rango que varió de 17.4 a 17.6 por ciento, mientras que en la cruz simple AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> el tratamiento que registró el valor más alto con 17.5 por ciento fue el de 9 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo superando al testigo significativamente en 0.3 por ciento de velocidad. Asimismo en promedio los tratamientos del genotipo 232x255 superaron en 0.58 por ciento a los de la cruz simple AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>. En la siembra en seco todos los tratamientos aplicados a la cruz simple AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> se comportaron semejantemente, en un rango que varió de 15.9 a 16.0 por ciento, mientras que en la cruz 232x255 el tratamiento que numérica y estadísticamente fue igual al testigo con 16.1 por ciento de velocidad, fue

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza individual para coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Coef. de veloc. de emergencia (%)	
		Siembra húmedo	Siembra seco
Tratamientos	9	0.07*	0.02**
Repeticiones	3	0.10*	0.00
Error	27	0.02	0.00
Coef. variación (%)		0.9	0.5

\*, \*\*: Significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.2. Promedios del coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Cruzas simples	Tratamientos		Coef. de veloc. de emergencia (%)	
	Cont. hum. (%)	remojo (h)	Siembra húmedo	Siembra seco
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	17.4 abc	16.0 abcd
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	17.3 bc	16.0 ab
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	17.5 ab	16.0 abc
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	17.3 bc	15.9 cd
Promedio			17.3	15.9
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		17.2 c	16.0 abcd
6 232x255	15	6+6	17.5 ab	16.1 a
7 232x255	15	12	17.5 a	15.9 bcd
8 232x255	9	6+6	17.5 a	16.0 ab
9 232x255	9	12	17.4 abc	15.8 d
Promedio			17.4	15.9
10 232x255	testigo		17.6 a	16.1 a
DMS (%)			0.24	0.12

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ).

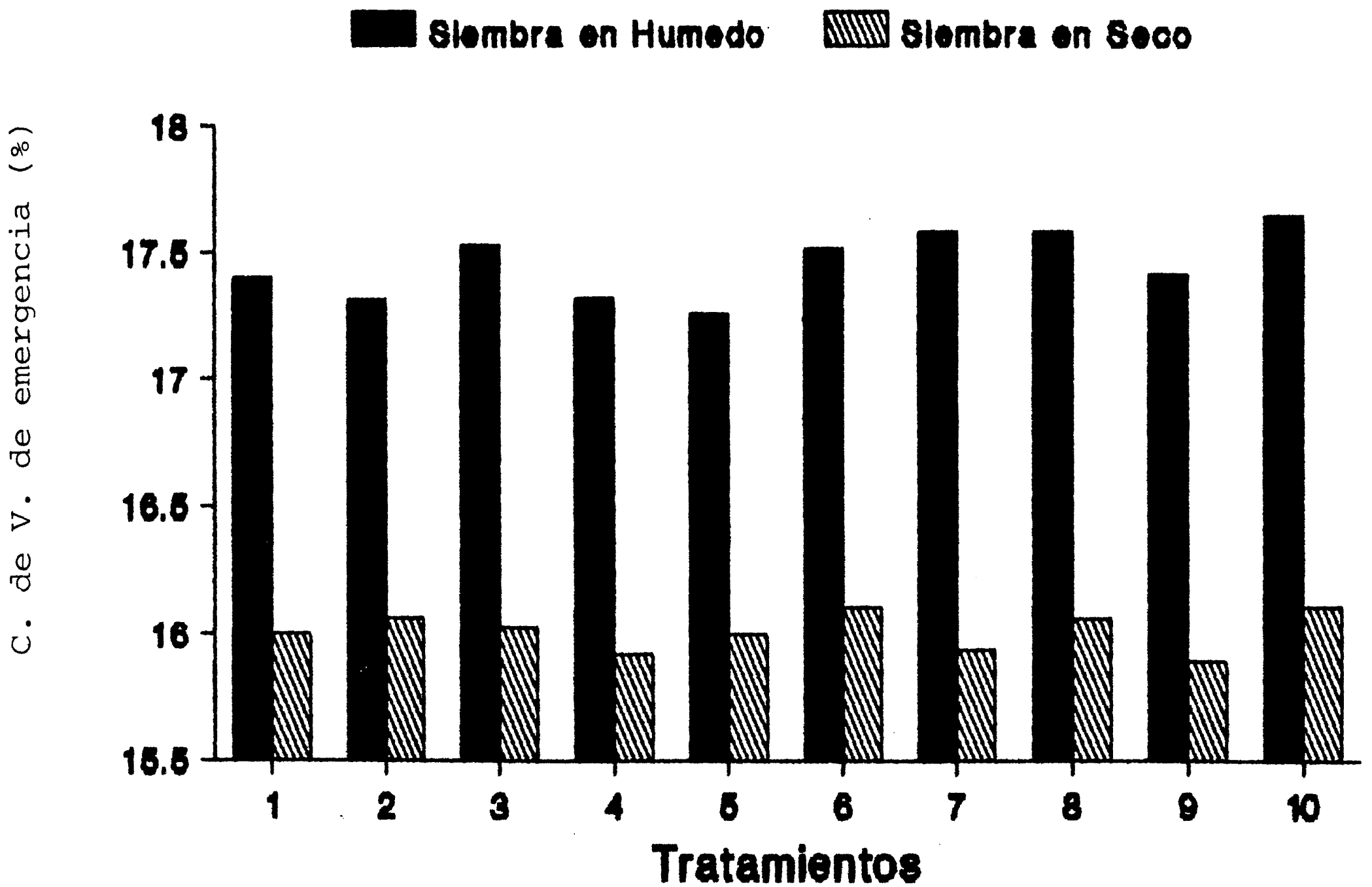


Figura 4.1. Comportamiento de los coeficientes de velocidad de emergencia en campo bajo efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra.

el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo, por otra parte el coeficiente de velocidad fue 0.13 por ciento más alto en el genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> en relación al genotipo 232x255. Como puede apreciarse el efecto del remojo sólo se manifiesta con más claridad en el genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> sembrando en húmedo, deduciendo que la respuesta es diferente entre genotipos, lo cual coincide con lo expresado por Singh y Wilson (1973); Daulay y Singh (1981) y Kulkarni y Eshanna (1989) quienes remojaron semilla de distintos genotipos obteniendo respuesta diferente para velocidad de emergencia. También se advierte que en general los tiempos cortos de remojo 6+6 horas, en ambos genotipos produjeron los valores más altos para esta variable, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Maiti *et al.* (1986); Sinha y Singh (1988) y Barrios (1989) que manifiestan haber tenido mejores resultados en tiempos cortos de remojo. Esto puede deberse a que los procesos fisiológicos de la semilla son reactivados en cada humedecimiento y porque el nivel de oxígeno es suficiente para que el proceso de germinación no se interrumpa y ocurra más rápido, aumentando el coeficiente de velocidad de emergencia, lo cual coincide con lo argumentado por Come y Tisseoui (1973) y Norton *et al.* (1989). Mientras tanto en siembra en seco el comportamiento de los tratamientos y testigos de ambas cruzas fue muy similar posiblemente se debió al riego que se aplicó a este tipo de siembra lo que originó la formación de una costra en el suelo, la cual influyó en la respuesta de estos hacia la

velocidad de emergencia, coincidiendo con Rathore *et al.* (1983) y Fapohunda *et al.* (1986) quienes manifiestan que la costra de la tierra y fuerza de la misma afectan la emergencia.

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado para la misma variable Cuadro 4.3. reportan diferencias significativas para tipos de siembra y tratamientos, esto indica que las diferencias para el primer factor son debidas a los diferentes niveles de humedad que se aplicaron al suelo; en cuanto al segundo éstas son producto de los diferentes efectos de sus componentes. La interacción tratamientos por tipos de siembra no fue significativa lo cual indica que no se alteró el comportamiento de este carácter al modificar el tipo de siembra, es decir no existió interacción genotipo medio ambiente. El coeficiente de variación fue muy bajo, indicando buena conducción del experimento y resultados confiables.

Los promedios de velocidad que se observan para tipos de siembra y tratamientos Cuadro 4.4. muestran que en los tipos de siembra, hubo mayor respuesta en siembra en húmedo, debido a que posiblemente la humedad del suelo estimuló los procesos de la germinación incrementando la velocidad de emergencia, lo cual concuerda con los razonamientos de Lyles y Fanning (1964) y Phillips y



velocidad de emergencia, coincidiendo con Rathore *et al.* (1983) y Fapohunda *et al.* (1986) quienes manifiestan que la costra de la tierra y fuerza de la misma afectan la emergencia.

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado para la misma variable Cuadro 4.3. reportan diferencias significativas para tipos de siembra y tratamientos, esto indica que las diferencias para el primer factor son debidas a los diferentes niveles de humedad que se aplicaron al suelo; en cuanto al segundo éstas son producto de los diferentes efectos de sus componentes. La interacción tratamientos por tipos de siembra no fue significativa lo cual indica que no se alteró el comportamiento de este carácter al modificar el tipo de siembra, es decir no existió interacción genotipo medio ambiente. El coeficiente de variación fue muy bajo, indicando buena conducción del experimento y resultados confiables.

Los promedios de velocidad que se observan para tipos de siembra y tratamientos Cuadro 4.4. muestran que en los tipos de siembra, hubo mayor respuesta en siembra en húmedo, debido a que posiblemente la humedad del suelo estimuló los procesos de la germinación incrementando la velocidad de emergencia, lo cual concuerda con los razonamientos de Lyles y Fanning (1964) y Phillips y

Cuadro 4.3. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuente de variación	GL	Coeficiente de velocidad de emergencia (%)
Tipos de siembra	1	41.6**
Rep. x T. de siembra	6	0.05
Tratamientos	9	0.06**
Trat. X T. de siembra	9	0.03
Error	54	0.01
Coef. variación (%)		0.79

\*. \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.4. Promedios del coeficiente de velocidad de emergencia en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Tipos de siembra			Coeficiente de velocidad de emergencia (%)
Siembra en húmedo			17.4 a
Siembra en seco			16.0 b
Tratamientos			
Cruzas simples	Cont. hum. (%)	remojo (h)	
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	16.7 bcde
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	16.6 cde
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	16.7 abcd
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	16.6 e
Promedio			16.6
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		16.6 e
6 232x255	15	6+6	16.8 abc
7 232x255	15	12	16.7 abcd
8 232x255	9	6+6	16.8 ab
9 232x255	9	12	16.6 de
Promedio			16.7
10 232x255	testigo		16.8 a
DMS	(%)		0.13

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ).

Youngman (1971) quienes manifiestan haberla mejorado al sembrar en suelo húmedo. Mientras que en el suelo seco se redujo posiblemente porque éste no suministró la humedad suficiente a la semilla, lo que afectó la germinación y consecuentemente la velocidad de emergencia, lo cual coincide con lo expuesto por Ayers (1952); Rao et al. (1978) y Nijenstein (1988) quienes obtuvieron una reducción en la velocidad cuando sembraron en suelo seco. Por otra parte en el mismo cuadro se observa que en forma combinada los tratamientos con 6+6 horas de remojo (indistintamente del contenido de humedad en la semilla y genotipo), fueron los que mostraron valores más altos, variando de 16.7 a 16.8 por ciento de velocidad, aunque únicamente el tratamiento de 9 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo superó estadísticamente en 0.10 por ciento al testigo de la misma cruz AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>. Asimismo en promedio los tratamientos del genotipos 232x255 superaron en 0.42 por ciento al genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, esta tendencia se muestra mejor en la Figura 4.2. Puesto que los tipos de siembra no influyen en los tratamientos, se infiere que las diferencias que se observan son debidas a los tiempos cortos de remojo lo cual concuerda con Maiti et al. (1986), Sinha y Singh (1988) y Barrios (1989) que obtuvieron valores más altos en tiempos cortos de remojo. Aunque se observan diferencias por genotipo, estas son muy pequeñas.

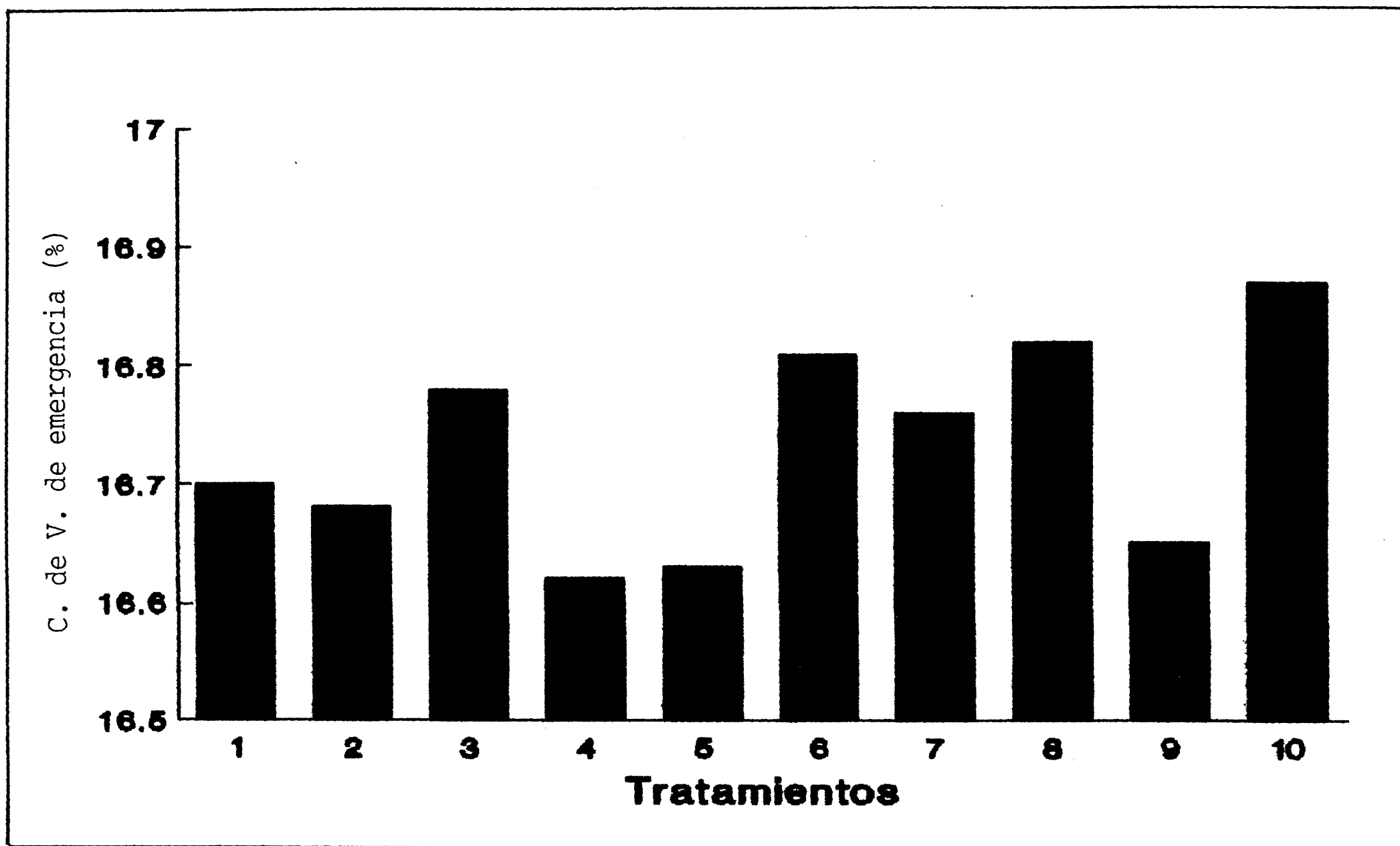


Figura 4.2. Comportamiento del coeficiente de velocidad de emergencia de plántulas de maíz en campo bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra.

## Emergencia de Plántulas en Campo

Los cuadrados medios del análisis de varianza individual para porcentaje de emergencia de plántulas en campo (Cuadro 4.5.) indican que existen diferencias altamente significativas para los tratamientos del porcentaje de emergencia a los siete días en siembra en húmedo y 13 días en siembra en seco, así como para repeticiones de siembra en húmedo. Lo primero significa que existen diferencias considerables en los distintos tratamientos debido al efecto de los componentes que los constituyen, lo segundo indica que el bloqueo fue efectivo en siembra en húmedo, debido a lo heterogéneo del suelo. Asimismo no se registró significancia para emergencia a los 10 y 13 días en siembra en húmedo, lo cual demuestra que los tratamientos no causaron algún efecto en la semilla para esos períodos, posiblemente porque al ir aumentando los días a emergencia, ésta se igualó en todos los tratamientos. Por otra parte, en siembra en seco no se analizó emergencia a los 7 y 10 días debido a que ésta se retrasó demasiado. El coeficiente de variación para emergencia a los 7 días en siembra en húmedo fue 27.0 por ciento, deduciéndose que es alto porque al inicio de la evaluación se registraron diferencias muy marcadas en los porcentajes de emergencias de los tratamientos, pero que estas diferencias van disminuyendo hasta casi igualarse al pasar el tiempo, sin embargo el coeficiente de variación para emergencia a los 13

días en siembra en seco fue de 15.3 por ciento.

Los promedios en porcentaje de emergencia de plántulas en campo para diferentes fechas de evaluación Cuadro 4.6. muestran los tratamientos que manifestaron mayor emergencia a los 7 días en siembra en húmedo, siendo en el genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo que registró un 24.1 por ciento de plántulas emergidas, en el genotipo 232x255 fue el de 9 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo con un valor de 40.7 por ciento de emergencia, sin embargo estos tratamientos sólo igualaron estadísticamente a los testigos dentro de genotipos, estas diferencias pueden apreciarse más fácilmente en la Figura 4.3. En la siembra en seco a los 13 días, los tratamientos que produjeron más plántulas emergidas fueron, para el genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo con 31.2 por ciento y para la cruce simple 232x255 el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo con 27.8 por ciento, sin embargo ninguno fue estadísticamente distinto al testigo dentro de genotipos, lo cual puede observarse más claramente en la Figura 4.4. Por otra parte, se aprecia en la siembra de húmedo que el genotipo 232 x 255 manifestó un 76.6 por ciento más de emergencia de plántulas en campo en relación al genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, indicando que dicho genotipo tiene capacidad para producir mayor número de plántulas por unidad de superficie. Se puede inferir que

Cuadro 4.5. Cuadrados medios del análisis de varianza individual para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Emergencia en campo (%)			
		7 días siembra húmedo	10 días siembra húmedo	13 días siembra húmedo	13 días siembra seco
Tratamientos	9	385.9**	64.5	44.6	90.9**
Repeticiones	3	516.8**	361.1**	144.1**	3.6
Error	27	66.4	46.5	29.3	17.9
Coef. variación (%)		27.0	9.8	7.1	15.3

\*, \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente)

Cuadro 4.6. Promedios para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Tratamientos			Emergencia en campo (%)			
Cruzas simples	Cont. hum. (%)	Remojo (h)	7 días Siembra húmedo	10 días Siembra húmedo	13 días Siembra húmedo	13 días Siembra seco
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	24.1 b	73.9	76.6	26.4 bc
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	18.4 b	69.5	76.2	31.2 ab
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	21.7 b	66.7	78.0	29.5 b
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	23.0 b	69.4	76.5	22.4 cd
Promedio			21.8			27.3
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		18.2 b	72.1	79.1	29.3 b
6 232x255	15	6+6	38.8 a	65.7	73.8	26.2 bc
7 232x255	15	12	38.3 a	67.3	71.9	27.8 bc
8 232x255	9	6+6	40.7 a	67.2	76.4	27.3 bc
9 232x255	9	12	36.3 a	65.0	70.2	19.1 d
Promedio			38.5			25.1
10 232x255	testigo		41.8 a	77.6	80.3	36.7 a
DMS (%)			11.82			6.14

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ )

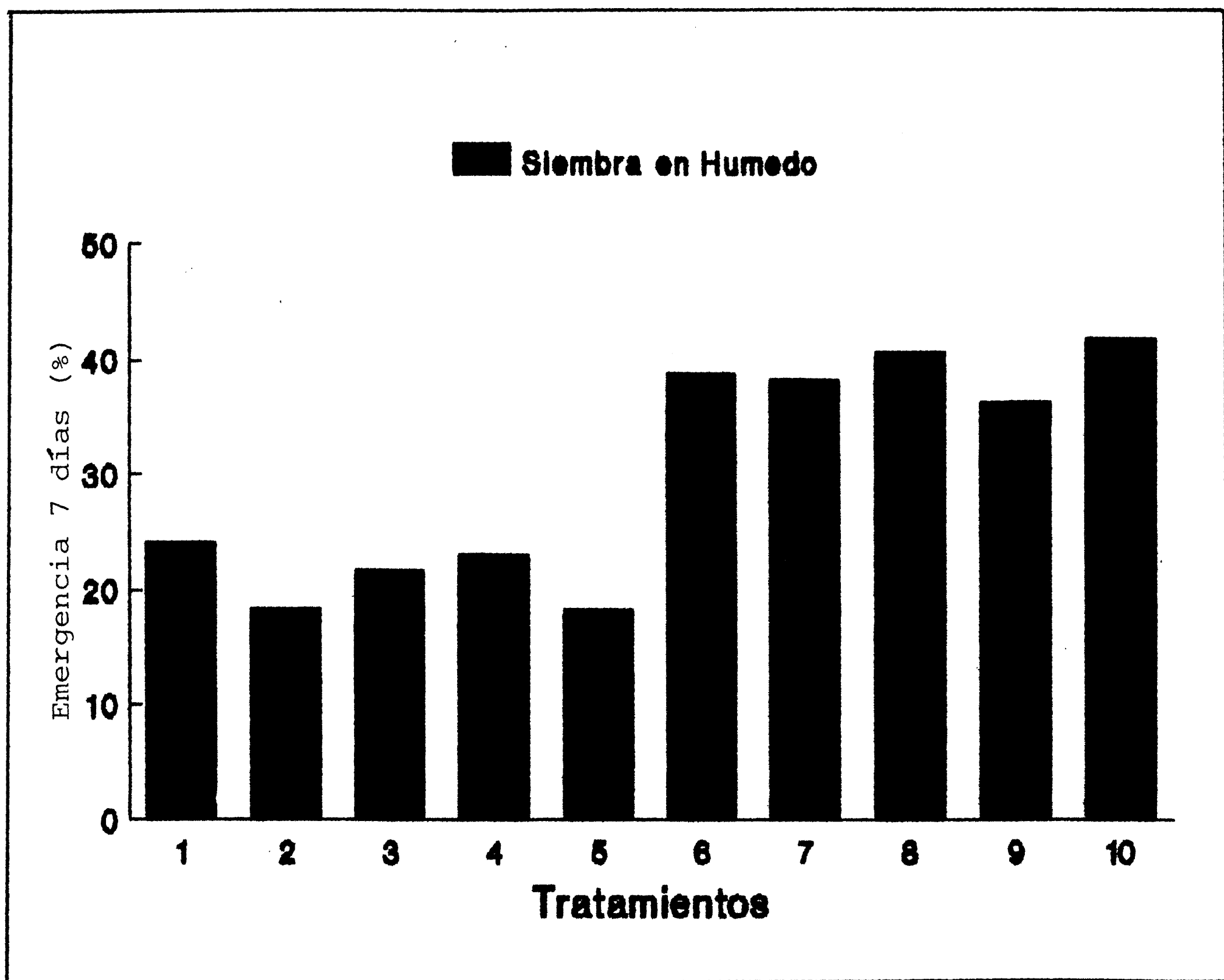


Figura 4.3. Respuesta de la emergencia en campo a los siete días bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra.



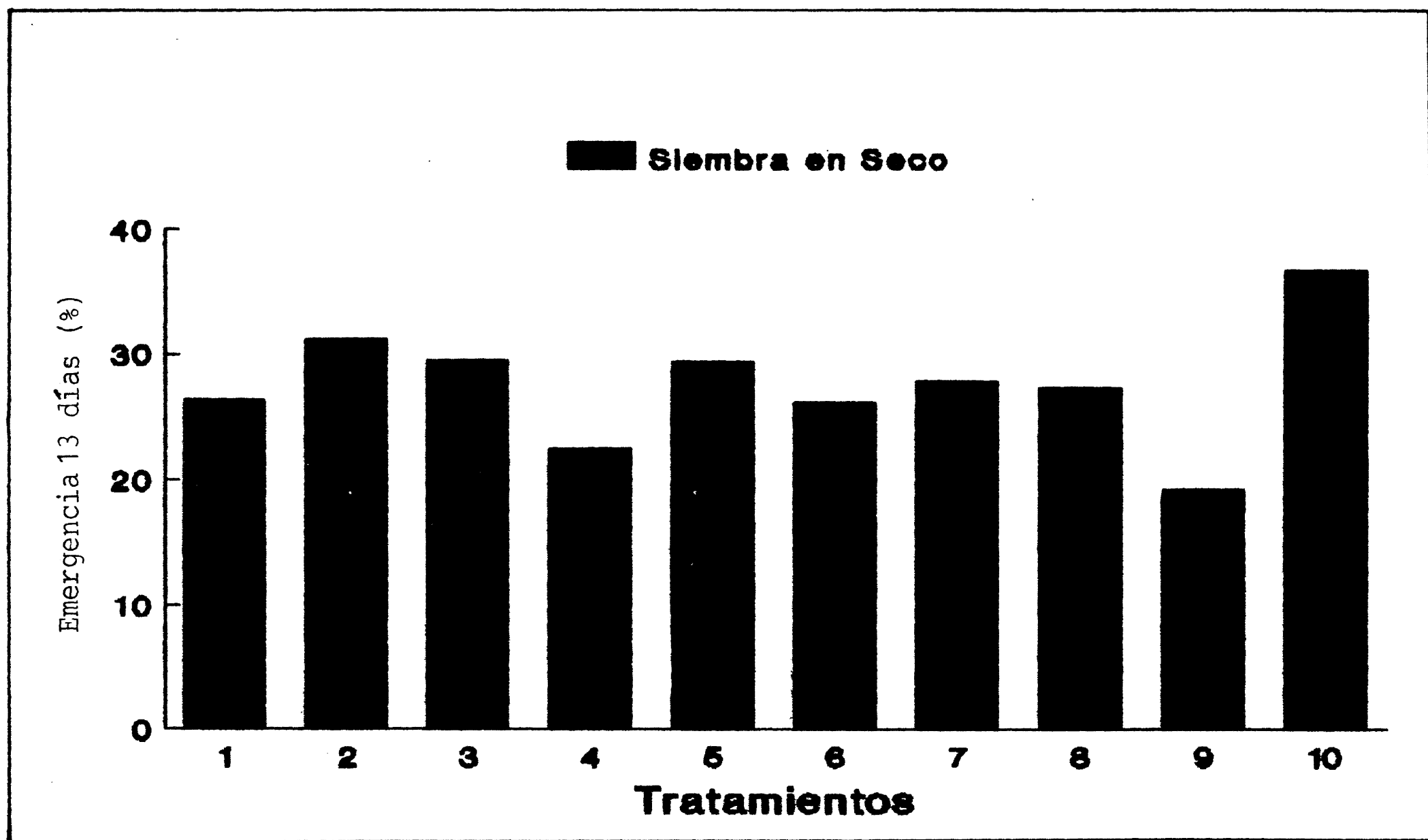


Figura 4.4. Respuesta de la emergencia en campo a los 13 días bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra.

U A A N

00171

dentro de genotipos en siembra en húmedo la emergencia fue influenciada por los tiempos cortos de remojo, aunque en general fue por los genotipos, lo primero coincide con Maiti *et al.* (1986); Sinha y Singh (1988) y Barrios (1989) quienes señalan que los tiempos cortos de remojo mejoran la emergencia; lo segundo coincide con Nalawadi *et al.* (1973); Maiti *et al.* (1986); Bennett y Watters (1987); Piña (1989) y Kuruvadi y Cárdenas (1990). En la siembra en seco, se puede deducir que la emergencia fue influenciada en ambos genotipos tanto por el contenido de humedad de la semilla como por el tiempo de remojo, lo cual concuerda con Obendorf y Hobbs (1970) quienes obtuvieron en 12 genotipos de soya diferente respuesta al remojo al interactuar el contenido de humedad de la semilla y los tiempos de remojo.

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado para emergencia de plántulas en campo (Cuadro 4.7) muestran diferencias altamente significativa para tipos de siembra en las emergencias a los siete, 10 y 13 días, para tratamientos a los siete y 13 días, así como para interacción de tratamientos por tipos de siembra. Para emergencia a los siete días, esto indica que las diferencias para el primer factor son debidas a los diferentes niveles de humedad del suelo, en cuanto al segundo estas son producto de los diferentes efectos de sus componentes y en relación al tercero éstas son debidas al efecto de los tipos de siembra sobre los tratamientos. Los coeficientes de variación siguen la

Los promedios de emergencia que se observan para tipos de siembra y tratamientos (Cuadro 4.8.) indican que en los tipos de siembra tanto para siete como para 13 días, hubo mayor respuesta en la siembra en húmedo, deduciéndose que es debido a que la humedad del suelo favorece la emergencia, lo cual coincide con Lyles y Fanning (1964) y Phillips y Youngman (1971) quienes la mejoraron al sembrar en un suelo húmedo. Por otra parte en el mismo cuadro se observa que en emergencia a los siete días el tratamiento que produjo mayor porcentaje de emergencia de plántulas es el de 9 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo con 32.1 por ciento, correspondiente al genotipo 232X255, aunque estadísticamente fue igual a los demás tratamientos y al testigo del mismo genotipo. Asimismo el genotipo 232X255 es superior en 61.0 por ciento en emergencia de plántulas a la cruz simple ANIXAN, estas diferencias se muestran más claro en la Figura 4.5. En emergencia a los 13 días los tratamientos que manifestaron valores más altos de emergencia son el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo y el de 9 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo, ambos con 53.7 por ciento, correspondientes al genotipo ANIXAN, aunque estadísticamente fueron iguales a los testigos de ambas cruces, esta tendencia de los tratamientos se muestra con más claridad en la Figura 4.5. Estos resultados

en el análisis individual.

Cuadro 4.7. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo ocho tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Emergencia en campo (%)		
		7 días	10 días	13 días
Tipos de siembra	1	11936.2**	81241.7**	47313.5**
Rep. x T. de siembra	6	258.4	180.5	73.9
Tratamientos	9	192.9**	32.2	109.4**
Trat. x T. de siembra	9	192.9**	32.2	26.0
Error	54	33.2	23.2	23.6
Coef. variación (%)		32.1	12.8	9.3

\*, \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.8. Promedios para emergencia en campo (7, 10 y 13 días después de siembra) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Tipos de siembra	Emergencia en campo (%)		
	7 días	10 días	13 días
Siembra en húmedo	30.2 a	69.5 a	76.3 a
Siembra en seco	5.7 b	5.7 b	27.6 b
Tratamientos			
Cruzas simples	Cont. hum. (%)	remojo (h)	
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	14.9 b
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	12.0 b
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	13.7 b
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	14.3 b
Promedio			13.7
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		11.9 b
6 232x255	15	6+6	22.2 a
7 232x255	15	12	22.0 a
8 232x255	9	6+6	23.2 a
9 232x255	9	12	21.0 a
Promedio			22.1
10 232x255	testigo		23.8 a
DMS (%)			5.77
			4.87

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ )

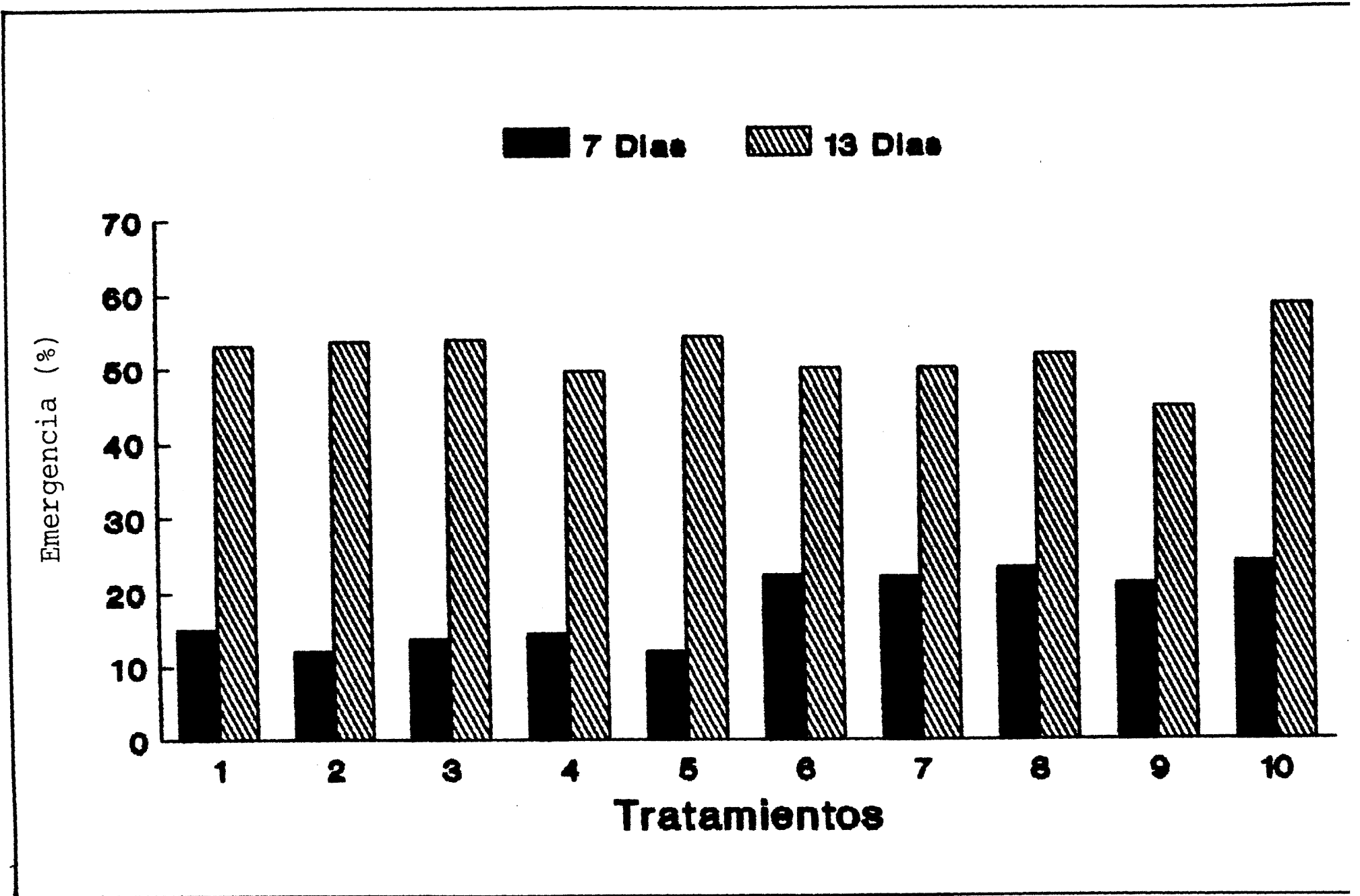


Figura 4.5. Respuesta de la emergencia de plántulas de maíz en campo bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra.

confirman lo ya señalado en el análisis individual. Por otra parte la interacción reportada por el análisis de varianza indica que los tratamientos fueron afectados por los tipos de siembra, por esta razón en los resultados obtenidos se deduce que los tratamientos para porcentaje de emergencia a los siete días, fueron altamente influenciados por los diferentes niveles de humedad del suelo en cada tipo de siembra, de tal manera que este efecto se reflejó claramente en el porcentaje de emergencia promedio entre genotipos y entre tratamientos, mostrando que la cruz AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> fue la más afectada. Estos argumentos coinciden con lo manifestado por Martin *et al.* (1989), quienes señalan que la emergencia en campo fue afectada por diferentes localidades cuando sembraron semillas remojadas de diferentes genotipos de maíz, igualmente se concuerda con Ayers (1952); Lyles y Fanning (1964); Rao *et al.* (1978) y Nijenstein (1988) quienes manifiestan que los diferentes niveles de humedad del suelo afecta la emergencia. Por otra parte también es posible que hubo un efecto por la temperatura en el suelo seco coincidiendo con Ramírez y Bejarano (1973) quienes observaron reducción en la germinación por efecto de las altas temperaturas del suelo, pero también es probable que hubo un gran efecto de la costra y fuerza de la misma en las etapas tempranas, lo cual también coincide con lo expresado por Rathore *et al.* (1983) y Fapohunda *et al.* (1986), quienes señalan que tanto la costra del suelo como la fuerza de la misma limitan la emergencia.

Con respecto al porcentaje de emergencia a los 13 días el análisis no reportó interacción, sin embargo se manifiesta una emergencia más uniforme, posiblemente porque para esa fecha el estrés hídrico del suelo y la fuerza de la costra ya habían disminuído.

#### Tiempo para Emergencia de Plántulas al 50 y 70 Por Ciento

Los cuadrados medios del análisis de varianza individual para número de días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia (Cuadro 4.9.) muestran que hubo diferencias altamente significativas para los tratamientos aplicados para alcanzar ambos porcentajes de emergencia en siembra en seco, no encontrándose diferencias significativas para las mismas variables en siembra en húmedo, probablemente porque para entonces los tratamientos ya han igualado sus emergencias, también se observan diferencias significativas para repeticiones sólo para días a emergencia 50 y 70 por ciento en siembra en húmedo, indicando que el bloqueo en esta siembra fue efectivo. Los coeficientes de variación son bajos indicando que el experimento se condujo bien y que los resultados son confiables.

Los promedios de estas variables (Cuadro 4.10) revelan que dentro del genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> el tratamiento que tardó menos tiempo en alcanzar el 50 por ciento de emergencia es el de 15 por ciento de humedad en la semilla y

Cuadro 4.9. Cuadrados medios del análisis de varianza individual para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Días a emergencia			
		50%		70%	
		siembra húmedo	siembra seco	siembra húmedo	siembra seco
Tratamientos	9	0.7	1.7**	0.6	21.4**
Repeticiones	3	1.6**	0.9	6.4**	16.8
Error	27	0.3	0.3	0.5	6.3
Coef. variación (%)		7.0	3.9	8.1	13.9

\*, \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.10. Promedios para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Cruzas simples	Tratamientos		Días a emergencia			
	Cont. hum. (%)	remojo (h)	50%		70%	
			Siembra húmedo	Siembra seco	Siembra húmedo	Siembra seco
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	8.2	15.0 bc	8.7	16.7 bc
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	7.7	15.2 bc	8.5	18.0 bc
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	8.5	15.2 bc	9.2	17.7 bc
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	7.7	15.7 b	8.7	19.7 b
Promedio				15.3		18.0
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		8.5	15.0 bc	9.0	17.5 bc
6 232x255	15	6+6	7.7	17.0 a	9.2	23.7 a
7 232x255	15	12	8.5	15.5 b	9.2	18.0 bc
8 232x255	9	6+6	8.0	15.2 bc	9.0	17.0 bc
9 232x255	9	12	8.7	15.0 bc	9.2	16.2 bc
Promedio				15.7		18.7
10 232x255	testigo		7.5	14.5 c	8.0	15.5 c
DMS	(%)			0.88		3.65

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ).



6+6 horas de remojo con 15 días, mientras que en el genotipo 232x255 fue el tratamiento de 9 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo con 15 días. Ninguno de los tratamientos señalados fue estadísticamente superior a los testigos. El número de días para alcanzar 50 por ciento de emergencia varió de 15 a 15.7 días en la cruza simple AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, mientras que en la cruza 232x255 varió de 14.5 a 17 días, estas variaciones se muestran con mayor claridad en la Figura 4.6. Asimismo la cruza AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> alcanzó más rápido el 50 por ciento de emergencia en comparación a la cruza 232x255 que tardó 2.6 días más para alcanzar dicho porcentaje, esto indica que el primer genotipo tiene capacidad para llegar más pronto al 50 por ciento de plántulas emergidas por unidad de superficie. Por otra parte el tratamiento que alcanzó más rápido el 70 por ciento de emergencia fue el de 9 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo con 16.2 días, correspondiente al genotipo 232x255 y el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo con 16.7 días correspondiente a la cruza AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, ninguno de los tratamientos señalados fue estadísticamente superior a los testigos. El número de días para alcanzar 70 por ciento de emergencia varió de 15.5 a 23.7 días en la cruza simple 232x255 mientras que en la cruza AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> varió de 16.7 a 19.7 días, estas diferencias entre tratamientos pueden observarse mejor en la Figura 4.6. Del mismo modo la cruza AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> alcanzó más rápido el 70 por ciento de emergencia en comparación de la cruza 232x255 que

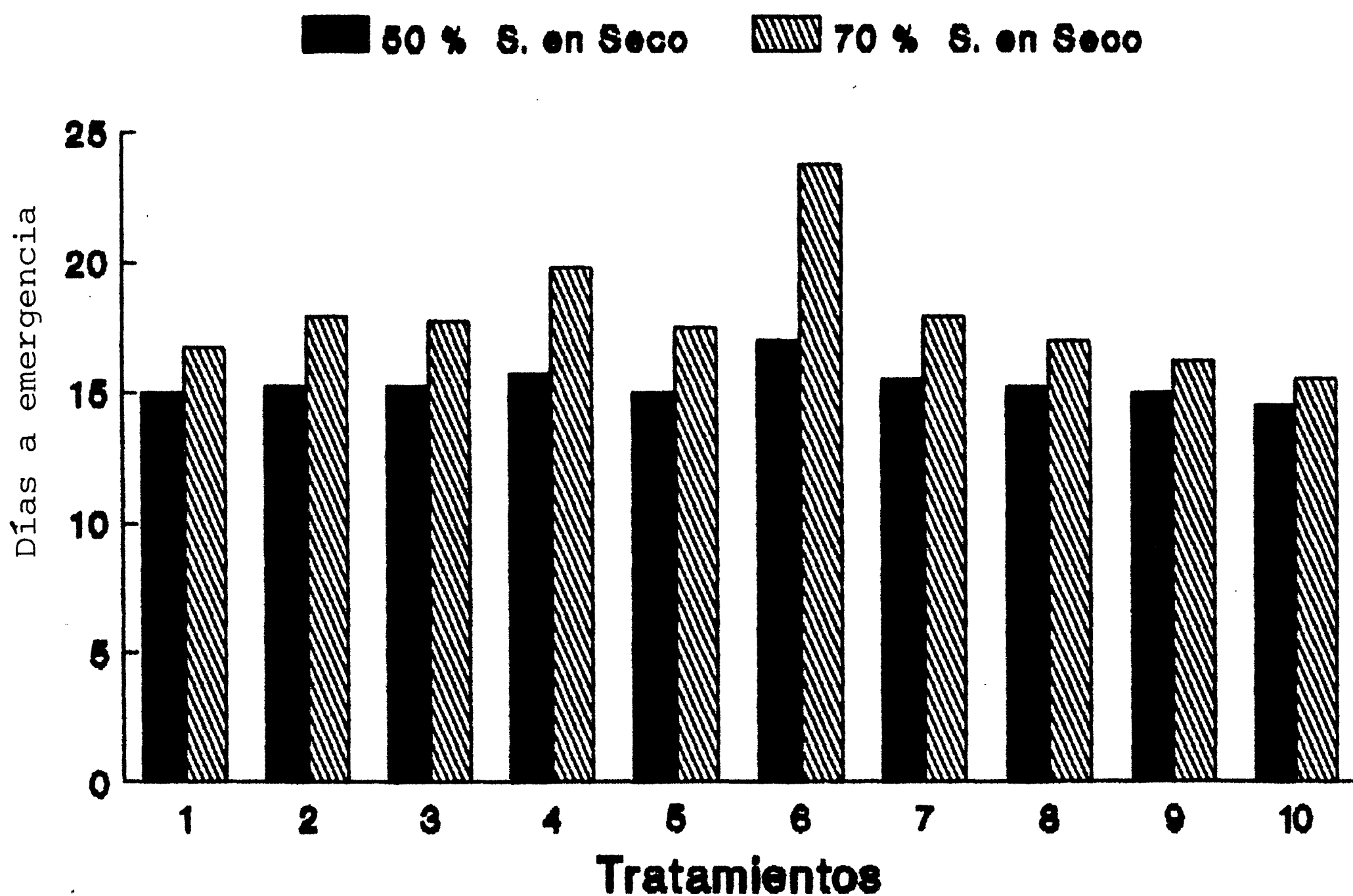


Figura 4.6. Días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra en campo.

tardó 3.9 días más para alcanzar dicho porcentaje, esto indica que dicha cruz tiene mayor capacidad para alcanzar más rápido el 70 por ciento de plántulas en campo por unidad de superficie. Los resultados indican que el genotipo AN4xAN2 puede ser importante porque acelera la emergencia lo cual es conveniente porque se reduce el tiempo y los riesgos a que la semilla está expuesta en el suelo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Bennett y Waters (1987) quienes redujeron el número de días para alcanzar 50 y 70 por ciento de plántulas emergidas en tres genotipos de maíz al remojar su semilla. Pero también se concuerda con Safarov (1973); Singh y Wilson (1973); Daulay y Singh (1981); Maiti et al. (1986); Sinha y Singh (1988); Barrios (1989); Piña (1989); Kulkarni y Eshana (1989); Soqui (1989) y Kuruvadi y Cárdenas (1990) quienes manifiestan haber obtenido mayor porcentaje de emergencia al remojar la semilla de los distintos genotipos que evaluaron.

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado para días a 50 y 70 por ciento de emergencia (Cuadro 4.11) muestran diferencias altamente significativas para tipos de siembra, tratamientos e interacción de tratamientos por tipos de siembra para días a emergencia 50 y 70 por ciento. Los coeficientes de variación son bajos por lo que se encuentran dentro del límite estipulado para las condiciones en que se realizó tanto el experimento como la evaluación de estas variables.

Los promedios de las variables mencionadas para tipo de siembra y tratamientos (Cuadro 4.12) indican que la siembra en húmedo tardó menos días en alcanzar el 50 y 70 por ciento emergencia en relación a la siembra en seco, lo cual se infiere es debido a que el suelo proporcionó la humedad suficiente a la semilla la cual aceleró los procesos de la germinación y consecuentemente la emergencia fue más rápida, estos argumentos son similares a los expuestos por Lyles y Fanning (1964) y Phillips y Youngman (1971) quienes señalan que esto ocurre cuando el suelo proporciona humedad a la semilla. Por otra parte en el mismo cuadro se observa que el tratamiento que alcanzó más rápido el 50 por ciento de emergencia fue el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo con 11.5 días, correspondiente al genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, aún cuando fue estadísticamente igual a otros tratamientos y al testigo del mismo genotipo, estas diferencias pueden observarse mejor en la Figura 4.7. Igualmente el genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> alcanzó el 50 por ciento de emergencia 2.3 días antes que la cruz 232x255. Por otra parte el tratamiento que alcanzó más rápido el 70 por ciento de plántulas emergidas fue el de 15 por ciento de humedad en la semilla y 6+6 horas de remojo con 12.7 días correspondiente a la cruz simple AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, aún cuando fue igual estadísticamente a otros tratamientos y al testigo del mismo genotipo, esta tendencia se aprecia con más claridad en la Figura 4.7. Igualmente el genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>, alcanzó el 70 por ciento de emergencia 4.1 días antes que el genotipo

Cuadro 4.11. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Días a emergencia	
		50%	70%
Tipos de siembra	1	1044.0**	1665.3**
Rep. x T. de siembra	6	1.2	11.6
Tratamientos	9	1.0**	12.5**
Trat. x T. de siembra	9	1.5**	9.5**
Error	54	0.3	3.4
Coef. variación (%)		5.0	13.7

\*, \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.12. Promedios para días a emergencia (50 y 70%) en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Tipos de siembra			Días a emergencia	
			50%	70%
Siembra en húmedo			8.1 a	8.9 a
Siembra en seco			15.4 b	18.0 b
Tratamientos				
Cruzas simples	Cont. hum. (%)	remojo (h)		
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	11.6 b	12.7 bc
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	11.5 bc	13.2 bc
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	11.8 ab	13.5 bc
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	11.7 b	14.2 b
Promedio			11.7	13.4
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		11.7 b	13.2 bc
6 232x255	15	6+6	12.3 a	16.5 a
7 232x255	15	12	12.0 ab	13.6 b
8 232x255	9	6+6	11.6 b	13.0 bc
9 232x255	9	12	11.8 ab	12.7 bc
Promedio			11.9	13.9
10 232x255	testigo		11.0 c	11.7 c
DMS	(%)		0.59	1.85

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente.

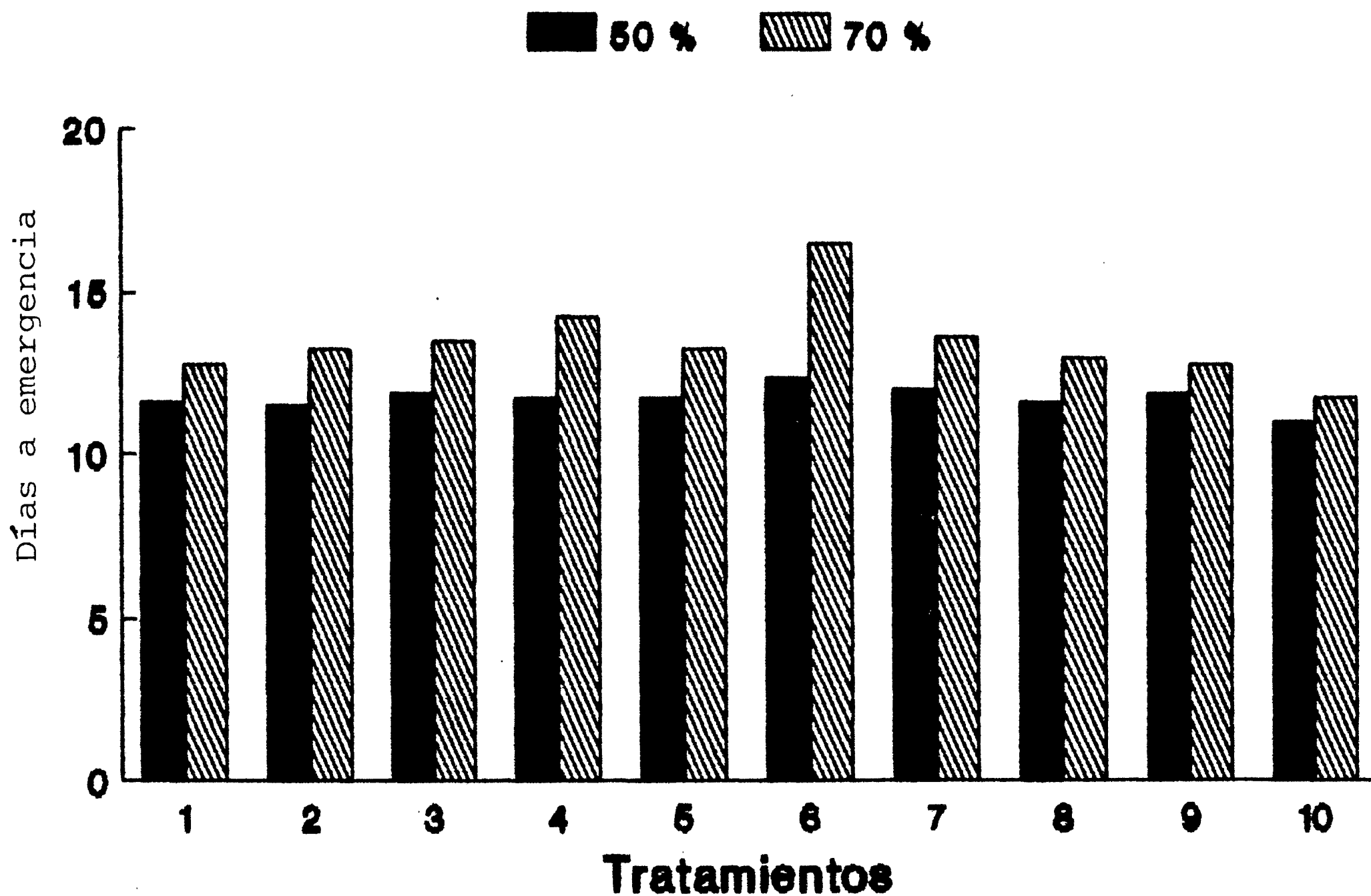


Figura 4.7. Días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia en plántulas de maíz en campo bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra.

232x255. Estos resultados confirman lo ya señalado en el análisis individual. Por otra parte la interacción reportada por el análisis de varianza revela que los tratamientos fueron afectados por los tipos de siembra, por esta razón en los resultados obtenidos se infiere que los tratamientos para días a emergencia 50 y 70 por ciento, fueron altamente influenciados por los diferentes niveles de humedad del suelo, los cuales aceleraron o retardaron el porcentaje de emergencia para alcanzar dichos valores, disminuyendo o aumentando el número de días, estos argumentos concuerdan con las aseveraciones de Ayers (1952); Skoljnik (1953); Henckel (1964); Lyles y Fanning (1964); Rao et al. (1978) y Nijenstein (1988) quienes afirman que los distintos niveles de humedad del suelo, influyen sobre la emergencia, sin embargo existen otros factores como la temperatura alta en el suelo seco, que influye en la germinación de la semilla, coincidiendo esto con lo expresado por Ramírez y Bejarano (1973) al señalar que las temperaturas altas en un suelo seco afectaron la germinación, asimismo el encostramiento del suelo y la fuerza de la costura pudieron haber influido en la emergencia, al respecto Rathore et al. (1983) y Fapohunda et al. (1986) manifiestan que éstas limitan la emergencia. Por otra parte los resultados muestran que los tratamientos que alcanzaron más rápido el 50 y 70 por ciento de emergencia, tuvieron 15 por ciento de humedad inicial en la semilla, por lo cual se infiere que el alto contenido de humedad en la semilla interactuó con los niveles de humedad

del suelo, acelerando los procesos de la germinación y consecuentemente la emergencia, lo cual coincide con los argumentos vertidos por Lyles y Fanning (1964) y Phillips y Youngman (1971) que obtuvieron resultados favorables al incrementar el contenido de humedad en la semilla. Asimismo los tratamientos señalados corresponden a la cruz simple ANxANz cuyas semillas son pequeñas en relación a las de la cruz 232x255, por lo que esta característica pudiera estar relacionada a la rápida emergencia que manifiesta dicha cruz, estas apreciaciones concuerdan con los resultados obtenidos por Koslanund y Delouche (1989) quienes señalan que la reducción de la germinación en soya estuvo asociada con el bajo contenido de humedad en la semilla y con su tamaño grande.

### Días a Floración

Los cuadrados medios del análisis de varianza individual para días a floración (Cuadro 4.13.) indican diferencias significativas para tratamientos a días a floración masculina y femenina, tanto para siembra en húmedo como para siembra en seco, lo cual indica que dichas diferencias son debidas a los componentes de cada tratamiento, mientras que para repeticiones sólo en floración masculina siembra en seco no se observó significancia. Los coeficientes de variación son muy bajos por tanto los resultados son altamente confiables.



De acuerdo con los promedios de estas variables (Cuadro 4.14.) se observa que las diferencias entre los valores muestran que en general no hubo adelanto en la floración masculina y femenina, en ambos tipos de siembra aún cuando numéricamente se aprecian muy pequeñas entre tratamientos variando en  $\pm$  un día al igual que los testigos. Sin embargo el tratamiento 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo correspondiente a la cruz 232x255 siembra en húmedo, sí mostró diferencia significativa respecto al testigo, el cual adelantó en tres días la floración masculina y numéricamente también adelantó floración femenina en 2.2 días respecto al testigo, estas diferencias pueden observarse más claramente en las Figuras 4.8 y 4.9. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Singh et al. (1984) quienes adelantaron cuatro días floración en sorgo al remojar su semilla durante 12 horas y con los obtenidos por Barrios (1989) que adelantó floración masculina en maíz al remojar su semilla en agua 12+12 horas. El adelanto obtenido en floración puede deberse al efecto del contenido de humedad en la semilla que interactúa con el tiempo de remojo, la cual acelera la emergencia, tal como lo mencionan Obendorf y Hobbs (1970) lo cual posiblemente influye en que la floración ocurra más pronto.

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado para estas variables (Cuadro 4.15) muestran diferencias significativas para tipos de siembra,

Cuadro 4.13. Cuadrados medios del análisis de varianza individual para días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Días a floración			
		Siembra húmedo	Siembra seco	Siembra húmedo	Siembra seco
Tratamientos	9	53.6**	114.0**	65.1**	154.0**
Repeticiones	3	105.2**	2.7	121.2**	11.4**
Error	27	2.4	0.9	3.6	1.3
Coef. variación (%)		1.7	1.0	2.2	1.1

\*, \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.14. Promedios de días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Cruzas simples	Tratamientos		Días a floración			
	Cont. hum. (%)	remojo (hr)	Siembra húmedo	Siembra seco	siembra húmedo	siembra seco
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	86.5 cd	91.7 b	86.7 c	91.5 b
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	86.0 d	92.0 b	87.0 c	91.7 b
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	88.5 bc	92.5 b	89.2 c	92.0 b
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	88.0 cd	92.5 b	89.5 c	91.2 b
Promedio			87.3	92.2	88.1	91.6
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		87.0 cd	91.5 b	88.0 c	91.7 b
6 232x255	15	6+6	94.5 a	102.2 a	97.2 a	103.5 a
7 232x255	15	12	90.5 b	101.5 a	94.0 b	102.7 a
8 232x255	9	6+6	95.2 a	102.2 a	97.5 a	104.0 a
9 232x255	9	12	94.5 a	102.7 a	97.5 a	103.7 a
Promedio			93.7	102.2	96.6	103.5
10 232x255	testigo		93.5 a	102.0 a	96.2 ab	103.0 a
DMS	(%)		2.28	1.44	2.76	1.66

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ).

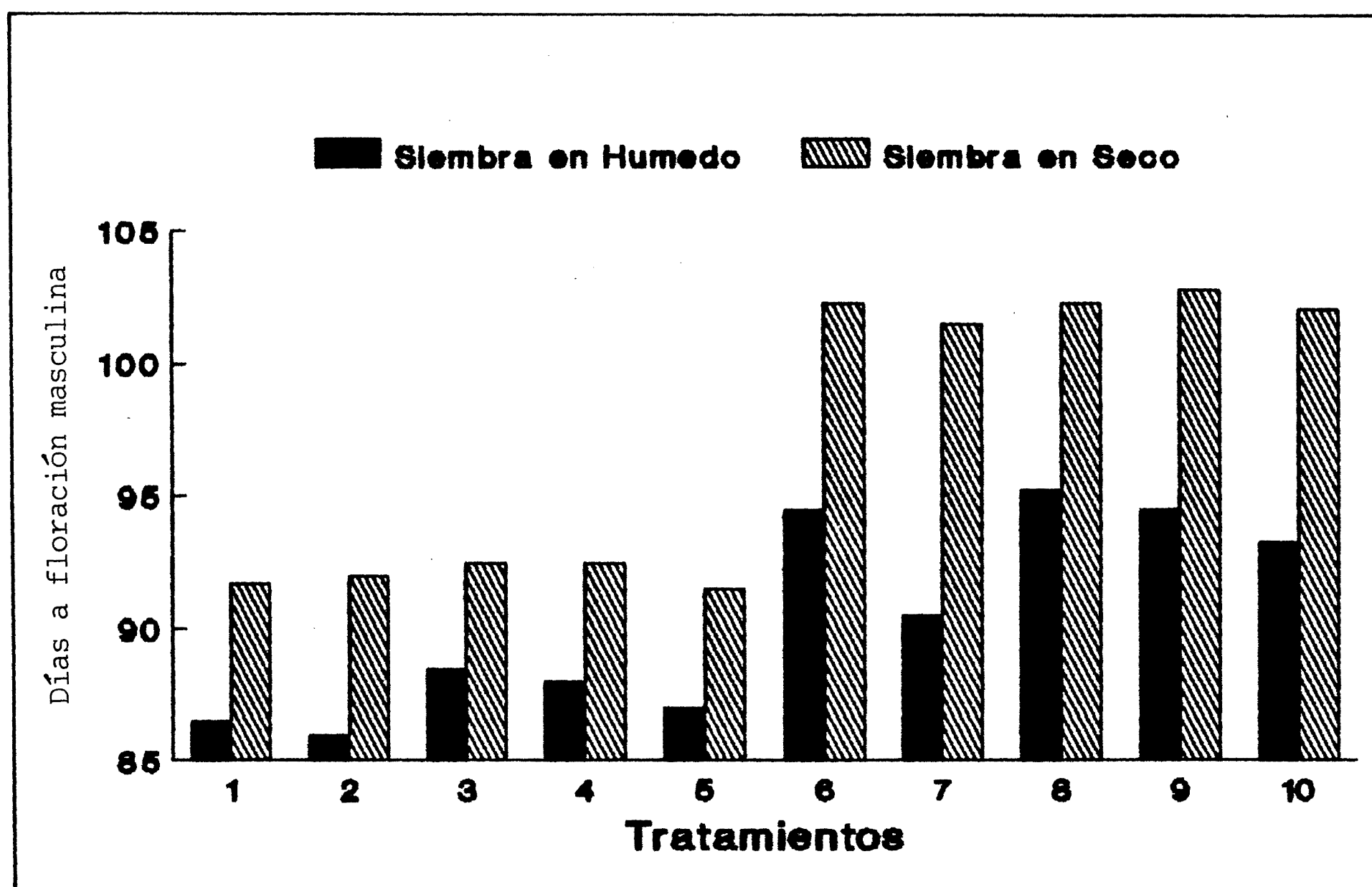


Figura 4.8. Comportamiento de la floración masculina bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra en campo.

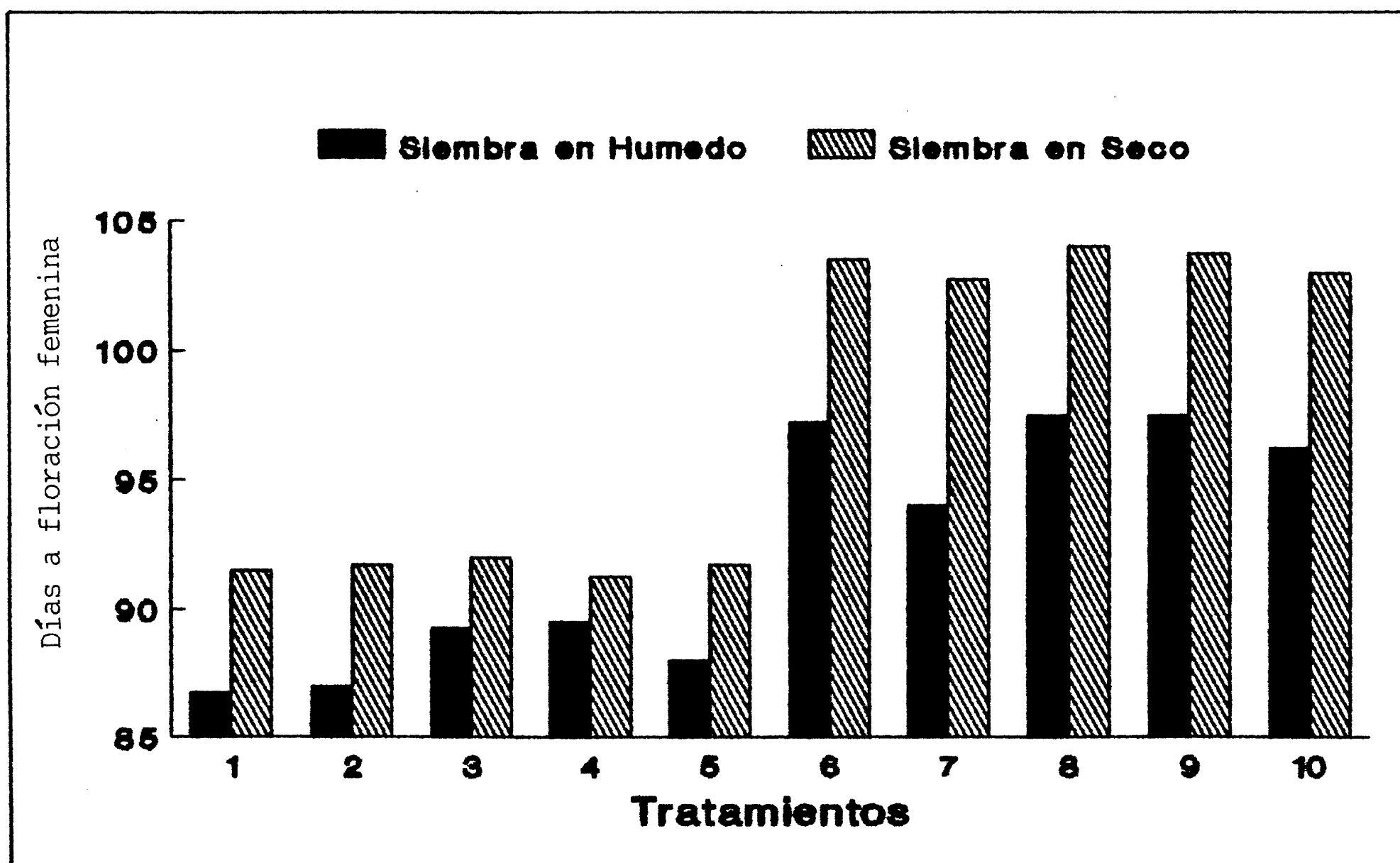


Figura 4.9. Comportamiento de la floración femenina bajo el efecto de 8 tratamientos en dos tipos de siembra en campo.

tratamientos e interacción, tanto para la floración masculina como femenina lo cual significa que las diferencias para el primer factor son debidas a los diferentes niveles de humedad del suelo, para el segundo debido a los componentes que constituyen a cada tratamiento y para el último indica que los tipos de siembra tienen gran influencia sobre los tratamientos. Los coeficientes de variación fueron bajos por lo tanto la conducción del experimento y los resultados son confiables.

Los promedios de floración para tipos de siembra y tratamientos (Cuadro 4.16) muestran que en siembra en húmedo se llegó más pronto a floración masculina y femenina, teniendo un adelanto ambas floraciones de siete y cinco días respectivamente con relación a la de la siembra en seco, posiblemente este adelanto esté relacionado con el nivel de humedad del suelo el cual pudo haber influido en las etapas iniciales de germinación y emergencia. Por otra parte, en el mismo cuadro se observa que en general tanto en floración masculina como femenina los tratamientos no la adelantaron, ya que numéricamente manifiestan diferencias de  $\pm$  un día al igual que el testigo. Sin embargo el tratamiento 15 por ciento de humedad en la semilla y 12 horas de remojo correspondiente a la cruz simple 232x255, mostró diferencia significativa respecto al testigo, el cual adelantó en 1.6 días floración masculina y numéricamente también adelantó floración femenina en 1.3 días, estas diferencias entre

Cuadro 4.15. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Fuentes de variación	GL	Días a floración	
		♂	♀
Tipos de siembra	1	897.8**	546.0**
Rep x T. de siembra	6	53.9	66.3
Tratamientos	9	157.5**	230.4**
Trat. x T. de siembra	9	10.1**	8.7**
Error	54	1.7	2.4
Coef. variación (%)		1.4	1.6

\*, \*\*: significativo y altamente significativo ( $\alpha = 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente).

Cuadro 4.16. Promedios para días a floración en maíz, evaluado en dos tipos de siembra bajo 8 tratamientos.

Tipos de siembra	Días a floración	
	♂	♀
Siembra en húmedo	90.4 a	92.3 a
Siembra en seco	97.1 b	97.5 b

Tratamientos			Días a floración	♂	♀
Cruzas simples	Cont. hum. (%)	remojo (h)			
1 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	6+6	89.1 d	89.1 c	
2 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	15	12	89.0 d	89.3 c	
3 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	6+6	90.5 c	90.6 c	
4 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	9	12	90.2 cd	90.3 c	
Promedio			89.7	89.8	
5 AN <sub>1</sub> xAN <sub>2</sub>	testigo		89.2 cd	89.8 c	
6 232x255	15	6+6	98.3 a	100.3 a	
7 232x255	15	12	96.0 b	98.3 b	
8 232x255	9	6+6	98.7 a	100.7 a	
9 232x255	9	12	98.6 a	100.6 a	
Promedio			97.9	99.9	
10 232x255	testigo		97.6 a	99.6 ab	
DMS	(%)		1.32	1.57	

Medias agrupadas con la misma letra dentro de columnas, son iguales estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ )

tratamientos pueden apreciarse en la Figura 4.10. En base a la interacción reportada en el análisis de varianza se infiere que los diferentes niveles de humedad del suelo y otras características del mismo, interactuaron con el contenido de humedad de la semilla y con el tiempo de remojo los cuales estimularon los procesos de la germinación y emergencia lo que coincide con Obendorf y Hobbs (1970). Esto posiblemente influyó también en la floración, razón por la cual se manifestó un adelanto de la misma.

#### Análisis de Correlación

El análisis de correlación efectuado entre las distintas variables evaluadas mostró en general alta significancia negativa al correlacionar velocidad de emergencia con floración masculina ( $r=-0.54$ ) y con floración femenina ( $r=-0.39$ ), igualmente al correlacionar emergencia (a los siete, 10 y 13 días) con floración masculina ( $r=-0.40$ ,  $-0.60$  y  $-0.60$  respectivamente) y con floración femenina ( $r=-0.24$ ,  $-0.46$  y  $-0.46$  respectivamente), esto coincide con Barrios (1989) quien al correlacionar emergencia (a los 6 y 11 días) con floración masculina y femenina obtuvo significancia negativa; en ambas floraciones. Los resultados nos indican que entre mayor es la velocidad de emergencia y el porcentaje de plántulas emergidas en los períodos de días es menor el tiempo para que ocurra la floración, esto puede deberse a que entre más

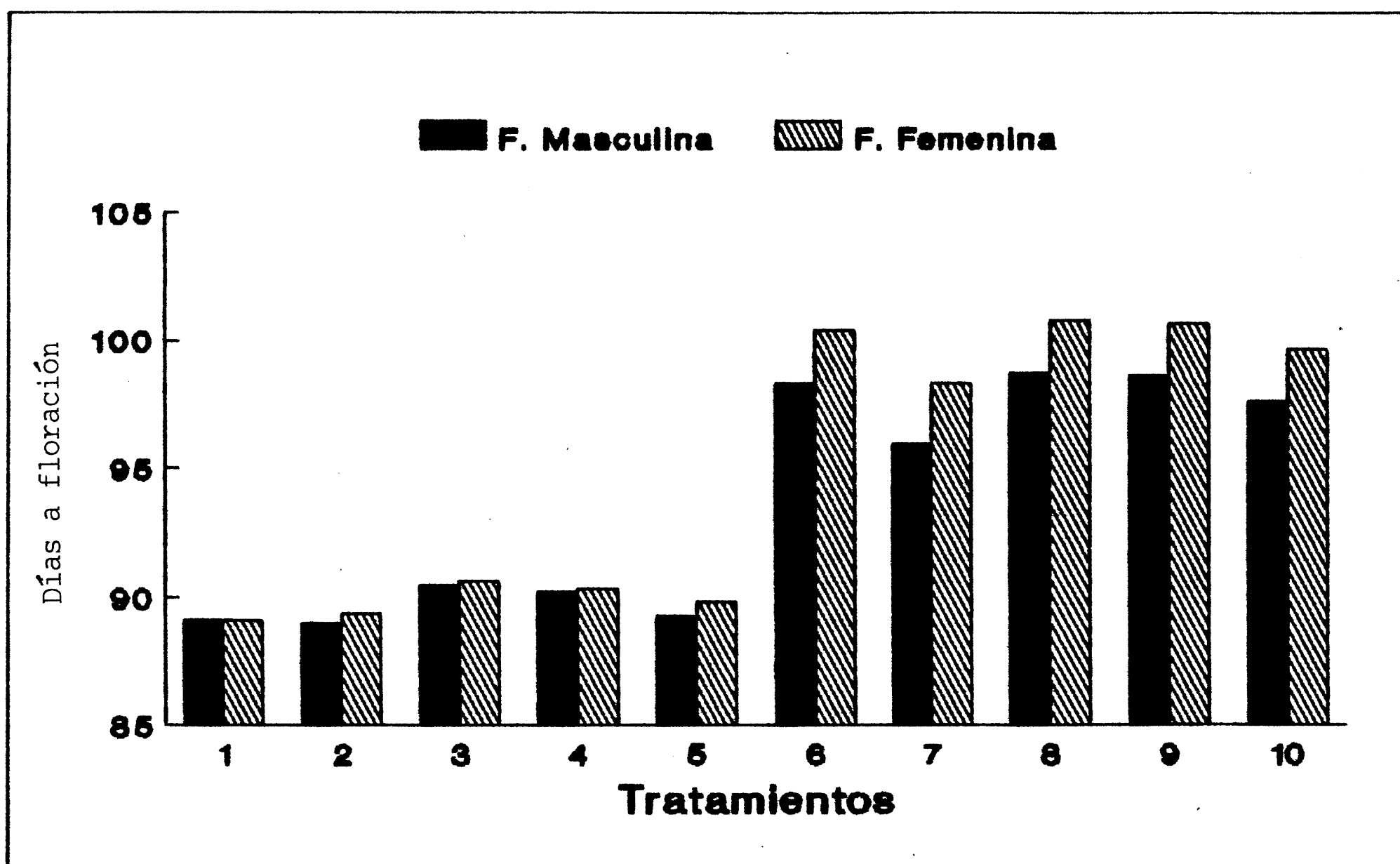


Figura 4.10. Comportamiento de la floración masculina y femenina bajo el efecto combinado de 8 tratamientos y dos tipos de siembra en campo.



velocidad y mayor sea el número de plántulas que emerjan, su desarrollo es más rápido, y por lo tanto más precoz su floración. Por otra parte se obtuvo alta significancia positiva al correlacionar días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia con floración masculina ( $r= 0.58$  y  $0.42$  respectivamente) y con floración femenina ( $r= 0.56$  y  $0.40$  respectivamente), lo cual significa que entre menor sea el número de días en que se alcancen los porcentajes de emergencia señalados, más rápido llegan las plantas a la floración.

El comportamiento de los valores de las diferentes correlaciones entre las distintas variables, confirman los criterios que se han emitido durante la discusión de los resultados, en relación a cada una de estas variables. Por otra parte las correlaciones con floración manifiestan que hay precocidad de esta, lo cual es importante porque es posible que las plantas prolonguen la etapa de llenado de grano, lo que conduce a que tengan mayor velocidad para incrementar el rendimiento, debido a un mayor almacenamiento de materia seca, lo cual coincide en este sentido con las aseveraciones de Gámez (1985).

## CONCLUSIONES

- Los tratamientos y tipos de siembra afectaron la velocidad de emergencia de plántulas de maíz en campo y la floración masculina.
- La emergencia de plántulas (evaluada en tiempo y porcentaje) y la floración femenina no fueron afectadas por los tratamientos y tipos de siembra.
- La semilla de la cruza simple AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> con un contenido inicial de 9 por ciento de humedad y remojada por un período de 6+6 horas, aceleró la velocidad de emergencia en 0.30 por ciento.
- La siembra en húmedo aceleró la velocidad de emergencia de plántulas en campo en 1.4 por ciento y adelantó la floración masculina en 7.3 días.
- La semilla de la cruza 232x255 con un contenido inicial de 15 por ciento de humedad y remojada por un período de 12 horas adelantó por tres días la floración masculina.
- La velocidad de emergencia y aparición de plántulas emergidas presentaron una relación significativa con la precocidad de la floración masculina y femenina.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los terrenos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el propósito de identificar el tratamiento que más influye favorablemente en la emergencia de maíz, bajo condiciones de siembra en húmedo y en seco, asimismo para determinar que tipo de siembra favorece la emergencia y establecimiento del cultivo de maíz bajo condiciones de campo, para lo cual se utilizó la semilla de dos cruza simples AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> y 232x255, que fue remojada a contenidos de humedad distintos, 9 y 15 por ciento, en agua destilada por períodos de tiempo de 6+6 y 12 horas, incluyéndose un testigo (semilla sin remojar de cada cruza). Posteriormente la semilla fue secada a la sombra, hasta alcanzar los contenidos de humedad inicial, siendo dos etapas de secado para los tratamientos con dos tiempos de remojo. La semilla fue sembrada en suelo húmedo (capacidad de campo) y suelo seco.

Las variables evaluadas fueron: coeficiente de velocidad de emergencia, emergencia (siete, 10 y 13 días después de la siembra), número de días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia, floración masculina y femenina.

Los resultados obtenidos en las distintas variables evaluadas nos muestran que el coeficiente de velocidad de emergencia de plántulas de maíz fue mayor cuando la semilla con un contenido de humedad de 9 por ciento y 6+6 horas de remojo, superando al testigo en 0.30 por ciento de velocidad, lo cual fue estadísticamente significativo dentro del genotipo AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub>. Asimismo la floración masculina adelantó tres días cuando la semilla de la cruce AN<sub>1</sub>xAN<sub>2</sub> con un contenido inicial de 15 por ciento de humedad fue remojada durante 12 horas, siendo significativa en relación al testigo, aunque también adelantó 2.2 días floración femenina, lo cual no fue significativo. Asimismo la siembra en húmedo aceleró la velocidad de emergencia de plántulas de maíz en campo en 1.4 por ciento y adelantó la floración masculina en 7.3 días.

Por otra parte el coeficiente de velocidad de emergencia, emergencia (siete, 10 y 13 días después de siembra), días para alcanzar 50 y 70 por ciento de emergencia, mostraron en general una correlación altamente significativa con la floración masculina y femenina.

## LITERATURA CITADA

- Ayers, A.D. 1952. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agron. Jour.* Vol. 44:82-84. USA.
- Barrios A., F. 1989. Prehumedecimiento de semillas de maíz y su efecto en emergencia, floración y rendimiento de grano. Tesis profesional. UAAAN. México. 56 p.
- Bennett, M.A., and L. Waters. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(1):45-49. USA.
- Bramlage, W.J., A.C. Leopold and J.E. Specht. 1979. Imbibitional chilling sensitivity among soybean cultivars. *Crops Science.* Vol. 19:811-81. USA.
- Bewley, J.D., and M. Black. 1984. *Seeds physiology of development and germination.* Berlin: Heidelberg, New York, Springer-Verlag.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1975. Carta Topográfica de Saltillo. 614C33. 1a. ed. Saltillo, Coahuila, México. 1 p.
- Chase, S.S., and D.K. Nanda. 1965. Relation between leaf number and maturity in maize (*Zea mays* L.). *Amer. Jour. of Bot.* Vol. 52:628. USA.
- \_\_\_\_\_. 1967. Number of leaves and maturity classification in *Zea mays* L. *Crop Sci.* 7 (5):431-432. USA.
- Come, D., and T. Tissaoui. 1973. Interrelated effects of imbibition, temperature, and oxygen on seed germination. In: Heydecker, W. (Ed.). *Seed Ecology.*

Butterworth and Co. Publisher. London, England. pp. 157-169.

- Daulay, H.S., and R.P. Singh. 1981. Effect of seeds treatments and seeding depths on crop stand establishment and yield of sunflower and safflower. *Annals of Arid Zone*. 20(1):35-40. Jodhpur, India.
- Dexter, S.T. 1966. Conditioning dry bean seed (*Phaseolus vulgaris* L.) for better processing quality and seed germination. *Agron. Jour.* 58:629-631. USA.
- Fapohunda, H.O., W.D. Kemper and D.F. Heerman. 1986. Effect of drying on soil strength and corn emergence. *Maize Abstracts*. 2(2):94. USA.
- Gafarov, B.K. 1973. The effect of seed hardening on some physiological indices and yield of tomatoes. *Hort. Abstracts*. 43(9):586. USA.
- Gómez, V.A. 1985. Evaluación para rendimiento y estabilidad de híbridos de maíz del Instituto Mexicano del Maíz comparado con testigos Internacionales (INIA-UAAAN). Tesis profesional. UAAAN. México. 95 p.
- Goldsworthy, A., J.L. Fielding and M.B.J. Dover. 1982. Flash imbibition: a method for the reinvigoration of aged wheat seed. *Seed Sci. and Technol.* 10(1):55-65. USA.
- Henckel, P.A. 1964. Physiology of plants under drought. *Ann. Rev. of plant physiol.* Vol. 15:363-387. USA.
- Hobbs, P.R., and R.L. Obendorf. 1972. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. *Crop Sci.* Vol. 12:664-667. USA.
- Idris, M., and M. Aslam. 1975. The effect of soaking and drying seeds before planting on the germination and growth of *Triticum vulgare* under normal and saline conditions. *Can. J. Bot.* 53:1328-1332. USA.
- Ishida, N., H. Kano, T. Kobayashi, H. Hamaguchi and T. Yoshida. 1989. The relationship between imbibitional

- damage and initial water content of soybeans. *Fred Crop Abstracts*. 42(9):864. USA.
- Koslanund, R., and J.C. Delouche. 1989. Factors affecting imbibitional injury in soybean seeds. *Seed Abstracts*. 12(1):189. USA.
- Kotowski, F. 1926. Temperature relations to germination of vegetable seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 23:176-184. USA.
- Kulkarni, G.N., and M.R. Eshanna. 1989. Effect of presoaking of maize seeds on seed quality. *Field Crops Abstracts*. 43(10):943. USA.
- Kuruvadi, S. y E.R. Cárdenas. 1990. Pretratamiento de la semilla y su efecto sobre sistema radical y vástago en trigo. *Xilonen. Rev. de Inv. UAEM*. 1 (1):71-75. México.
- Lyles, L., and C.D. Fanning. 1964. Effects of presoaking, moisture tension, and soil salinity on the emergence of grain sorghum. *Agron J.* 56:518-520. USA.
- Maiti, R.K., H.R. Gonzalez, C.I. Alanís y M.A. Rivera. 1986. Establecimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L.). *Turrialba*. 36(2):205-214. México.
- Marc, A.C., and R.L. Obendorf. 1976. Independence of imbibitional chilling injury and energy metabolism in corn. *Crop Sci.* 16(4):449-452. USA.
- Martin, B.A., O.S. Smith and M. O. Neil. 1989. Relationships between laboratory germination test and field emergence of maize inbreds. *Seed Abstracts*. 12:248. USA.
- Nalawadi, U.G., R. Prithvi and K. Kishnamurthy. 1973. Improvement in the seed germination of soybean varieties by presoaking treatments. *Indian J. Agric. Sci.* 43(6):546-550. New, Delhi.
- Nijenstein, J.H. 1988. Effects of soil moisture content and crop rotation on cold test germination of corn (*Zea mays* L.). *Jour of Seed Technol.* 12(1):99-106. USA.

- Norton, C.R. 1989. Change in survival of *Pisum sativum* seeds under water by free gaseous nitrogen, oxygen and carbon dioxide and by urea peroxide addition to the soak water. Seed Abstracts. 12:276. USA.
- Obendorf, R.L., and P.R. Hobbs, 1970. Effect of seed moisture on temperature sensitivity during imbibition of soybean. Crop Sci. 10(5):563-566. USA.
- Phillips, J.C., and V.E. Youngman. 1971. Effect of initial seed moisture content on emergence and yield of grain sorghum. Crop Sci. 11:354-357. USA.
- Piña, P.R. 1989. Humedecimiento de la semilla y su efecto en el rendimiento y parámetros genéticos en los cultivos de maíz y frijol bajo temporal. Tesis maestría. UAAAH. México. 125 p.
- Pollock, B.M. 1969. Imbibition temperature sensitivity of lima bean seeds controlled by initial seed moisture. Plant physiol. 44:907-911. USA.
- Popinigis, F. 1985. Fisiología da semente. 2a. Ed. Brasilia, D.f. p. 40-68.
- Powell, A.A. and S. Matthews. 1979. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. Jour. Exp. Bot. 30 (114):193-197. Great Britain.
- \_\_\_\_\_. 1980. The significance of damage during imbibition to the field emergence of peas (*Pisum sativum* L.) seeds. J. Agric. Sci. Camb. 95:35-38. Great Britain.
- Prusinski, J. 1989. The effect of seed treatment and seed moisture on field emergence ability of soybeans cv. progress. Seed Abstracts. 12:399. USA.
- Ragus, L.N. 1987. Role of water absorbing capacity in soybean germination and seedling vigour. Seed Sci and Technol. 15:285-296. USA.
- Ramirez, R. y A. Bejarano. 1973. Efecto de la siembra en suelo seco sobre la germinación y desarrollo inicial



del maíz. *Agronomía Tropical*. 23(2):217-231. Maracay, Venezuela.

Rao, S.C., S.W. Akers, and R.M. Ahring. 1978. Priming brassica seed to improve emergence under different temperatures and soil moisture conditions. *Crop Sci.* 27:1050-1053. USA.

Rathore, T.R., B.P. Ghildyal and R.S. Sachan. 1983. Germination and emergence of soybean under crusted soil conditions. *Field Crop Abstracts*. 36:171. USA.

Reyes, C.F. 1980. *Diseño de experimentos aplicados*. Ed. Trillas. México. 234 p.

Salim, M.H. and G.W. Todd. 1968. Seed soaking as a pro-sowing, drought hardening treatment in wheat and barley seedlings. *Agron. Jour.* 60:179-182. USA.

Singh, R.P. and D.B. Wilson. 1973. A note on sowing soaked and unsoaked sunflower and safflower seeds at various depths and at two root zone temperatures. *Annals of Arid Zone*. 13(4):364-369. Jodhpur, India.

Singh, A.R., N.L. Bhale, and S.T. Borikar. 1984. Induction of early flowering by simple water soaking treatment in 2077 A. *Sorghum Newsletter*. 27:134. USA.

Sinha, N.C. and R.P. Singh. 1988. Effect of seed pro-sowing hardening on physiological behaviour and seed yield of berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) *Crop. Seed Abstracts*. 11(1):13. USA.

Skoljnik, M.J. 1953. Pro-sowing hardening of plants to drought by steeping the seeds in a solution of boric acid. *Field Crop Abstracts*. 6(2):89-90. USA.

Soqui G., A.A. 1989. Efecto del osmocondicionamiento con soluciones salinas sobre la germinación y emergencia de semillas de maíz. Tesis maestría. UAAAN. México. 117 p.