

"INFLUENCIA DE LOS FACTORES CLIMATICOS SOBRE EL DESARROLLO  
Y PRODUCCION DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.), Y SU MANEJO  
EN SIEMBRAS TARDIAS EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C."

TESIS

SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA  
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DE LA  
UNIVERSIDAD DE SONORA

POR

FERNANDO MURRIETA BALDENEGRO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO CON  
ESPECIALIDAD EN IRRIGACION

JULIO DE 1985

# Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



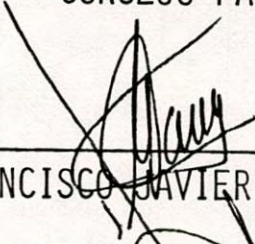
Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess


PAGINA DEL CONSEJO PARTICULAR

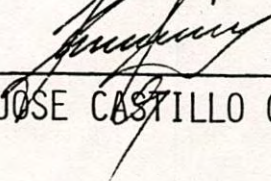
ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR Y APROBADA Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN:  
IRRIGACION

CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR:   
ING. FRANCISCO JAVIER GAMEZ ROMERO

CONSEJERO:   
ING. MARIO ANTONIO ALVAREZ RAMOS

CONSEJERO:   
D.E.A. JOSE CASTILLO GURROLA

## AGRADECIMIENTOS

- A los Directivos del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste - (CIANO) por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo; así como al Patronato para la Investigación Agrícola en el Estado - de Baja California (PIAEBAC).
  
- Al Ph. D. Jorge Sosa Coronel por su apoyo y sugerencias en esta Investigación.
  
- Al M.S. Jesús Eduardo Pérez Pico por su valioso asesoramiento en el transcurso de la Investigación.
  
- Al Ing. José Cortés Navarro por su excelente trabajo de mecanografía y al dibujante Sr. Federico Macías García; así como a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para la culminación del presente.

## DEDICATORIA

A MI MADRE

Guadalupe

Con gran cariño y admiración por su guía en el -  
camino de la vida.

A MIS HERMANOS

María del Carmen  
Ernestina y  
Vicente

A manera de ejemplo y superación.

A MI ESPOSA

Irma Cecilia

Con amor.

A MI HIJO

Fernando

a tí pequeño que comienzas tu vida.

+En memoria de mi padre y abuelos.

# C O N T E N I D O

	PÁG.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	xiii
INTRODUCCION .....	1
I.1. Importancia nacional del trigo .....	1
I.2. Importancia regional del trigo .....	1
I.3. Problemática regional del trigo .....	2
I.4. Objetivos .....	3
I.5. Hipótesis .....	4
REVISION DE LITERATURA .....	5
II.1. Características generales de la planta y grano de trigo..	5
II.1.1. Origen .....	5
II.1.2. Clasificación botánica .....	5
II.1.3. Especies cultivadas de trigo .....	5
II.1.4. Características botánicas .....	6
II.1.5. Descripción fenológica .....	7
II.1.6. Composición química del grano de trigo .....	8
II.1.7. Uso industrial del grano de trigo .....	9
II.2. Fecha de siembra .....	9
II.3. Nitrógeno .....	10
II.4. Densidad de siembra .....	13
II.5. Interacción nitrógeno por densidad de siembra .....	14
II.6. Interacción fecha de siembra por densidad de siembra ....	15
II.7. Interacción fecha de siembra por dosis de nitrógeno .....	16
II.8. Interacción fecha de siembra por dosis de nitrógeno por densidad de siembra.....	17
II.9. Requerimientos climáticos del trigo.....	17
MATERIALES Y METODOS .....	22
III.1. Localización del sitio experimental.....	22
III.2. Labores culturales .....	22

	PÁG.
III.3. Propiedades físicas y químicas del sitio experimental..	22
III.4. Factores estudiados y diseño experimental.....	23
III.5. Siembra y fertilización .....	24
III.6. Riegos .....	24
III.7. Malezas .....	24
III.8. Plagas .....	24
III.9. Cosecha .....	25
III.10. Parámetros evaluados .....	25
III.11. Metodología de análisis .....	26
RESULTADOS .....	28
IV.1. Dosis de nitrógeno por densidad de siembra en fechas de - siembra.....	28
IV.2. Factor dosis de nitrógeno .....	31
IV.3. Factor densidad de siembra .....	32
IV.4. Relación del clima con el desarrollo vegetativo del trigo.	35
DISCUSION .....	38
CONCLUSIONES .....	47
LITERATURA CITADA .....	51
APENDICE .....	63

# INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

PÁG.

CUADRO 1. ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE SUELO DEL LOTE DE FECHAS DE SIEMBRA TARDIA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	64
CUADRO 2. FECHAS DE RIEGO POR ETAPA FENOLOGICA EN EL LOTE DE SIEMBRAS TARDIAS DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	65
CUADRO 3. TEMPERATURAS MAXIMAS, MINIMAS, HORAS FRIO, UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS DIARIAS PRESENTADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DEL TRIGO, EN LA ESTACION DE LA COLONIA JUAREZ CON LATITUD NORTE 38° 18' 13". VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.	66
CUADRO 4. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE LA ALTURA FINAL DE LA PLANTA DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	68
CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA FINAL EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	69
CUADRO 6. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL NUMERO DE ESPIGAS POR METRO CUADRADO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	70
CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE ESPIGAS POR M <sup>2</sup> EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	71
CUADRO 8. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE LA LONGITUD DE ESPIGAS DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	72
CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DE ESPIGAS EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	73
CUADRO 10. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA EN 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	74



CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	75
CUADRO 12. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL PESO HECTOLITRICO DEL GRANO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	76
CUADRO 13. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO HECTOLITRICO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	77
CUADRO 14. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA CONTENIDO EN EL GRANO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	78
CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN EL GRANO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	79
CUADRO 16. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAJA DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	80
CUADRO 17. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE PAJA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	81
CUADRO 18. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	82
CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	83
CUADRO 20. EFECTO DE LA DOSIS DE NITROGENO SOBRE ALTURA FINAL, RENDIMIENTO DE PAJA, GRANO Y SUS COMPONENTES EN TRIGO SEMBRADO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	84

CUADRO 21. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DE LAS VARIABLES EN RESPUESTA A LA DOSIS - DE NITROGENO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN NO 1983-84.....	85
CUADRO 22. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DEL RENDIMIENTO EN RESPUESTA A LA DOSIS DE NITROGENO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	86
CUADRO 23. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE ALTURA FINAL, RENDIMIENTO DE PAJA, GRANO Y SUS COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN TRIGO SEMBRADO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	87
CUADRO 24. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DE LAS VARIABLES EN RESPUESTA A LA DENSIDAD DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	88
CUADRO 25. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN RESPUESTA A LA DENSIDAD DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	89
CUADRO 26. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA CON 3 DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA Y 3 DENSIDADES DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	90
CUADRO 27. COEFICIENTES DE CORRELACION (r) OBTENIDOS DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO CONTRA RENDIMIENTO DE GRANO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B. C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	91
CUADRO 28. REGRESIONES LINEALES Y SUS COEFICIENTES DE DETERMINACION ENTRE EL NUMERO DE ESPIGAS POR M <sup>2</sup> (X) POR EL RENDIMIENTO DE GRANO (Y) EN 5 FECHAS DE SIEMBRA DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	92
CUADRO 29. ANALISIS DE REGRESION DISPUESTO EN FORMA DE ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y NUMERO DE ESPIGAS POR M <sup>2</sup> EN 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERN 1983-84.....	93

CUADRO 30. DESARROLLO FENOLOGICO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA, DURACION, NUMERO DE DIAS Y FECHA EN QUE SE PRESENTO CADA ETAPA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	94
CUADRO 31. TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS, MINIMAS Y LONGITUD PROMEDIO DEL DIA PRESENTADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	95
CUADRO 32. HORAS FRIO, UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS REGISTRADAS EN LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	96
CUADRO 33. UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS ACUMULADAS DE LA SIEMBRA AL FINAL DE LAS ETAPAS FENOLOGICAS DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	97
CUADRO 34. COEFICIENTES DE CORRELACION OBTENIDOS DE LAS UNIDADES CLIMATICAS PRESENTADAS EN ETAPAS DE DESARROLLO DE 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO, CONTRA RENDIMIENTO DE GRANO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	98
CUADRO 35. ANALISIS DE REGRESION DISPUESTO EN FORMA DE ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) Y HORAS FRIO EN AMACOLLO, EN 5 FECHAS DE SIEMBRA DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	99
FIGURA 1. SUPERFICIE SEMBRADA DE TRIGO Y RENDIMIENTO/HA PARA EL DISTRITO DE RIEGO No. 014, MEXICALI, B.C.....	100
FIGURA 2. FASES DE DESARROLLO DEL TRIGO ( <i>Triticum aestivum</i> L.)..	101
FIGURA 3. LOCALIZACION DEL VALLE DE MEXICALI, B.C., Y DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	102
FIGURA 4. CROQUIS DEL EXPERIMENTO DE FECHAS DE SIEMBRA TARDIA DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	103
FIGURA 5. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA ALTURA FINAL DE LA PLANTA DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	104

FIGURA 6.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL NUMERO DE ESPIGAS DE TRIGO POR METRO CUADRADO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	104
FIGURA 7.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA LONGITUD DE ESPIGAS DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	105
FIGURA 8.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	105
FIGURA 9.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL PESO HECTOLITRICO DEL GRANO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	105
FIGURA 10.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN EL GRANO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	106
FIGURA 11.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAJA DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	106
FIGURA 12.	COMPORTAMIENTO DE LOS 2 MEJORES TRATAMIENTOS, PROMEDIO DE LAS CINCO FECHAS DE SIEMBRA RESPECTO AL TESTIGO DE SIEMBRAS OPTIMAS EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	107
FIGURA 13.	EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	108
FIGURA 14.	EFFECTO DE LA DOSIS DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN FECHAS DE SIEMBRA TARDIA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	109
FIGURA 15.	EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN FECHAS DE SIEMBRA TARDIA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	110
FIGURA 16.	ESTADO FENOLOGICO DEL TRIGO EN EL EXPERIMENTO EL DIA 25 DE ABRIL DE 1984. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	111

FIGURA 17. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO EN FECHA DE SIEMBRA 15 DE DICIEMBRE. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO -- 1983-84.....	112
FIGURA 18. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO EN FECHA DE SIEMBRA 30 DE DICIEMBRE. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO -- 1983-84.....	113
FIGURA 19. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURA PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 13 DE ENERO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	114
FIGURA 20. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 30 DE ENERO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	115
FIGURA 21. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 15 DE FEBRERO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	116
FIGURA 22. ECUACION DE REGRESION DEL EFECTO DE LAS HORAS FRIO - ACUMULADAS EN LA ETAPA DE AMACOLLAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.....	117
FIGURA 23. HORAS FRIO POR MES PROMEDIO DE 11 AÑOS (1969-1979) EN CUATRO ESTACIONES DEL DISTRITO DE RIEGO No. 014, MEXICALI, B.C. Y UNA EN EL VALLE IMPERIAL, U.S.A.....	118

## RESUMEN

En la actualidad, la política nacional de alimentos ha demandado el cultivo del trigo como alimento básico de la dieta alimenticia de los mexicanos.

En el Distrito de Riego No. 014 que comprende los Valles de Mexicali, B.C., y San Luis Río Colorado, Son., el cultivo de trigo es el más importante por la superficie de 95,700 ha sembradas en los últimos 3 ciclos, con rendimiento medio de 5.2 ton/ha considerado entre los más altos del país.

Las condiciones ambientales del Valle de Mexicali son adecuadas para la producción de este cereal, estableciendolas investigaciones del - Campo Agrícola Experimental "Valle de Mexicali" (CAEMEXI) como época de siembra óptima del 10 de noviembre al 20 de diciembre. Sin embargo, en los últimos ciclos agrícolas el 53.5% de la superficie fue sembrada en - enero y febrero. Este es el principal problema que afecta al productor triguero ya que el rendimiento se reduce hasta el 50%, en algunas ocasiones.

El objetivo de la investigación fue identificar interacciones entre la densidad de siembra y la dosis de nitrógeno con siembras tardías, con el propósito de hacer esta lo más rentable posible. Asi mismo, identificar el efecto de la temperatura y el fotoperíodo sobre el desarrollo y - producción del cultivo.

El estudio se realizó en la Subestación Experimental "Colonia Chapultepec" dependiente del CAEMEXI, en el ciclo otoño-invierno 1983-84, - en suelo franco-limoso. Los factores estudiados fueron: cinco fechas de siembra (15 y 30 de diciembre, 13 y 30 de enero y 15 de febrero), tres -

dosis de nitrógeno (140, 180, 220 kg N/ha) y tres densidades de siembra (150, 175, 200 kg semilla/ha). El diseño experimental fue bloques al azar en 4 repeticiones, con arreglo factorial completo de los insumos y las fechas de siembra en franjas. La variedad utilizada fue Glennson - M81. Los parámetros evaluados fueron: fenología, altura final, espigas por m<sup>2</sup>, longitud de espigas, granos por espiga, peso hectolítrico, % de proteína en el grano y rendimiento de paja y grano.

Los resultados indicaron que el efecto negativo del medio ambiente sobre las variables evaluadas no se compensó con los manejos de densidad de siembra y dosis de nitrógeno en siembras tardías. Dentro de fechas de siembra en la mayoría de los casos no se tuvo un efecto significativo de los tratamientos sobre las variables, solo se detectaron tendencias, principalmente en siembras de enero y febrero. La tendencia más sobresaliente fue que el tratamiento 180 kg N-175 kg S superó al testigo (180 kg N-150 kg S) con 612, 1187 y 236 kg de grano/ha a partir de siembras tardías del 13 de enero. Los incrementos aunque no fueron significativos según los análisis de varianza simple y combinado, posiblemente sean costeados, puesto que la inversión es solo 25 kg semilla/ha más. De los componentes de rendimiento, el número de espigas por m<sup>2</sup> fue la única variable que se asoció con rendimiento de grano en todas las fechas de siembra. El ciclo vegetativo del cultivo se redujo en siembras tardías por consecuencia en la reducción de etapas fenológicas como efecto de altas temperaturas y días largos. En la relación planta-clima, se detectó a la etapa de amacollamiento como más sensible al clima. Se determinó una relación lineal ( $r^2 = 0.86$ ) a incrementar en 21.65 kg de grano/ha/hora frío acumulada en amacollamiento. Asimismo, con el método de unidades fototérmicas se determinó 7.1 días como máximo error a predecir madu

rez fisiológica. Con los métodos de horas frío y unidades fototérmicas - se determinó una aproximación al requerimiento cuantitativo de clima del cultivo.



## INTRODUCCION

### I.1. Importancia nacional del trigo.

Históricamente, la alimentación del pueblo mexicano ha estado basada en el consumo de alimentos autóctonos, tales como maíz, frijol, chile, tomate, entre otros.

Durante los últimos veinte años, otros cultivos con buena calidad - proteínica han sido incluidos en la dieta alimenticia de los mexicanos. Entre estos cultivos, se encuentra el trigo, el cual es la base para la elaboración de harinas refinadas, pan, pastas, galletas, pasteles, etc. (Chavez (12), 1980). En México, el consumo de trigo per-cápita se incrementó de 22.4 kg en 1925 hasta 53.1 kg en 1980 (México (42), 1981).

En la actualidad, la política nacional de alimentos ha demandado el trigo como uno de los alimentos básicos en la dieta alimenticia de los mexicanos. Durante el ciclo agrícola 1983-84 se sembraron en México un total de 961 mil hectáreas de trigo para satisfacer las demandas nacionales de este cereal. Sin embargo, aún no se logra la autosuficiencia y en el presente año se importarán alrededor de 373 mil toneladas para satisfacer las necesidades de trigo en México (Secretaría de Alimentos, Productos y Servicios Esenciales (44), 1984).

### I.2. Importancia regional del trigo.

En 1932, el cultivo de trigo era ya considerado como uno de los más importantes en la región por su superficie sembrada y rendimiento. Durante ese año se sembraron 6,550 hectáreas en el Delta del Río Colorado y se obtuvo un rendimiento medio de 1.53 toneladas por hectárea. (Basich, citado por Flores (20), 1983).

En el Distrito de Riego No. 014, que comprende los Valles de Mexicali, B.C., y San Luis Río Colorado, Son., la superficie sembrada con trigo ha variado considerablemente durante los últimos veinte años. La máxima superficie de 98,778 hectáreas se registró en el ciclo 1982-83 y la mínima de 23,160 hectáreas en el ciclo invernal 1973-74 (figura 1) (México (43), 1984).

Las lluvias y deshielos en las montañas rocallosas de Estados Unidos, han propiciado excedentes de agua en el Río Colorado durante los últimos 3 años. Esto ha permitido la implementación de dobles cultivos, incrementando así la superficie sembrada con trigo, ya que este puede ser sembrado después de un cultivo de verano como ajonjolí, maíz ó sorgo.

A partir de 1972, el rendimiento unitario de trigo se incrementó notablemente, debido a la utilización de variedades con mayor potencial de rendimiento (figura 1).

Durante los 3 últimos ciclos se han sembrado un promedio de 95,700 hectáreas con un rendimiento medio de 5.2 ton/ha. Esto ha colocado al trigo como el cultivo más importante en el Distrito de Riego No. 014, dentro de los cultivos de invierno.

### I.3. Problemática regional del trigo.

Aún cuando las condiciones ambientales que prevalecen en el Valle de Mexicali son adecuadas para el crecimiento y desarrollo del trigo, todavía existen factores que limitan a las variedades de trigo a expresar su máximo potencial de rendimiento.

Un análisis de las estadísticas agrícolas de trigo en la región durante los ciclos 1980-81 y 1981-82, mostró que las siembras tardías y la alta infestación de malezas son los principales factores que limitan la

producción. Además, la baja eficiencia en el uso y manejo del agua de riego y la utilización excesiva de fertilizantes y semillas para la siembra, son factores que afectan la productividad del cultivo al aumentar los costos de producción.

Las investigaciones en el Campo Agrícola Experimental de Mexicali, B.C., han mostrado que la fecha de siembra óptima para cultivar trigo en la región, está comprendida entre el 10 de noviembre y 20 de diciembre. Sin embargo, durante los ciclos 1982-83 y 1983-84, el 53.5% de la superficie de trigo fue sembrada durante enero y febrero.

Para el problema de sobreutilización de fertilizantes y semillas, así como el de fecha de siembra tardía, se desconoce si sus orígenes son técnicos o provienen de medidas de seguridad por parte de productores u otros factores sociales.

Debido a que estos problemas no se limitan al Valle de Mexicali, sino que son típicos del Noroeste de México, es necesario adecuar tecnología de producción para condiciones de fechas tardías, aún cuando éstas no son consideradas como la mejor alternativa para obtener altos rendimientos.

#### I.4. Objetivos.

Los objetivos de este trabajo consistieron en:

- A). Identificar interacciones entre los factores densidad de siembra y dosis de fertilización nitrogenada con fechas de siembra tardía con el propósito de hacer ésta lo más rentable posible.
- B). Identificar el efecto de la temperatura y fotoperíodo sobre el desarrollo fenológico del trigo bajo las diferentes fechas de siembra tardía.

### I.5. Hipótesis

- A). Existen diferencias en rendimiento de grano entre las diferentes densidades de siembra en fecha de siembra tardía.
- B). Existen diferencias en rendimiento de grano entre las diferentes dosis de fertilización nitrogenada en fecha de siembra tardía.
- C). Existen interacciones entre densidad de siembra y dosis de ferti  
lización nitrogenada en fecha de siembra tardía.
- D). El trigo requiere de ciertas condiciones de temperatura y luz pa  
ra expresar su máximo potencial de rendimiento.

## REVISION DE LITERATURA

### II.1. Características generales de la planta y grano de trigo.

#### II.1.1. Origen.

Existe incertidumbre acerca del origen del trigo. En la región de Irak, en un famoso emplazamiento neolítico llamado Jarno, fueron encontrados restos carbonizados de algunas partes de la planta de trigo que según estimaciones realizadas por químicos contemporáneos datan de alrededor de 6,700 años A.C. Estos vestigios son los más antiguos testimonios arqueológicos de que el trigo se utilizaba como alimento. Otra posible evidencia está basada en los hallazgos de herramientas antiguas, utilizadas normalmente para segar las plantas alimenticias (Briggle (10), 1980).

#### II.1.2. Clasificación botánica (Robles (57), 1978).

Reino: Vegetal  
División: Angiosperma  
Clase: Monocotiledónea  
Orden: Glumiflorae  
Familia: Gramineae  
Género: Triticum  
Especie: spp.

#### II.1.3. Especies cultivadas de trigo.

Existen alrededor de nueve especies del género Triticum, pero solamente dos de ellas han sido domesticadas para su utilización como plantas cultivadas. Estas dos especies son Triticum aestivum L. (Hexaploide) y Triticum durum Desf. (Tetraploide).

En México, T. aestivum L. es la especie que se cultiva en mayor superficie. Esta especie tiene dos hábitos de crecimiento, de primavera y de invierno. Los "trigos de primavera" son aquellos que se siembran al principio del ciclo de crecimiento ya sea en primavera o en otoño dependiendo del clima, tienen un ciclo de crecimiento continuo de la siembra a la cosecha, de tres a cinco meses, y no sobreviven a temperaturas bajo cero, éstos se siembran en México. Los "trigos de invierno", al contrario de los anteriores, tienen que sufrir una interrupción de su desarrollo causada por períodos continuos con bajas temperaturas. Cuando éstos se siembran en el otoño, están listos para cosecharse durante el verano siguiente, de 10 a 11 meses después de sembrados. Si no se presentaran las bajas temperaturas, estas plantas no amacollarían ni florecerían y por lo tanto tampoco producirían espigas y grano (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (11), 1980). En la actualidad se realizan cruzamientos de estos 2 tipos de trigos en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO). En 1981, se liberaron tres variedades originadas de cruces de trigo de primavera x invierno (Sala--zar, et al. (61), 1981) y son: Glennson M81, Genaro T81 y Ures T81. Estas variedades producen altos rendimientos, buena resistencia a roya de la hoja y además son de amplia adaptación a diferentes zonas agroecológicas de México.

#### II.1.4. Características botánicas.

Las características botánicas de la planta de trigo han sido descritas por diversos autores (Clement (14), 1969; Robles (57), 1978 y Briggles (10), 1980). El trigo es una planta herbácea, autógena, anual y está compuesta por cuatro órganos principales: raíz, tallo, hoja y espiga.

El sistema radicular de trigo es de tipo fasciculado, de poco desarrollo y presenta 2 tipos de raíz: seminales y coronarias. Las raíces seminales se originan de la semilla y eventualmente se atrofian cuando se empieza a formar el nudo vital que da origen a los hijuelos y a las raíces coronarias, las cuales forman el sistema radicular permanente. El 55% del peso total del sistema radicular se localiza entre la capa de suelo de 0-25 cm, el 17.5% entre 25-50 cm, el 14.9% entre 50 y 75 cm y el 12% por debajo de 75 cm (Clement (14), 1969).

El tallo se empieza a diferenciar con la aparición del primer nudo, que es la indicación del inicio del encañado. Es hueco, cilíndrico y presenta alrededor de seis nudos y entrenudos. Dependiendo de la longitud del tallo, los trigos son clasificados en enanos, semienanos y altos.

Las hojas se originan en los nudos y están compuestas principalmente por la vaina, el limbo, las aurículas, las lígulas y el cuello. Son lanceoladas, solitarias y presentan nervaduras paralelas. La longitud de la hoja varía entre 15 y 25 cm y entre 0.5 a 1.0 cm de ancho.

La espiga está formada por un eje principal llamado raquis, al cual se encuentran insertadas alrededor de 20-25 espiguillas. Cada espiguilla contiene varias flores y la fecundación ocurre antes de la apertura de la flor, formándose un fruto único llamado cariósido o grano. El grano de trigo se encuentra constituido por el pericarpio, el endospermo y el germen.

#### II.1.5. Descripción fenológica.

Jonard, citado por Clement (14) en 1969, definió en Versalles en 1947, los períodos de desarrollo del trigo, delimitando la planta en fases bien definidas que corresponden a cambios notables en el ritmo de

crecimiento. Estas fases están comprendidas en tres períodos principales: período vegetativo, que comprende de la germinación al inicio del encañado, período reproductivo, que comprende del encañe a la maduración de los óvulos, y el período de maduración del grano.

Mas tarde en 1980, Briggie (10) describió las fases de desarrollo del trigo y éstas aparecen en la Figura 2. La fase de germinación se inicia cuando el grano pasa de la vida latente a la vida activa, después de absorber agua y disolver los elementos metabolizantes. En el momento que la primera hoja perfora el coleoptilo y emerge a la superficie del suelo se inicia la fase de emergencia. La fase de ahijamiento principia cuando aparece la cuarta hoja conjuntamente con el primer hijuelo, las raíces secundarias se desarrollan rápidamente y las primarias se empiezan a secar. Al aparecer el primer nudo del tallo, formado del vértice del nudo de ahijamiento, surge la fase de encañado. Esta fase finaliza con la diferenciación de los estigmas y maduración de los óvulos. Posteriormente, ocurre el período de maduración que se caracteriza por la acumulación de almidón en los granos.

#### II.1.6. Composición química del grano de trigo.

La harina de trigo se forma del endospermo triturado y dependiendo del método de extracción se obtiene de 68-85% de harina blanca del grano (Kent (28), 1971).

La composición química del grano de trigo es la siguiente (recopilado por Flores (20), 1983).

	<u>Rango (%)</u>
Humedad	8.0 a 17.0
Almidón	63.0 a 71.0
Proteínas	8.0 a 15.0



Celulosa	2.0 a 2.5
Grasa	1.5 a 2.0
Azúcares	2.0 a 3.0
Minerales	1.5 a 2.0

Otros: Calcio, fósforo, tiamina, rivo flavina, etc.

#### II.1.7. Uso industrial del grano de trigo.

En México el grano de trigo es utilizado con diferente propósito de pendiendo del tipo de gluten (compuesto de dos proteínas, glutenina y gliadina). Según la clasificación que rige en CIANO y CIMMYT (Vela (77), 1972), el grano de trigo puede presentar cinco diferentes tipos de gluten:

TIPO DE GLUTEN	USO INDUSTRIAL
Fuerte (F)	Gluten elástico: Usado en la elaboración de pan de bolsa.
Medio fuerte (M)	Gluten elástico: Panificación manual o mecánica.
Suave (S)	Gluten extensible: Tortillas y galletas.
Tenaz (T)	Gluten corto: Pastelería, galletas y mezclas con otros.
Cristalino (C)	Gluten corto: Pastas y macarrones.

#### II.2. Fecha de siembra.

Loza (38) en 1981, en un estudio agrosocial, señaló que la falta de maquinaria agrícola, el cambio de cultivo, el crédito agrícola, el retraso en el permiso de riego y la falta de semilla y fertilizante, son los principales factores que propician las siembras tardías de trigo en el Valle de Mexicali, B.C.

Las investigaciones en cereales en el Campo Agrícola Experimental - "Valle de Mexicali" (Grupo Interdisciplinario de Trigo (23), 1980) han -

mostrado, que en siembras del 15 de febrero los rendimientos de trigo se abaten en un 50% en comparación con las siembras del 15 de noviembre.

Reducciones en el rendimiento de grano de trigo sembrado en fechas tardías, han sido reportados por varios autores. Rivera (56) en 1972, mencionó que 4 variedades de trigo sembradas el 10 de febrero redujeron 22% su rendimiento comparadas con las mismas sembradas el 25 de diciembre. En 1978, Verma y Rathi (78), Prasad (52) y Rao, Sin Ha y Rai (55) - en 1979, indicaron que las variedades sembradas en la India mermaron el rendimiento en 22% al retrasar la fecha de siembra del 15 al 30 de diciembre. En fechas de siembra del 11 de enero el rendimiento se abatió hasta en un 64% comparadas con fechas del 15 de noviembre. Ellos señalaron que todavía sembrando en la 3a. semana de diciembre buenos rendimientos pueden ser obtenidos.

### II.3. Nitrógeno.

Donahue, Miller y Shickluma (19) en 1981, mencionaron que de más de 90 elementos que pueden contener las plantas superiores, solo 16 han sido reconocidos como esenciales para el crecimiento y reproducción de la planta. Estos 16 elementos se categorizan en dos grupos, mayores y menores, dependiendo de la cantidad utilizada por la planta. Los elementos mayores son nitrógeno, fósforo y potasio y son los que generalmente se agregan al suelo como fertilizante. Los mismos autores indicaron que el nitrógeno es el elemento más crítico para el crecimiento de las plantas ya que forma parte de compuestos proteínicos, clorofila (pigmento verde necesario para la fotosíntesis), ácidos nucleicos (porciones regenerativas de la célula viva) y otras sustancias necesarias en el metabolismo de las plantas.

De acuerdo con Torres y Ortega, citados por Lagarda (33) en 1974, - el nitrógeno y el fósforo son dos elementos que limitan la producción de los cultivos en los suelos del Noroeste de México.

Guerrero (22) en 1965 y García (21) en 1976, señalaron que desde - que se iniciaron los estudios de fertilización nitrogenada por Barragán en 1956, la recomendación de este nutriente para los agricultores del Valle de Mexicali se ha venido incrementando debido a la pérdida de fertilidad del suelo.

Los requerimientos nutricionales de la planta de trigo han sido estudiados por varios autores. Schonberger (63) mencionó en 1981, que los requerimientos totales de nitrógeno por el trigo fueron 390 kg/ha distribuidos 120 kg en amacollo, 120 kg en encañe y 150 kg en el llenado de - grano. Por otra parte, Laloux, Felisse y Poelaert (34) en 1980, señalaron que los requerimientos de nitrógeno en etapas de desarrollo del trigo fueron: 0-20 kg/ha en germinación; 20-30 kg/ha en amacollamiento; 75-80 kg/ha en encañe y 25-30 kg/ha en embuche, sumando un total de 140 kg/ha. Los mismos autores indicaron que las necesidades nutricionales del trigo para producir 100 kg de grano fueron 2-3 kg N, 1.2-1.5 kg  $P_2O_5$  y - 1.5-2.0 kg  $K_2O$ .

Resultados similares a Laloux, Felisse y Poelaert fueron reportados por el Instituto Internacional de la Potasa (8) en 1980 y Rodríguez (58) en 1982. Las necesidades nutricionales del trigo fueron 2.4 kg de N, - 1.2-1.3 kg de  $P_2O_5$  y 1.5-2.5 kg  $K_2O$  para la producción de 100 kg de grano. Estos autores señalaron además, que la dosificación de nitrógeno dependerá del factor agua y de los nitratos existentes en el suelo. Si proviene de un cultivo "esquilante" como el maíz la dosis aumentará, mientras que si proviene de uno de soya u otra leguminosa que aporte mucho -

nitrógeno, la dosis se reducirá hasta en un 40 ó 50%.

Estudios sobre las dosis de fertilización nitrogenada en trigo han sido realizados por varios autores. Guerrero (22) en 1965, señaló que el rendimiento de trigo se incrementa linealmente en respuesta a la aplicación de nitrógeno, alcanzando el máximo rendimiento con 120 kg N/ha. García (21) en 1976, reportó que el trigo responde a altas dosificaciones de nitrógeno, las dosis óptimas económicas encontradas para cuatro variedades de trigo fueron 131, 192, 217 y 240 kg N/ha.

Torres (72) en 1980, en estudio de fertilización bajo la rotación trigo-maíz-algodón, señaló que con 180 kg N/ha se obtuvo el máximo rendimiento de grano y se notó un incremento en el rendimiento de paja, espigas por  $m^2$  y altura final en la planta de trigo; sin embargo, el mismo autor (73) en 1980, indicó que bajo la rotación soya-trigo la dosis óptima de nitrógeno se redujo a 160 kg N/ha, en el Valle del Yaqui, Son.

Moreno (41) en 1982, en un estudio de fertilización en trigo bajo la rotación trigo-trigo encontró que la aplicación de nitrógeno estuvo fuertemente asociada con un incremento en espigas por  $m^2$ , ligero alargamiento de la altura de la planta y un incremento de 26.5 kg de grano/ha para cada kg de N aplicado al suelo.

En Estados Unidos, Baghott y Puri (5) en 1979, mencionaron que con 270 kg N/ha para variedades de trigo duro y 180 kg N/ha para variedades de trigo harinero se obtuvieron los máximos rendimientos. Por otro lado, Massey (39) en 1980, consignó que con niveles superiores a 90 kg N/ha no se incrementaron significativamente los rendimientos de cinco variedades de trigo y además reportó correlación positiva entre rendimiento y espigas por metro lineal y no asociación entre peso hectolítrico con rendi-

miento. En el Valle Imperial, el Servicio de Extensión Cooperativa de la Universidad de California (75) 1983 citó que óptimos rendimientos se obtienen adicionando al suelo de 224 a 336 kg N/ha, dependiendo del cultivo previo.

Resultados opuestos a los de Baghott y Puri, fueron reportados por Blum, Linder y Naveh (9) en 1980. Las variedades de trigo harinero requirieron más nitrógeno (180 kg N/ha) para producir máximos rendimientos que las variedades de trigo duro (60 kg N/ha).

Piech y Lebiecz (50) en 1979, obtuvieron máximos rendimientos en diversas variedades de trigo con la adición de 120 kg N/ha. Así mismo, al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementó el amacollamiento y decreció el número de granos por espiga y peso de 1000 granos. Por el contrario, Kim, Junk y Park (29) en 1980, indicaron que al aumentar la dosis de nitrógeno, no aumentó el número de granos por espiga ni las espigas por  $m^2$  y con 130 kg N/ha obtuvieron los más altos rendimientos.

Kosmolak y Crowle (32), en 1980 indicaron que el peso de 1000 granos se redujo al aumentar la dosis de nitrógeno de 56 a 224 kg N/ha.

Diversos autores han reportado que el contenido de proteínas en el grano aumenta linealmente hasta 15-20% al incrementar la dosis de nitrógeno aplicada al suelo (Pelikan, Dudas y Stankova (48), 1976; Singh y Mahatim (64), 1979 y Spratt (68), 1979).

#### II.4. Densidad de siembra.

La densidad de siembra en trigo ha sido estudiada por varios autores. Van Maren (76) en 1981, concluyó que el incremento en la densidad de siembra de 80 a 214 kg/ha no tuvo efecto significativo sobre la variedad "Mexicali"; sin embargo, en la variedad "Aldura" los rendimientos disminuye-

ron en respuesta al aumento de la densidad de siembra. Styk y Dziamba (69) en 1979, también observaron respuesta diferencial en 4 variedades de trigo al aumentar las densidades de 80-240 kg/ha con intervalos de 40 kg/ha.

Barriga y Pihan (7) en 1980, estudiaron el efecto de la densidad de siembra sobre algunas características morfológicas y agronómicas en cinco variedades de trigo de primavera. Ellos encontraron que al incrementar la densidad de 80 a 240 kg/ha con intervalos de 40 kg, se incrementó significativamente el número de espigas por  $m^2$  y disminuyó el número de granos por espiga en las altas densidades de siembra. No se observaron diferencias al inicio de espigamiento, altura de planta y el rendimiento de grano permaneció estable a densidades mayores o iguales que 120 kg/ha.

#### II.5. Interacción nitrógeno por densidad de siembra.

Torres (71) en 1979, indicó que no hubo diferencias significativas en rendimiento de grano de trigo al variar la densidad de siembra desde 40 a 240 kg/ha con intervalos de 40 kg. Sin embargo, al aumentar la dosis de nitrógeno desde 0 a 240 kg N/ha con intervalos de 80 kg, el rendimiento de trigo se incrementó significativamente bajo la rotación sorgo-trigo, la interacción nitrógeno por densidad de siembra no fue significativa de acuerdo al análisis de varianza. Por el contrario, Shimond y Osaki (66) en 1980, señalaron que existe una pequeña interacción entre los dos factores, aumentando el nivel de un factor y disminuyendo el otro o viceversa obtuvieron buenos rendimientos. Mas tarde en 1979, Attarde y Khuspe (4), reportaron resultados muy similares a los de Torres al estudiar la interacción entre nitrógeno y densidad de siembra en cuatro variedades de trigo. La interacción no fue significativa y el rendimiento óptimo de grano se obtuvo con los niveles de 100 kg de semilla y 80 kg N

por hectárea.

La dosis de nitrógeno 140 kg/ha incrementó la altura, días a 50% de floración, número de hijos por m<sup>2</sup> y número de espigas por planta, y la densidad de siembra de 142 kg/ha aumentó el número de hijos por m<sup>2</sup> y rendimiento de grano (Kamel, et al. (27), 1978).

#### II.6. Interacción fecha de siembra por densidad de siembra.

Clement y Collins (15) en 1976, al estudiar 23 espaciamientos entre plantas de trigo en 2 fechas de siembra, concluyeron que bajo altas poblaciones de trigo los rendimientos de grano fueron iguales en fecha de siembra tardía que en fecha de siembra temprana. Sin embargo, en 1979, Smid y Jenkinson (67) observaron un decremento de 23 kg/ha/día a medida que se retrasó la fecha de siembra después del 9 de octubre. Además, los autores señalaron que la densidad de siembra (134 kg/ha) aumentó el número de espigas/ha, variable que fue correlacionada positivamente con rendimiento de grano. En otro lugar, variando densidades de siembra de 50 a 200 kg/ha no se mostraron efectos positivos sobre rendimiento, pero sí efectos negativos de la fecha de siembra, se observó correlación positiva de plantas por hectárea y peso del grano con rendimiento de grano (Habib y Makki (24), 1979).

Otros autores han señalado que existe una fuerte respuesta de rendimiento al aumento de la densidad de siembra en fecha de siembra tardías. Con densidades de 100 kg semilla/ha en siembra del 23 de noviembre, altos rendimientos fueron obtenidos, mientras que en siembras del 7 de enero la mayor producción se obtuvo con 150 kg semilla/ha. (Rana (54), 1980). En otra ocasión, para siembras del 27 de enero se observó una clara tendencia a aumentar rendimiento a medida que se incrementó la densidad de siem

bra; pero, los niveles superiores de 120 kg semilla/ha no produjeron estadísticamente mayores rendimientos (Zavala (82), 1982).

En el Valle Imperial en 1983, Lehman, et al. (35) señalaron que la fecha de siembra del 15 de marzo redujo de 104 a 60 días el espigamiento, de 154 a 97 días la madurez fisiológica y de 6,192 a 5,156 kg/ha el rendimiento comparado con fecha del 15 de diciembre. Sin embargo, al aumentar la densidad de siembra de 101 a 202 kg/ha el rendimiento se incrementó de 5.68 a 6.17 ton/ha y de 4.90 a 5.36 ton/ha, en las fechas de siembra 15 de febrero y 15 de marzo respectivamente.

#### II.7. Interacción fecha de siembra por dosis de nitrógeno.

En estudios sobre el patrón de absorción de nitrógeno por la planta de trigo, se concluyó que conforme se retrasa la fecha de siembra la cantidad de nitrógeno consumido es menor (Yadav y Sharma (81), 1979). Por otro lado, al incrementar las dosis de nitrógeno de 0 a 180 kg/ha con intervalos de 30 kg, se encontró que las altas aplicaciones de nitrógeno no compensaron las pérdidas en rendimiento ocasionado por siembras tardías. Asimismo, se detectó que el cultivo sembrado tarde requirió un 25% menos de nitrógeno comparados con los de siembra normal (Sandhu y Dhillon (62), 1978).

Rodríguez, Mellado y Rojas (59) en 1979, determinaron que a medida que se retrasó la fecha de siembra, la eficiencia de rendimiento de grano por kg de nitrógeno aplicado se redujo de 12 a 5.35 kg de grano, como promedio de dos años. Por otro lado, Alessi, Power y Sibbitt (1) en 1979, encontraron que con 38 kg N/ha se obtuvieron máximos rendimientos en fecha de siembra tardía y con 136 kg N/ha en siembras tempranas y añadieron que a medida que se retrasó la fecha de siembra el contenido de proteína en el grano aumentó.



Resultados similares a Rodríguez, Mellado y Rojas, fueron encontrados en la misma región por Mellado (40) en 1980 y Sheath y Galletly (65) en 1980, en diversas áreas subhúmedas de Nueva Zelanda.

#### II.8. Interacción fecha de siembra por dosis de nitrógeno por densidad de siembra.

Se han realizado menor número de trabajos de investigación estudiando conjuntamente estos factores. Pezzali (49) en 1979, solo detectó interacción entre fecha de siembra y dosis de nitrógeno. López y Martínez (37) en 1981, al estudiar tres fechas de siembra, cuatro variedades, cuatro niveles de nitrógeno (80 a 200 kg/ha con intervalos de 40 kg) y cuatro densidades de siembra (100 a 220 kg/ha con intervalos de 40 kg), encontraron que a medida que las fechas de siembra se atrasaron se observó una clara tendencia a incrementar la respuesta al nitrógeno. En la primera fecha de siembra la respuesta no sobrepasó los 150 kg N/ha en el mejor de los casos, mientras que en la tercera fecha de siembra (3 de enero) la mejor respuesta varió de 160 a 200 kg N/ha. Además, los autores observaron que en ninguna de las 3 fechas de siembra se incrementaron los rendimientos con más de 140 kg semilla/ha. Las interacciones nitrógeno por variedad y fecha de siembra por nitrógeno por densidad de siembra mostraron efectos significativos.

#### II.9. Requerimientos climáticos del trigo.

Generalmente las exigencias meteorológicas de los vegetales no cambian gradualmente durante su ciclo vegetativo. Lo más frecuente es que las demandas varíen bruscamente después de cada fase, para mantenerse luego constante hasta la próxima fase. Las exigencias varían pues con las etapas fenológicas; no obstante, dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos. Período crítico es el breve intervalo durante el

cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, - de tal manera que las oscilaciones en los valores de ese fenómeno meteorológico se reflejan sobre el rendimiento del cultivo (Torres (74), 1983).

Las necesidades meteorológicas de las plantas han sido estudiadas - por varios autores (De Fina y Ravello (17) en 1973; Arze (3) en 1978 y - Pascale (46) en 1981). Los principales factores que influyen sobre el - proceso productivo de las plantas son la radiación solar, la temperatura, la longitud del día y la humedad del aire.

Garner y Allard, citados por Pascale (46) en 1981, en 1920 determinaron las reacciones de las plantas a la duración del día y a este fenómeno le dieron el término de fotoperiodismo. Ellos clasificaron a las - plantas en tres grupos: plantas de días largos, plantas de días cortos y plantas de días neutros. El trigo fue clasificado como planta de día largo ya que acelera su ciclo y adelanta su floración cuando ocurren días de más de 12 horas luz. Algunos otros autores, entre ellos Hunt (25) en 1979, Limar (36) en 1981, Rahman (53) en 1980 y Balla (6) en 1981, han - estudiado el efecto de la longitud del día en el desarrollo del trigo. - Ellos indicaron que además de acelerar el espigamiento en trigo, en días largos la planta reduce el número de granos por espiga y el peso de 1000 granos.

Investigaciones con regímenes de temperatura del aire de 5°C a 30°C como máxima y con relaciones de temperatura día/noche, concluyeron que - las altas temperaturas acortaron el período de desarrollo, disminuyeron el peso del grano y el rendimiento del trigo (Kolderup (30), 1974; Kalinin (26), 1980; Kontturi (31), 1979 y Pirasteh y Welsh (51), 1980). Por el contrario, en 1984, Villalpando (79) señaló que para fines agrícolas, un promedio de temperaturas ya sea mensual ó anual no refleja la varia--

ción que se presenta a través del ciclo del cultivo y sugirió que para que el uso de la temperatura tenga significado sobre el desarrollo del cultivo, ésta tiene que expresarse en forma de parámetros agroclimáticos tales como: unidades calor, unidades fototérmicas, unidades frío, etc.

Las primeras relaciones de parámetros agroclimáticos fueron realizadas por Réaumer (citado por De Fina y Ravello (17), 1973) en la primera mitad del siglo XVIII, quien obtuvo para trigo  $2000^{\circ}\text{C}$  de suma de temperaturas medias mayores de  $0^{\circ}\text{C}$ , desde germinación hasta madurez. Por otra parte, en 1974, en un estudio sobre la influencia de la temperatura en la duración de los períodos de desarrollo del trigo por el método de unidades calor, se obtuvo  $1210^{\circ}\text{C}$  arriba de  $4^{\circ}\text{C}$  y se concluyó que además de que difirieron las unidades calor para cada etapa, el método puede usarse para predecir ocurrencia de etapas fenológicas (Deputat (18), 1974); sin embargo, Pande, La Hiri y Ra Vindra Nath (45) en 1975 estudiaron diversos métodos para predecir el desarrollo del trigo, y concluyeron que los métodos basados en unidades fototérmicas tuvieron el mínimo coeficiente de variabilidad para predecir la duración del desarrollo y predecir etapas del trigo. Asimismo, con un total de 2200 unidades fototérmicas se obtuvieron máximos rendimientos y ellos añadieron que la fecha de cosecha puede ser planeada ajustando la fecha de siembra a datos agrometeorológicos.

Es bien conocido que en el estado juvenil, el trigo requiere en mayor o menor grado de un período de enfriamiento o vernalización (para poder cumplir posteriormente su desarrollo sin anomalías fenológicas, ni alteraciones en el rendimiento), el cual fenotípicamente es un estado de reposo y ahijamiento, no ocurre crecimiento vegetativo solo desarrollo de hojas y brotes. Existen varias teorías acerca de lo que ocurre fisiolo

lógicamente en la planta durante el estado de vernalización. Las temperaturas de 6-10°C activan las yemas que están en la corona de la raíz, - iniciándose la formación de hijos. Sin embargo, durante este período no hay crecimiento vegetativo debido a que durante el inicio del invierno, el nivel de hormonas (probablemente auxinas y giberelinas, y quizás otras especiales tales como vernalina ó florigen) es bajo, mientras que el nivel de inhibidores (absicinas y compuestos fenolicos, posiblemente) es - muy alto. Conforme transcurre el invierno, la planta irá sintetizando - auxinas y giberelinas, mientras que el nivel de los inhibidores se reducirá. Al equilibrarse el contenido de hormonas y de inhibidores, la planta saldría del estado de vernalización y empezaría su crecimiento vegetativo. (Rojas (60), 1972).

Diversos autores han señalado los niveles térmicos entre los cuales se considera que el trigo comienza a acumular el efecto vernalizante: - abajo de 7°C (concepto de horas frío) según Rojas (60) en 1972; entre 5 y 10°C señaló Chujo (13) en 1975; temperaturas entre 1-10°C mencionó -- Allen (2), en 1980; abajo de 4-5°C según investigaciones bioclimáticas - de Pascale (46), en 1981 y Villalpando (79), en 1984 consignó que la temperatura mínima base para el trigo es 5°C.

En etapas posteriores a la de ahijamiento se han realizado pocos estudios de la influencia de la temperatura, Villalpando (79), en 1984 señaló que las temperaturas óptimas durante el desarrollo del cultivo son de 20-25°C.

En la actualidad el trigo ha sido definido como una especie paratermocíclica y parafotocíclica, ya que durante las primeras etapas requiere temperaturas bajas y días cortos (tejidos activos a la temperatura y luz) y posteriormente para completar su desarrollo, requiere de días largos y

temperaturas relativamente altas (Tavella (70), 1971).

En 1981, Pascale (47) estudió los requerimientos bioclimáticos de -  
trigos argentinos por el método de siembras continuadas y el Índice Heliot  
térnico de Geslin (unidades fototérmicas) y determinó los cuatro grupos  
siguientes:

GRUPO I: Marcada indiferencia al fotoperíodo y a las bajas temperaa  
turas.

GRUPO II: Umbral fotoperiódico largo para espigar y falta de exi--  
gencias de bajas temperaturas.

GRUPO III: Exigencias fotoperiódicas altas para espigar y reaccio-  
nar marcadamente a la vernalización.

GRUPO IV; Exigencias de días cortos para espigar y reaccionan mar-  
cadamente a la vernalización.

El mismo autor agrupó los tipos I y IV como semiprecoces y II y III  
como semitardíos.

Esta clasificación representa una mayor profundización de la tradi-  
cional distinción entre trigos de primavera y de invierno.

## MATERIALES Y METODOS

### III.1. Localización del sitio experimental.

El presente estudio se realizó en la Subestación Experimental "Colonia Chapultepec" dependiente del Campo Agrícola Experimental "Valle de Mexicali" (CAEMEXI), durante el ciclo otoño-invierno 1983-84. El CAEMEXI tiene como área de influencia los Municipios de Mexicali, B.C., y San Luis Río Colorado, Son., y se encuentra ubicado en el área Noroeste del país, frontera con U.S.A. (figura 3).

El sitio experimental estuvo localizado en un suelo de textura media, la cual representa alrededor del 63% del área sembrada con trigo en el Valle de Mexicali.

### III.2. Labores culturales.

El cultivo anterior fue ajonjolí por lo que se efectuó un rastreo a 15 cm de profundidad, un barbecho a 30 cm, rastreo a 15 cm y por último un emparejamiento cruzado con escrepa. Posteriormente se rayó la cama de siembra con picos o abridores y se levantaron bordos para separar franjas o melgas, representada cada una por diferente fecha de siembra.

### III.3. Propiedades físicas y químicas del sitio experimental.

Una vez delimitadas las franjas o melgas se procedió a tomar tres muestras al azar de 0-30 cm y tres de 30-60 cm de profundidad en cada franja, posteriormente se mezclaron para formar una muestra de 0-30 cm y otra de 30-60 cm. El análisis físico-químico (cuadro 1) indicó que el suelo del sitio experimental era ligeramente salino, no sódico, ligeramente alcalino por su pH, con contenido medio de fósforo, de extremadamente pobre a pobre en contenido de materia orgánica, pobre en porcenta-

je de nitrógeno total, de textura franco-limoso en las primeras cuatro - fechas de siembra ó franjas y franco-arenoso en la quinta fecha de siembra.

### III.4. Factores estudiados y diseño experimental.

Los factores y niveles estudiados fueron los siguientes:

#### I. FECHA DE SIEMBRA

\*F<sub>1</sub> = 15 de Diciembre

F<sub>2</sub> = 30 de Diciembre

F<sub>3</sub> = 13 de Enero

F<sub>4</sub> = 30 de Enero

F<sub>5</sub> = 15 de Febrero

#### II. DOSIS DE FERT. NITROGENADA

D<sub>1</sub> = 140 kg nitrógeno/ha

\*D<sub>2</sub> = 180 kg nitrógeno/ha

D<sub>3</sub> = 220 kg nitrógeno/ha

Siembras tardías

#### III. DENSIDAD DE SIEMBRA

\*S<sub>1</sub> = 150 kg semilla/ha

S<sub>2</sub> = 175 kg semilla/ha

S<sub>3</sub> = 200 kg semilla/ha

\*Testigo Regional

Los tratamientos consistieron en la combinación de cada nivel de nitrógeno con los tres niveles de densidad de siembra para cada una de las fechas de siembra.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con arreglo factorial completo con cuatro repeticiones en cada franja ó fecha de siembra. La unidad experimental consistió de 10 hileras con separación a 30 cm y longitud de 5.0 m (15 m<sup>2</sup>). La parcela útil fue de seis hileras cen<sup>u</sup>trales de 3.0 m de longitud (5.4 m<sup>2</sup>). El arreglo en campo se muestra en la Figura 4.

### III.5. Siembra y fertilización.

Antes de la siembra la unidad experimental se delimitó por hilos y previamente pesada la semilla correspondiente a los tratamientos, se distribuyó un sobre por hilera de siembra. La siembra se realizó en seco - utilizando la variedad de trigo Glennson M81. La fertilización se realizó conjuntamente con la siembra, aplicando el 50% de la dosis total de nitrógeno por tratamiento y la dosis total de fósforo (70 kg  $P_2O_5$ /ha). Posteriormente se tapó la semilla y fertilizante y se aplicó el riego de germinación. El complemento a la dosis de nitrógeno se aplicó en el primer riego de auxilio. Las fuentes de fertilizantes utilizados en el experimento fueron Urea (46% N) y Superfosfato Triple de Calcio (46%  $P_2O_5$ ).

### III.6. Riegos.

El criterio utilizado para la aplicación de los riegos fue el de etapas fenológicas, de acuerdo con las sugerencias del INIA para la región. En cada fecha de siembra los riegos de auxilio se aplicaron en las etapas de amacollo, encañe, embuche, espigamiento y grano lechoso-masoso (cuadro 2).

### III.7. Malezas.

Durante el transcurso del experimento se presentaron malezas como - alambrillo Poligonum aviculare L., chual Chenopodium murale L. y coquillo Cyperus spp. en bajo nivel de infestación controlándose con deshierbe manual.

### III.8. Plagas.

Se presentó pulgón del cogollo Rhopalosiphum maidis (Fitch) en bajo nivel de infestación no requiriendo control químico.



### III.9. Cosecha.

Se cosechó la parcela útil cuando el grano tenía entre 8.9 y 9.3% - de humedad según el lector digital de humedad "Burrows" Modelo 700. La trilla se realizó con una trilladora "Pullman" tipo experimental, del 7 al 15 de junio.

### III.10 Parámetros evaluados.

Durante el desarrollo del experimento se tomaron los inicios y finales de cada etapa de desarrollo (fenología) utilizando el criterio de Torres (74).

Fecha de siembra. Fecha del riego de germinación.

Emergencia. Despunte de la primera hoja (coleóptilo) sobre la superficie del suelo.

Inicio de amacollamiento. Aparición de la cuarta hoja simultáneamente con el primer hijuelo en un 50% de la población.

Inicio de encañe. Cuando apareció el primer nudo en el 50% de la población a una altura de la superficie del suelo de 2-3 cm.

Inicio en embuche. Cuando la espiga está cubierta en la parte superior del tallo, por lo que al tacto se siente acolchonada, las barbas de la espiga están apareciendo.

Floración o espigamiento. Cuando el 50% de la población está espigada.

Madurez fisiológica. Cuando el cuello de la espiga empieza a amarillarse por lo que ya no hay paso de savia hacia la espiga.

Las variables medidas y analizadas estadísticamente fueron las siguientes:

VARIABLE	CRITERIO DE MEDIDA
Altura final (cm)	Altura de la planta hasta la punta de las barbas de las espiguillas en madurez fisiológica.
Espigas por m <sup>2</sup>	No. de espigas dentro de 1 m <sup>2</sup> .
Long. de espigas (cm)	Se midió la espiga de la base de la primera espiguilla hasta la punta de la última y fue el promedio de 5 espigas por unidad experimental.
Granos por espiga	No. promedio de granos por espiga de 10 espigas por unidad experimental.
Peso hectolítrico (kg/hl)	Se utilizó la balanza para peso hectolítrico.
% de proteína en el grano	Método Kjeldahl.
Rendimiento de paja	En parcela útil (5.4 m <sup>2</sup> ) y se hizo la <u>con</u> versión a ton/ha.
Rendimiento de grano	En parcela útil (5.4 m <sup>2</sup> ) y se hizo la <u>con</u> versión a kg/ha.

Además se tomaron temperaturas máximas y mínimas diarias durante el desarrollo del cultivo en la Estación de la Colonia Juárez, B.C., y datos de fotoperíodo de Tablas de horas-luz (Walker (80), 1979).

### III.11. Metodología de análisis.

Inicialmente se realizó el análisis de varianza (ANVA) individual - por fecha de siembra para cada variable medida. Posteriormente, se realizó un análisis combinado para rendimiento de grano en las 5 fechas de siembra de acuerdo con Cochran y Cox (16). Este análisis fue con la finalidad de detectar el grado de interacción de las fechas de siembra con



## RESULTADOS

Los resultados de este experimento serán descritos de acuerdo a los efectos de los tratamientos (combinación de la dosis de nitrógeno con la densidad de siembra), la dosis de nitrógeno, la densidad de siembra y la relación del clima con el desarrollo vegetativo del trigo, sobre las variables evaluadas en las diferentes fechas de siembra. Estos resultados se concentran de los Cuadros 4 al 35 y Figuras 5 a la 22, los cuales contienen los análisis de varianza (ANVA), resultados de medias de variables por tratamiento, análisis de correlación y otros.

### IV.1. Dosis de nitrógeno por densidad de siembra en fechas de siembra.

Efecto de los tratamientos sobre las variables en diferentes fechas de siembra (f.s.).

Altura final. La apariencia del cultivo en el campo y los valores de altura mostraron que el efecto de los tratamientos no difirió sobre la altura final dentro de f.s., excepto en la f.s. 15 de febrero donde se observó una respuesta de las plantas a incrementar su altura con el aumento en nitrógeno y semilla (cuadros 4 y 5). Las plantas con tratamiento 9 tomaron una altura de 88.7 cm, mientras que las plantas con tratamiento 1, solamente alcanzaron 78.7 cm de altura. Esta diferencia fue significativa al nivel de 1% y el coeficiente de variación (C.V.) fue de 3.04%, el cual es bastante aceptable. En la prueba de separación de medias (Duncan 5%), el tratamiento 9 fue clasificado estadísticamente superior a los demás (cuadro 4). En la Figura 5, se observa que en general la altura de planta es menor a medida que se retrasa la fecha de siembra.

Espigas por  $m^2$ . El Cuadro 6 presenta la variada respuesta del número de espigas por  $m^2$  a los tratamientos. El análisis de varianza para -

las diferentes fechas de siembra no mostr $\acute{o}$  diferencias significativas en tre tratamientos (cuadro 7), a $\acute{u}$ n cuando en la fecha de siembra del 15 de febrero, la diferencia en n $\acute{u}$ mero de espigas por m $^2$  entre el mejor y el peor tratamiento fue de 113. Adem $\acute{a}$ s se observ $\acute{o}$  que el tratamiento 4 (testigo regional) ocup $\acute{o}$  el  $\acute{u}$ ltimo lugar en cuanto a producci $\acute{o}$ n de espigas por m $^2$ , en promedio de todas las f.s. En la Figura 6, se observa que a medida que se retrasa la f.s., se reduce el n $\acute{u}$ mero de espigas por m $^2$ , siendo  $\acute{e}$ sto m $\acute{a}$ s dr $\acute{a}$ stico durante la primera quincena de enero.

Longitud de espigas. La respuesta de esta variable a los tratamientos fue muy leve dentro de las f.s., (cuadros 8 y 9). Las diferencias m $\acute{a}$ ximas variaron de 0.5 a 1.0 cm. Sin embargo, en la f.s. 30 de enero, diferencia de 0.9 cm (9.8-8.9 cm) entre los tratamientos 2 y 6 result $\acute{o}$  diferente estad $\acute{i}$ sticamente (5%), como lo muestra la prueba de separaci $\acute{o}$ n de medias de Duncan (5%) (cuadro 8). La Figura 7 muestra el efecto leve de las siembras tard $\acute{i}$ as sobre la longitud de las espigas.

N $\acute{u}$ mero de granos por espiga. El efecto de los tratamientos sobre esta variable no fue significativo en ninguna de las fechas de siembra, de acuerdo al ANVA. Las m $\acute{a}$ ximas diferencias detectadas entre tratamientos fueron 5, 6, 9, 8 y 4 granos por espiga, para las f.s. 15 de diciembre, 30 de diciembre, 13 de enero, 30 de enero y 15 de febrero, respectivamente (cuadros 10 y 11). En la Figura 8, se observa el efecto negativo de la siembra tard $\acute{i}$ a sobre esta variable.

Peso hectol $\acute{i}$ trico. Esta variable result $\acute{o}$  de las m $\acute{a}$ s estables dentro de cada f.s. (cuadro 12) y en ninguno de los casos result $\acute{o}$  con diferencias estad $\acute{i}$ sticas entre tratamientos (cuadro 13). Los coeficientes de variaci $\acute{o}$ n en las diferentes f.s., fluctuaron entre 0.4 y 1.0%. Adem $\acute{a}$ s, se observ $\acute{o}$  solamente un 2.6% de variaci $\acute{o}$ n en promedio de la f.s. 15 de diciem-

bre (81.8 kg/hl) comparada con la del 15 de febrero (79.7 kg/hl) (figura 9).

Porcentaje de proteína en el grano. No se mostraron efectos significativos de los tratamientos sobre el contenido de proteína en el grano de trigo dentro y entre f.s. (cuadros 14 y 15 y figura 10).

Rendimiento de paja. El Cuadro 16 muestra el rendimiento de paja de trigo con diversos tratamientos en las f.s. Las diferencias entre tratamientos dentro de las f.s., no fueron estadísticamente significativas, de acuerdo a los ANVA (cuadro 17). En la f.s. 30 de enero, los tratamientos 8 y 5 produjeron 8.44 y 6.35 toneladas de paja por hectárea respectivamente, pero el ANVA no detectó diferencia estadística debido posiblemente al alto C.V. de 20.3%. En la Figura 11, se observa que el rendimiento de paja es una de las variables más afectadas negativamente por el retraso en la fecha de siembra. En la siembra del 15 de febrero, el rendimiento se redujo en un 34% comparado con la del 15 de diciembre.

Rendimiento de grano. En el Cuadro 18, se presentan los rendimientos de grano por tratamiento en las diferentes f.s. Al comparar el tratamiento 4 (testigo de fecha óptima de siembra) con el mejor tratamiento de cada f.s., se observó una diferencia negativa para el testigo de 106, 845, 1504 y 444 kg/ha en las f.s. 15 de diciembre, 13 de enero, 30 de enero y 15 de febrero, respectivamente. Sin embargo, éstas no resultaron significativas según los ANVA (cuadro 19). En la siembra del 30 de diciembre, el tratamiento testigo fue el mejor, pero tampoco sin significancia estadística. La Figura 12 muestra que en promedio de las cinco fechas de siembra, los dos tratamientos superiores en rendimiento de grano tuvieron un comportamiento mejor que el testigo en algunas siembras tardías, particularmente durante el mes de enero. La Figura 13, ilustra

el efecto drástico de la siembra tardía sobre el rendimiento de grano. Se observaron reducciones de 4.2, 24.7, 30.7 y 35.7% a medida que se retrasó la f.s. a partir del 15 de diciembre, lo cual fue equivalente a una disminución de 51.1 kg/ha/día, según la recta y ecuación de regresión mostrada en la Figura 13.

#### IV.2. Factor dosis de nitrógeno.

En algunas de las fechas de siembra, las variables, altura final, espigas por m<sup>2</sup>, número de granos por espiga, porcentaje de proteína en el grano y rendimiento de grano fueron afectadas por la dosis de nitrógeno (cuadro 20).

La altura de planta aumentó significativamente a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno en la siembra del 15 de febrero (cuadro 5). En las otras f.s., el incremento de la dosis de nitrógeno no tuvo efecto significativo sobre la altura de la planta.

En las cuatro primeras f.s., el número de espigas por m<sup>2</sup> se redujo al aumentar de 140 a 180 kg N/ha, sin embargo, al incrementar el nivel de nitrógeno hasta 220 kg/ha el número de espigas por m<sup>2</sup> aumentó ligeramente (cuadro 20). En la siembra del 15 de febrero, se observó un incremento lineal en el número de espigas por m<sup>2</sup> en respuesta al aumento de la dosis de nitrógeno. Las respuestas al incremento en nitrógeno no fueron significativas en ninguno de los casos.

Para la variable número de granos por espiga, se observó sólo en la f.s. 30 de enero una disminución significativa (cuadro 11) de 53 a 49 granos por espiga, en respuesta al incremento de la dosis de nitrógeno de 140 a 180 kg/ha (cuadro 20).

En las siembras tardías, a partir del 13 de enero se observaron ligeros incrementos en el porcentaje de proteínas del grano de trigo, al aumentar la dosis de nitrógeno, resultando éste significativo, solo en la siembra del 30 de enero (cuadro 15).

Las respuestas de los componentes de rendimiento anteriores al incremento en la dosis de nitrógeno, mostraron tendencias lineales de acuerdo al análisis de comparaciones ortogonales (cuadro 21). El número de granos por espiga, se redujo linealmente (95% de confianza) conforme se aumentó la dosis de nitrógeno, en la siembra del 30 de enero. La altura final en la siembra del 15 de febrero y el porcentaje de proteína en el grano en la siembra del 30 de enero, se incrementaron linealmente (99% de confianza) por efecto de la adición de mayor cantidad de fertilizante.

El efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de grano no fue significativo en ninguna de las fechas de siembra. Sin embargo, en la siembra del 30 de diciembre se observó un incremento de 294 kg/ha al aumentar la dosis de nitrógeno de 140 a 220 kg/ha (cuadro 20). En la siembra del 15 de febrero se obtuvo una respuesta similar (aumento de 282 kg/ha) al incremento de 140 a 180 kg N/ha. En las siembras tardías del 13 y 30 de enero, los rendimientos decrecieron al aumentar de 140 a 180 kg N/ha (testigo regional) y posteriormente aumentaron por efecto de la adición de 220 kg N/ha (figura 14). El análisis de comparaciones ortogonales (cuadro 22) confirmó, que en las f.s. 13 y 30 de enero, la dosis de nitrógeno tuvo un efecto cuadrático, aunque no significativo, sobre el rendimiento de grano.

#### IV.3. Factor densidad de siembra.

Las variables altura final, espigas por  $m^2$ , longitud de espigas y



rendimiento de paja y grano, fueron afectadas en mayor ó menor grado por la densidad de siembra. El efecto sobre algunas variables fue consistente durante las diferentes fechas de siembra y sobre otras variables muy esporádico (cuadro 23).

La altura final aumentó significativamente de 80.9 a 84.4 cm (cuadro 5), conforme se incrementó la densidad de siembra de 150 a 200 kg/ha en la siembra del 15 de febrero. En las otras f.s., no se observó efecto definido y constante.

En la variable espigas por  $m^2$ , los resultados mostraron que en las f.s. 30 de diciembre y 13 de enero, el número de espigas por  $m^2$  se incrementó linealmente en respuesta al aumento en la densidad de siembra (cuadro 23). Esta misma tendencia se observó en la f.s. 15 de febrero al aumentar la densidad de 175 a 200 kg semilla/ha, pero sin significancia estadística en ninguno de los casos (cuadro 7).

Al incrementar la densidad de siembra de 175 a 200 kg/ha, disminuyó la longitud de las espigas de 9.8 a 9.4 cm en la f.s. 30 de enero (cuadro 23). Este efecto fue significativo al 5%, de acuerdo con el ANVA (cuadro 9).

El rendimiento de paja fue afectado variablemente por la densidad de siembra; en las f.s. 15 de diciembre y 13 de enero, conforme se incrementó la densidad de siembra de 150-200 kg/ha, resultaron decrementos de 910 y 510 kg/ha respectivamente (cuadro 23). Por el contrario, esta tendencia fue opuesta en las f.s. 30 de diciembre y 15 de febrero ya que al aumentar la densidad de siembra de 150 a 200 kg/ha el rendimiento de paja se incrementó en 900 y 530 kg/ha, respectivamente. El ANVA para esta variable reportó diferencias significativas, solamente en la siembra del

15 de diciembre (cuadro 17).

En base al efecto de la densidad de siembra sobre las diferentes variables, excluyendo rendimiento de grano, un análisis de comparaciones ortogonales (cuadro 24) mostró, que la respuesta de longitud de espigas fue cuadrática en la f.s. del 30 de enero, la altura final se incrementó linealmente en la siembra del 15 de febrero y el rendimiento de paja disminuyó linealmente en la siembra del 15 de diciembre, conforme se aumentó la densidad de siembra.

En las siembras tardías (13 de enero, 30 de enero y 15 de febrero), la planta de trigo respondió positivamente a los aumentos en la densidad de siembra. En las 2 primeras fechas mencionadas, al aumentar la densidad de 150 a 175 kg de semilla/ha los rendimientos se elevaron en 305 y 557 kg de grano/ha, respectivamente. En siembra del 15 de febrero el rendimiento aumentó linealmente conforme se incrementó la cantidad de semilla/ha (cuadro 23 y figura 15). Por el contrario, en la f.s., del 15 de diciembre, la alta densidad de siembra (200 kg/ha) disminuyó los rendimientos. En ninguna de las f.s., estas diferencias en rendimiento de grano fueron significativas (cuadro 19).

El Cuadro 25 presenta un análisis de comparaciones ortogonales para rendimiento de grano en respuesta a la densidad de siembra. Lo más relevante, fue la tendencia cuadrática o residual observada en la f.s., del 13 de enero y la tendencia lineal a aumentar rendimientos en la del 15 de febrero, pero sin llegar a la significancia estadística.

El Cuadro 26 muestra un análisis de varianza combinado para rendimiento de grano en el cual se observa que no hay interacción significativa de la fecha de siembra con ninguno de los factores estudiados.

Un análisis de correlación entre componentes de rendimiento (granos por espiga, longitud de espigas, número de espigas por  $m^2$  y peso hectolítrico) contra rendimiento de grano, mostró que el número de espigas por  $m^2$  fue la variable más estrechamente relacionada con rendimiento de grano en las cinco f.s., con significancia de 95-99% de confianza (cuadro - 27).

En el Cuadro 28, se muestran las regresiones lineales y sus coeficientes de determinación ( $r^2$ ) entre el número de espigas por  $m^2$  y el rendimiento de grano, en el cual se observa que el valor de la pendiente (b) y  $r^2$  aumentan a medida que se retrasa la f.s., el ajuste de los datos de rendimiento en las ecuaciones de regresión es estadísticamente significativo ya que según los análisis de regresión dispuesto en análisis de varianza (cuadro 29), los datos se ajustan con 99, 95, 99, 99 y 99% de confianza (dentro de los límites mostrados en el cuadro 28) en f. s. 15 de diciembre, 30 de diciembre, 13 de enero, 30 de enero y 15 de febrero, respectivamente.

#### IV.4. Relación del clima con el desarrollo vegetativo del trigo.

La fecha de siembra tuvo un marcado efecto sobre el desarrollo vegetativo del trigo (cuadro 30). A medida que se retrasó la fecha de siembra, se observó una tendencia de la planta a reducir el lapso en la presentación de sus etapas fenológicas y consecuentemente en la duración de su ciclo vegetativo. Al comparar la siembra del 15 de diciembre con la siembra del 15 de febrero, la duración de la etapa de amacollamiento se redujo de 41 a 28 días y el ciclo total del cultivo disminuyó de 147 a 103 días. En siembras tardías se aceleró el ciclo de tal manera que la planta mostró un aspecto menos vigoroso. En la Figura 16, se presenta el estado fenológico de las plantas en el experimento, el día 25 de abril.

Se puede observar que en la f.s. 30 de enero el trigo se encuentra espi-  
gado con un aspecto relativamente raquítrico comparado con la f.s., del -  
15 de diciembre.

En las Figuras 17 a la 21 se presentan el desarrollo vegetativo del  
cultivo en las cinco f.s., relacionadas con altura de planta, temperatu-  
ras promedio máximas y mínimas semanales y fotoperíodo durante su desa-  
rrollo.

El Cuadro 31 muestra las temperaturas promedio máximas y mínimas y  
la longitud del día durante las etapas de amacollamiento, embuche y espi-  
gamiento en las diferentes fechas de siembra. En las etapas de amacolla-  
miento y espigamiento se observó que a medida que se retrasó la fecha de  
siembra, las temperaturas y la longitud del día fueron elevándose.

Las unidades de clima, horas frío (HF), unidades calor (UC) y unida-  
des fototérmicas (UFT), registradas durante las etapas del desarrollo -  
del trigo se presentan en el Cuadro 32. Lo más relevante fue que las ho-  
ras frío acumuladas durante la etapa de amacollamiento se redujeron li-  
nealmente, mientras que las unidades fototérmicas se incrementaron, en -  
respuesta al retraso de la fecha de siembra.

El Cuadro 33 muestra las unidades calor y las unidades fototérmicas  
acumuladas al final de cada etapa de desarrollo en las diferentes f.s.  
Así mismo, se presentan coeficientes de variación que se utilizaron como  
un criterio para evaluar la precisión de un método con respecto a otro.  
En este caso, fue para determinar si el trigo var. Glennson M81 requiere  
de cierta cantidad de unidades de clima para pasar de una etapa a otra ó  
para que se presente la madurez fisiológica. Se consideró que el mejor  
método para pronosticar fases debía ser aquel que presentara menor varia-

bilidad (C.V.) y según los resultados obtenidos, los dos métodos presentaron coeficientes de variación similares y relativamente bajos (4-10%), en etapas posteriores a la de amacollamiento.

El Cuadro 34 presenta los coeficientes de correlación obtenidos de las unidades de clima (HF, UC y UFT) con rendimiento de grano. Este análisis indicó que las unidades calor acumuladas de la siembra al inicio - del amacollo, las horas frío en amacollo y las unidades fototérmicas en amacollo, encañe y espigamiento a madurez fisiológica, fueron las unidades climáticas más estrechamente relacionadas en esas etapas con rendimiento de grano.

En la Figura 22 se presenta la ecuación de regresión para predecir el rendimiento de grano en respuesta a la acumulación de horas frío en la etapa de amacollamiento. La pendiente (b) de la recta señala que por cada hora frío acumulada, el rendimiento de grano se incrementa en 21.65 kg/ha. El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) fue de 86% y el análisis de regresión dispuesto en ANVA (cuadro 35) mostró significancia al 95% de confianza.

## DISCUSION

El crecimiento de la planta de trigo se redujo a medida que se retrasó la siembra después del 15 de diciembre. Aparentemente, este efecto del medio ambiente sobre la altura del trigo, no se compensó con la adición de altas dosificaciones de semilla y fertilizante nitrogenado hasta el 30 de enero. Sin embargo, en la fecha de siembra del 15 de febrero, la adición de 200 kg de semilla y 220 kg de nitrógeno incrementó la altura de la planta. Esto posiblemente fue debido a la presión de competencia ocurrida en las altas poblaciones.

Los ANVA para los componentes de rendimiento; número de espigas por  $m^2$ , longitud de espigas, número de granos por espiga y peso hectolítrico, no mostraron diferencias significativas en respuesta a la adición combinatoria de semilla y fertilizante nitrogenado en ninguna fecha de siembra. Sin embargo, se observó cierta tendencia lineal a disminuir la longitud de las espigas al adicionar mayores cantidades de semilla en la fecha de siembra del 30 de enero (cuadro 23). Así mismo, al aumentar las dosificaciones de nitrógeno, se redujo linealmente el número de granos por espiga en esta fecha de siembra (cuadro 20).

El porcentaje de proteína en el grano de trigo no se vió afectado significativamente por el incremento en semilla y fertilizante nitrogenado en ninguna fecha de siembra (cuadro 15). Sin embargo, se observaron ligeras tendencias a incrementar el porcentaje de proteína cuando se aumentó la dosis de nitrógeno en las fechas de siembra 30 de enero y 15 de febrero (cuadros 20 y 21).

El rendimiento de paja y grano de trigo tampoco fue afectado significativamente por los tratamientos de acuerdo a los ANVA en las diferen-

tes fechas de siembra. No obstante, se observaron diferencias en el peso de la paja hasta de 2 toneladas entre tratamientos en la fecha del 30 de enero. Sin embargo, cabe mencionar que fue en esta fecha donde se obtuvo la más alta variabilidad (C.V. = 20.3%), debido a la presencia de manchas arenosas en el terreno. Así mismo, una diferencia de 1504 kg de grano/ha entre el mejor y el peor tratamiento, no resultó significativa debido al alto coeficiente de variación (17.9%) en la fecha del 30 de enero.

Aún cuando las diferencias en rendimiento de grano no fueron estadísticamente significativas, en promedio de las cinco fechas, los dos mejores tratamientos mostraron un comportamiento superior al testigo (180 kg N-150 kg S) en siembras tardías a partir del 13 de enero (figura 12). El tratamiento 8 (220 kg N-175 kg S) que resultó ser el mejor, produjo más que el testigo en siembras del 13 y 30 de enero, sufriendo una disminución grande e inexplicable cuando se sembró el 15 de febrero. Por el contrario, el tratamiento 5 (180 kg N-175 kg S), mostró una mejor estabilidad que el tratamiento 8, pues fue superior al testigo en las siembras tardías a partir del 13 de enero.

No necesariamente el nivel de 220 kg N/ha (contenido en el mejor tratamiento) es el mejor, puesto que este produjo solamente 6 kg de grano/ha más que el nivel de 180 kg N/ha cuando la densidad de siembra fue 175 kg de semilla/ha. Por lo anterior, se deduce que el tratamiento 180 kg N-175 kg S podría ser una opción para disminuir el resultado negativo de las siembras tardías, ya que el efecto que tiene el clima sobre el trigo bajo este tratamiento no es tan drástico como con el testigo. Este tratamiento fue respaldado por el nivel de 175 kg de semilla/ha, que como factor individual de estudio incrementó los rendimientos en 305, 557 y 27 kg de grano/ha respecto al testigo (150 kg de semilla/ha) a partir de

fechas de siembra del 13 de enero (figura 15). Por lo cual, el factor - densidad de siembra cumplió en parte lo hipotetizado al introducirse en la solución de problemas de bajos rendimientos en siembras tardías, pues to que incrementó levemente el rendimiento de grano.

El uso de los componentes de rendimiento ha sido un criterio muy co mún en la estimación del rendimiento de los cultivos. En base a los resultados obtenidos en las diferentes fechas de siembra se detectó el número de espigas por  $m^2$  como la variable más estrechamente relacionada - (95-99% de confianza) con rendimiento de grano (cuadro 27). Seguidamente, la naturaleza de esta relación fue determinada por la ecuación de re gresión simple y los datos obtenidos de la pendiente (b), mostraron los valores de 3.7, 4.4, 7.9, 13.2 y 9.0 a medida que se retrasó la fecha de siembra a partir del 15 de diciembre, tendencia que coincidió con el valor de  $r^2$ , que aumentó conforme se elevó el valor de la pendiente. Esto indica que en siembra óptima del 15 de diciembre una espiga más por  $m^2$  - (10,000 espigas/ha) fue equivalente a 3.7 kg/ha, mientras que en siembra tardía del 15 de febrero, una espiga más por  $m^2$ , significó un incremento de 9.0 kg/ha. Esto sugiere que una espiga significa más rendimiento en siembra tardía que en siembra óptima, debido a que en siembra tardía la obtención de una espiga más se vuelve más difícil. Es decir, en cada  $m^2$  de cultivo; una espiga representa un valor más alto en cuanto a rendimiento en siembra tardía que en siembra normal, la cual se caracteriza - por tener altas poblaciones de espigas y una espiga más o menos no signi ficaría tanto.

De acuerdo al análisis de regresión, con las ecuaciones obtenidas - en base al número de espigas por  $m^2$  es posible predecir el rendimiento - de grano; pero, bajo las condiciones específicas en que se desarrolló es



te experimento, como: límites de confianza, fecha de siembra, variedad, etc.

Según los resultados vertidos se prueba, que para solucionar en parte el problema de bajos rendimientos en siembras tardías, se deben utilizar factores que incrementen la población de espigas para elevar los rendimientos.

La idea de que el atraso de la fecha de siembra del trigo acelera el desarrollo hasta un límite a partir del cual, por no satisfacer las plantas las necesidades de frío, aumenta la suma de temperaturas efectivas para completar su ciclo, ha sido por tiempo la explicación al acortamiento de ciclo y reducciones en rendimiento del trigo por efecto de siembras tardías; de acuerdo a los resultados presentados se interpreta en base a la fecha de siembra 15 de diciembre (testigo, siembra óptima) que hubo una influencia combinada de los factores temperatura (horas frío y unidades calor) y fotoperíodo para que el trigo respondiera ventajosamente a las disponibilidades climáticas en siembras tempranas para producir máximos rendimientos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la etapa de amacollamiento fue la más sensible a los cambios climáticos registrados durante el desarrollo del trigo. Esta etapa dispuso de 164 horas frío por efecto de temperaturas promedio máximas y mínimas de 21.3 y 4.8 °C y un fotoperíodo promedio de 10.7 horas-luz, para siembras óptimas del 15 de diciembre; sin embargo, se considera que el trigo todavía produciría buenos rendimientos, en una fecha del 30 de diciembre ya que la planta dispuso de 120 horas frío, temperaturas promedio máximas y mínimas de 23.0 y 5.0 °C, y fotoperíodo promedio de 11.1 horas-luz de disponibilidades climáticas en la etapa de amacollamiento, anexado a condiciones favorables a finales

del ciclo para producir solamente un 4.2% menos que la f.s. del 15 de diciembre.

En etapas posteriores a la de amacollamiento, el método de unidades fototérmicas (UFT) que asume que la combinación de temperatura y el fotoperíodo afectan la tasa de desarrollo de la planta, también mostró su bondad, ya que en encañe y en el lapso de espigamiento a madurez fisiológica se asociaron las UFT con rendimiento de grano, resultados que no se obtuvieron con el método de unidades calor que considera que sólo la temperatura afecta el desarrollo del trigo a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos.

En la etapa que induce a espigamiento (embuche) se observó que en todas las f.s., se presentó un fotoperíodo medio de 12-13 horas-luz lo que comprueba que la variedad Glennson M81 necesita días largos para espigar. El período de espigamiento a madurez fisiológica, importante por la polinización y llenado de grano, se caracterizó por requerir de temperaturas promedio máximas de 28.8 y 29.7 °C, promedio mínimas de 9.9 y 10.8 °C y fotoperíodo medio de 12.9-13.1 horas-luz que son temperaturas relativamente altas y días largos, que correspondieron a condiciones climáticas de las siembras del 15 de diciembre y 30 de diciembre. Las condiciones señaladas como óptimas para esta etapa en unión con las mencionadas para etapas preliminares hicieron que la planta de trigo tuviera un ciclo relativamente largo, un desarrollo vigoroso y óptima producción de grano bajo las condiciones de siembra de diciembre.

El concepto de que las plantas tienen un "requerimiento igual de suma de temperaturas" para completar su ciclo es muy discutido. En los resultados presentados (cuadro 33), se observó que las sumas de unidades calor (UC) y unidades fototérmicas (UFT) fueron diferentes para cada fe-

cha de siembra a el inicio de las etapas fenológicas. En el caso del lapso de la siembra a madurez fisiológica, se obtuvieron medias de 1478.6 UC con coeficiente de variación de 6.4% y 1783.5 UFT con coeficiente de variación de 5.8%. Debido a los bajos coeficientes de variación se comprueba que bajo estos métodos, es posible estimar madurez fisiológica con cierta precisión.

Ejemplificando el método de unidades fototérmicas, el cual presentó menos variabilidad a madurez fisiológica, se tomó la desviación estándar de la media (103.3) y al dividirse entre el número de UFT medidas diarias de las cinco fechas de siembra ( $1783.5 \text{ UFT} / 123 \text{ días} = 14.5 \text{ UFT/día}$ ), se observó que mediante este método es posible predecir el inicio de madurez fisiológica del trigo con un margen de error de 7.1 días como máximo. Esta diferencia podría considerarse como pequeña debido a los cambios de temperaturas dentro de un ciclo y entre años.

Por lo anterior, es posible planear con alta probabilidad de confianza la madurez fisiológica y posteriormente la cosecha ajustando la fecha de siembra a los parámetros agroclimáticos (UC y UFT).

En base a los resultados y discusión se rechazan las hipótesis siguientes:

A). Existen diferencias en rendimiento de grano entre las diferentes densidades de siembra en fecha de siembra tardía.

B). Existen diferencias en rendimiento de grano entre las diferentes dosis de fertilización nitrogenada en fecha de siembra tardía.

C). Existen interacciones entre densidad de siembra y dosis de fertilización nitrogenada en fecha de siembra tardía.

Y, se acepta la hipótesis:

D). El trigo requiere de ciertas condiciones de temperatura y luz para expresar su máximo potencial de rendimiento.

Una aplicación teórica-práctica de los resultados

Tomando en cuenta lo difícil que es contrarrestar en su totalidad el efecto negativo del clima sobre el rendimiento de grano de trigo en siembras tardías, se comprueba la importancia de establecer al cultivo en una fecha de siembra adecuada para su desarrollo. Una fecha de siembra adecuada para el trigo, es aquella en la cual el cultivo dispone de sus requerimientos climáticos apropiados que la región le ofrece para su crecimiento óptimo.

En base a los resultados de la relación planta-clima se distinguió - que el cultivo de trigo var. Glennson M81 requirió muchas horas frío principalmente en su etapa más sensible al clima (amacollamiento). Estas condiciones fueron propiciadas por la ocurrencia de días cortos con bajas - temperaturas. La unidad climática de horas frío se asoció significativamente con rendimiento de grano en esa etapa de amacollamiento y se observó que entre más se acumulaban las horas frío, los rendimientos se incrementaban.

Por lo anterior, es posible ubicar la fecha de siembra óptima de este cultivo en los diferentes microclimas del Valle de Mexicali, de acuerdo a las disponibilidades de horas frío. Las mayores disponibilidades están en los meses de diciembre a febrero (figura 23), por lo cual el trigo debe ser sembrado en el mes de diciembre para que asimile el frío de enero y febrero.

Asumiendo que el clima es la única fuente de variación, se puede - ilustrar el siguiente ejemplo:

En una siembra de trigo el 30 de diciembre en el área de influencia de Estación Delta comparada con otra sembrada en la misma fecha, pero en el área de Estación Bataquez (30 km de separación), se tendrían posiblemente los siguientes resultados. En el área de Estación Delta, se registra la menor cantidad de horas frío en el Distrito de Riego No. 014 (figura 23), por lo tanto, al sembrar el 30 de diciembre, el trigo iniciaría el amacollamiento aproximadamente a los 32 días de sembrado (30 enero) y duraría en ese estado 35 días. Bajo estas condiciones las plantas aprovecharían 2 días de enero (6 HF), todo febrero (45 HF) y 4 días de marzo (1 HF), para acumular un total de 52 horas frío aproximadamente, que de acuerdo a la recta y ecuación de regresión (figura 22), el rendimiento aproximado de trigo sería de 5705 kg de grano/ha. Por el contrario, sembrando en la misma fecha pero bajo las condiciones de Estación Bataquez, donde existen las mayores disponibilidades de horas frío del Distrito de Riego, el cultivo acumularía en la etapa amacollamiento 8 HF en enero, 78 en febrero y 4 en marzo, totalizando 90 horas frío por lo cual el trigo produciría aproximadamente 6528 kg de grano/ha.

Bajo este ejemplo se observó que sembrando el trigo el 30 de diciembre en el área de Estación Bataquez se llegó a acumular 90 horas frío para la etapa de amacollamiento, con los promedios de horas frío de 11 años. Sin embargo, los resultados del presente trabajo de investigación mostraron que para obtener altos rendimientos con este cultivo deberían de acumularse de 120-164 horas frío en amacollamiento. Esto indica que la época de siembra óptima para producir trigo en el Distrito de Riego No. 014 puede ser variable dependiendo del lugar de siembra. Es decir, en áreas con menor disponibilidad de horas frío durante los meses de enero y febrero, la siembra no deberá ser más tarde del 15 de diciembre, mientras que en otras áreas con más frío durante estos meses, todavía hasta el 30

de diciembre el cultivo alcanzaría buenos rendimientos.

## CONCLUSIONES

- 1.- El efecto negativo del medio ambiente sobre el rendimiento de paja, grano y sus componentes en trigo var. Glennson M81, no se compensó con los diferentes manejos de densidad de siembra (150-200 kg semilla/ha) y dosis de nitrógeno (140-220 kg nitrógeno/ha) en siembras tardías.
- 2.- La influencia de los tratamientos sobre las variables evaluadas no tuvo efectos significativos en la mayoría de los casos. Sin embargo, se observó la tendencia de que a medida que incrementó la densidad de siembra se aumentó sensiblemente el número de espigas por  $m^2$  a partir de siembras del 13 de enero, se disminuyó la longitud de espigas en siembra del 30 de enero y hubo un incremento en la producción de paja en siembras del 30 de enero y 15 de febrero respectivamente. Por otro lado, el incremento en la dosis de nitrógeno repercutió sobre un aumento en el porcentaje de proteína contenido en el grano a partir de siembras del 13 de enero y se observó una disminución en el número de granos por espiga particularmente en siembras del 30 de enero.
- 3.- Se considera que con el tratamiento 180 kg N-175 kg S se optimizan los rendimientos en siembras tardías, ya que este tratamiento superó al testigo (180 kg N-150 kg S) con 612, 1187 y 236 kg de grano/ha en siembras tardías del 13 de enero, 30 de enero y 15 de febrero respectivamente.
- 4.- Aunque se observó la tendencia, para rendimiento de grano no se detectó ninguna interacción significativa de la fecha de siembra con los factores estudiados.

- 5.- De los componentes de rendimiento (espigas por  $m^2$ , longitud de espigas, granos por espiga y peso hectolítrico), el número de espigas por  $m^2$  fue la variable que se asoció significativamente (95-99% de confianza) con rendimiento de grano en todas las fechas de siembra.
- 6.- Según las ecuaciones de regresión para las diferentes fechas de siembra, el rendimiento de grano aumentó conforme se incrementó el número de espigas por  $m^2$ . La pendiente de la recta de regresión fue tomando valores superiores en respuesta a la siembra más tardía, por lo cual se concluye que representa más valor o rendimiento una espiga por  $m^2$  (10,000 espigas/ha) en siembra tardía que en siembra óptima.
- 7.- El ciclo vegetativo del trigo var. Glennson M81 se redujo a medida que la fecha de siembra se atrasó. La duración del ciclo en la siembra del 15 de diciembre fue 147 días, mientras que el sembrado el 15 de febrero solo fue de 103 días a madurez fisiológica. Lo anterior fue debido a la reducción en la duración de las etapas de desarrollo, como amacollamiento que se redujo de 41 a 28 días por causa de altas temperaturas y fotoperíodo largo.
- 8.- Los métodos de horas frío y unidades fototérmicas permitieron detectar las etapas más sensibles o críticas a necesidades de clima (temperatura y fotoperíodo), así como una aproximación al conocimiento cuantitativo de los requerimientos climáticos del trigo.
- 9.- La etapa del trigo más sensible o crítica a necesidad de clima fue amacollamiento, en la cual se obtuvo una relación lineal ( $r^2 = 0.86$ ) a incrementar rendimiento de grano por efecto de aumento de las horas frío acumuladas en amacollamiento (21.65 kg de grano/ha/hora frío -



acumulada en amacollamiento).

- 10.- Se considera que con 120 a 164 horas frío, temperaturas promedio máximas de 21.3 a 23.0 °C, mínimas de 4.8 a 5.0 °C y fotoperíodo de 10.7 a 11.0 horas luz en amacollamiento, aunado a condiciones de temperaturas promedio máximas de 28.8 a 29.7 °C, mínimas de 9.9 a 10.8 °C y fotoperíodo de 12.9 a 13.1 horas luz en la etapa de espigamiento-madurez fisiológica, el trigo produce buenos rendimientos. Bajo estas condiciones, se consideró a la fecha de siembra del 15 al 30 de diciembre como óptima para el desarrollo del cultivo en este ciclo agrícola.
- 11.- El método de unidades calor y unidades fototérmicas presentaron un alto grado de confianza para predecir la presentación de las etapas fenológicas por medio de sumas de unidades climáticas. Se determinó un error máximo de 7.1 días a la predicción de madurez fisiológica con el método de unidades fototérmicas.

La experiencia que dieron los resultados de la presente investigación nos ha permitido sugerir lo siguiente:

- 1.- Seguir investigando sobre tecnología de producción para el trigo en siembras tardías, pero manejando en conjunto la mayoría de los factores controlables de la producción. Ejem: variedad x densidad de siembra x dosis de nitrógeno x manejo de agua, etc.
- 2.- Continuar identificando el efecto del clima sobre el cultivo (Ejem: desvernalización) en diferentes genotipos y determinar adaptación a diferentes condiciones climáticas.
- 3.- Utilizar otros métodos de unidades climáticas para comprender más el fenómeno de respuesta de la planta al clima. Ejem: utilización de -

la unidad de radiación solar en la explicación de la acumulación de materia seca por la planta.

- 4.- No utilizar el peso hectolítrico en estos estudios como variable a medir, puesto que da poca información del grano en sí, solo dice el peso de un número de granos no conocido en un volumen. Mientras, que el peso de 1000 granos informa el estado del grano como unidad.

## LITERATURA CITADA

- 1.- ALESSI, J., J.F. POWER AND L.D. SIBBITT. 1979. Yield quality and ni trogen fertilizers recovery of standard and semi-dwarf spring - wheat as affected by sowing date and fertilizers rate. Journal of Agricultural Science. 93(1):87-93 (Original no consultado, to mado de: Soils and Fertilizers. 43(1):51-52. 1980).
- 2.- ALLEN, R.E. 1980. Wheat. In: Hibridization of crop plant. Fehr, W. R. et al. American Society of Agronomy. Madison, US. p. 711-720.
- 3.- ARZE, J. 1978. Los factores climáticos en el proceso de la produc-- ción agrícola. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 23 p.
- 4.- ATTARDE, D.R. AND V.S. KHUSPE. 1979. Response of wheat varieties to levels of seed rates and nitrogen. Journal of Maharashtra Agri cultural Universities. 4(3):309-310. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 35(1):2. 1982).
- 5.- BAGHOTT, K.G. AND Y.P. PURI. 1979. Response of durum and bread wheats to nitrogen fertilizer. California Agriculture. 33(7/8):21-22. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 33(10):799. 1980).
- 6.- BALLA, L. 1981. Effect of daylength on the ear fertility of winter wheat varieties. Novényrermelés 30(1):15-19. (Original no con sultado, tomado de: Field Crop Abs. 39(3):215. 1982).
- 7.- BARRIGA, B.P. AND S.R. PIHAN. 1980. Effects of sowing rate on agro- nomic and morphological characters of spring wheat. Agro Sur - 8(1):10-17. (Original no consultado, tomado de: Field Crops - Abs. 34(8):684. 1981).

- 8.- BERNA/SUIZA. Instituto Internacional de la Potasa. 1980. 10 toneladas de trigo por hectárea. *Corresponsal Internacional Agrícola*. 21(24):6.
- 9.- BLUM, A., Z. LINDER AND M. NAVEH. 1980. Effects of nitrogen fertilization on grain yield and quality of Israeli common and durum wheats. *Hassadeh*. 60 :1255-1260. (Original no consultado, - tomado de: *Soils and Fertilizers*. 44(4):381. 1981).
- 10.- BRIGGLE, L.W. 1980. Origin and botany of wheat. In: *Wheat*. CIBA-GEIGY Ltd. Switzerland. p. 6-13.
- 11.- CENTRO INTERNACIONAL DEL MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. MEXICO. 1980. *Ensayos de los Conjuntos Genéricos-Cruzas de Trigos Harineros Primaverales por Invernales*. 11 p.
- 12.- CHAVEZ, V.A. 1980. Algunos datos sobre la alimentación nacional. - In: *Desarrollo Agroindustrial y Alimentación*. SARH. México. 4:43.
- 13.- CHUJO, H. 1975. Studies of vernalization in wheat and barley, especially on effects of factors on the vernalization of growing plants. *Bulletin of the University of Osaka Prefecture*. 27: 253-310. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 29(12):832. 1976).
- 14.- CLEMENT - GRANDCOURT, M. y J. PRATS. 1969. *Los Cereales*. Trad. de la Ira. Ed. del francés al español por Juan I. de la Vega. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 15-41.
- 15.- CLEMENT, E.L. AND F.C. COLLINS. 1976. Effect of plant density and planting date on wheat yields. *Arkansas Farm Research*. University of Arkansas. Agricultura Experiment Station. US. p. 5.

- 16.- COCHRAN, W.G. y G.M. COX. 1981. Diseños Experimentales. 2a. Edición. México, D.F. Ed. Trillas. p. 592-616.
- 17.- DE FINA, A. y A. RAVELLO. 1973. Climatología y Fenología Agrícolas. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. p. 201-225.
- 18.- DEPUTAT, T. 1974. Influence of temperature on the length of the development periods between the phases of spring wheat. Pamietnik Pulawski. No. 60:129-146. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 30(4):209. 1977).
- 19.- DONAHUE, R.L., R.W. MILLER y J.C. SHICKLUMA. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. de la 1ra. Ed. del inglés al español por Jorge Peña C. Cali, Colombia. Ed. Prentice/Hall Internacional. 624 p.
- 20.- FLORES, M. 1983. Elementos conceptuales para el Marco de Referencia del cultivo del trigo en el Valle de Mexicali, B.C. Mexicali, Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. 142 p. (Tesis Licenciatura).
- 21.- GARCIA, M.L. 1976. Fertilización en 4 variedades del trigo. Valle de Mexicali, B.C. Chihuahua, Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua. 46 p. (Tesis Licenciatura).
- 22.- GUERRERO, P.E. 1965. Estudio sobre la fertilización del cultivo del trigo en el Valle de Mexicali, B.C. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. 45 p. (Tesis Licenciatura).
- 23.- GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE TRIGO. CAEMEXI. 1980. Documento Técnico-Marco de Referencia del Trigo. Archivo Técnico. Mexicali, B.C. SARH-INIA-CIANO. México.

- 24.- HABIB, M.M. AND Y.M. MAKKI. 1979. Effect of seeding rate and sowing date on yield of wheat grown in the central region of Saudi Arabia. Proceedings of the Sudi Biological Society. No. 3:15-24. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(3):202. 1981).
- 25.- HUNT, L.A. 1979. Photoperiodic responses of winter wheats from different climatic regions. Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung. 82(1):70-80. (Original no consultado, tomado de: Field Crop - Abs. 33(12):1022. 1980).
- 26.- KALININ, N.I. 1980. Phenotypic variability and the vegetation duration of spring wheat. Selektsiya i Semenovodstvo. No. 3:14-15. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(2):115. 1981).
- 27.- KAMEL, M.S. et al. 1978. Performance of two Mexican wheat cultivars grown under different nitrogen levels and seeding rates. Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Ain Shams University. No. 824. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 43(1):50. 1980).
- 28.- KENT, N.L. 1971. Tecnología de los Cereales. Trad. de la 1ra. Ed. del inglés al español por Manuel Catalán C. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 126.
- 29.- KIM, D.K., Y.T. JUNK AND R.K. PARK. 1980. Studies on fertilizers - response in the new wheat cultivar olmil. Research Report of the office of Rural Development, Soils Fertilizer, Crop Protection and Micology. 22 :42-48. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 44(11):1082. 1981).

- 30.- KOLDERUP, F. 1974. Effects of temperature, photoperiod, and light quantity on yield capacity of wheat. *Meldinger Fra Norges - Landbrukshogskole*. 53(36):11. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 30(6):314. 1977).
- 31.- KONTTURI, M. 1979. The effect of weather on yield and development of spring wheat in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae*. 18(4):263-274. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 34(11):961. 1981).
- 32.- KOSMOLAK, F.G. AND W.L. CROWLE. 1980. An effect of nitrogen fertilization on the agronomic traits and dough mixing strength of five Canadian hard red spring wheat cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*. 60(4):1071-1076. (Original no consultado, tomado de: *Soils and Fertilizers*. 44(12):1187. 1981).
- 33.- LAGARDA, G.R. 1974. Fertilización en trigo para diferente rotación de cultivos en el Delta del Río Mayo. Chihuahua, Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua. 50 p. (Tesis Licenciatura).
- 34.- LALOUX, R., A. FELISSE AND J. POELAERT. 1980. Nutrition and fertilization of wheat. In: *Wheat*. CIBA-GEIGY Ltd. Switzerland. p. 19-24.
- 35.- LEHMAN, W.F. et al. 1983. Production and performance of common and durum wheats and triticale at the University of California, Imperial Valley Field Station, El Centro, In: 1981, 1982, and - 1983. *Agronomy Progress Report*. No. 142. University of California, Davis. US. 9 p.
- 36.- LIMAR, R.S. 1981. The sensitivity of mexican wheat cultivars to the accion of photoperiod. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 34(6):473).

- 37.- LOPEZ, L.F. y A. MARTINEZ B. CAEMEXI. 1981. Optimización de algunos factores de producción del trigo en suelo medio para un sistema agrícola con cultivos de verano en el Valle de Mexicali, B.C. Reporte Técnico. SARH-INIA-CIANO. México. 32 p.
- 38.- LOZA, V.E. 1981. Factores agrosociales que propician las siembras tardías en trigo en el Valle de Mexicali, B.C. Mexicali, Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. 57 p. (Tesis Licenciatura).
- 39.- MASSEY, J.H. 1980. Effect of cultivars and nitrogen rates on wheat yields and components of yield. American Society of Agronomy, 72nd annual meeting. No. 102. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(7):571. 1981).
- 40.- MELLADO, Z.M. 1980. Effects of sowing date and nitrogen rate on a spring wheat cultivar: Plant height variation and duration of phenological stages. Agricultura Técnica. 40(1):7-12. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(8):684. 1981).
- 41.- MORENO, R.O. 1982. Respuesta del trigo a N, P y K, en la rotación trigo-trigo. (25vo. año). In: Avances de la Investigación. CIANO: Otoño-Invierno 1980-81. No. 9. Pacheco, M.F. Comp. SARH-INIA-CIANO. México. p. 30.
- 42.- MEXICO. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1981. Econotécnica Agrícola. Consumo aparente de productos agrícolas - 1925-1980. 5(9):63-64.
- 43.- MEXICO. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Representación en el Estado de Baja California. 1984. Información Abreviada del Sector Agropecuario y Forestal. 58 p.



- 44.- MEXICO. Secretaría de Alimentos, Productos y Servicios Esenciales. 1984. Estudio Nacional de la Oferta y Demanda de Trigo. Ciclo Agrícola 1983-84. Gobierno del Estado de Sinaloa. 4(38).
- 45.- PANDE, H.K., S. LA HIRI AND E. RA VINDRA NATH. 1975. Thermal y photothermal units to predict wheat crop maturity. Indian Journal of Agricultural Sciences. 45(5):210-212. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 30(12):703. 1977).
- 46.- PASCALE, A.J. 1981. Biometeorología y Bioclimatología Agrícolas. In: Memorias del primer taller de capacitación y orientación a los Investigadores del Programa Nacional de Agroclimatología. Oct-Nov. 1981. INIA, México, D.F. (Folleto Informativo Núm. 29). 25 p.
- 47.- \_\_\_\_\_. 1981. Requerimientos bioclimáticos de trigos argentinos. In: Memorias del primer taller de capacitación y orientación a los Investigadores del Programa Nacional de Agroclimatología. Oct-Nov. 1981. INIA, México, D.F. (Folleto Informativo Núm. 29). 11 p.
- 48.- PELIKAN, M., F. DUDAS AND M. STANKOVA. 1976. Study of changes in -- wheat grain protein complex due to environmental factors. Acta Universitatis Agriculturae. 24(2):231-238. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 43(1):51. 1980).
- 49.- PEZZALI, M. 1979. Effect of nitrogen fertilizers, date and density of sowing on bread wheat in polesine. Annali dell' Instituto - Sperimentale per La Cerealicoltura. 10:151-165. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(5):353. 1981).

- 50.- PIECH, M. AND S. LEBIEDZ. 1979. The effects of nitrogen fertilization on the yield components of spring wheat cultivars. *Instituto Hodowli i Nasiennictwa*. No. 135:55-63. (Original no consultado, tomado de: *Soils and Fertilizers*. 44(5):465. 1981).
- 51.- PIRASTEH, B. AND J.R. WELSH. 1980. Effect of temperature on the heading date of wheat cultivars under a lengthening photoperiod. *Crop Science*. 20(4):453-456. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 35(3):216. 1982).
- 52.- PRASAD, N.K. 1979. Effect of late seeding on wheat and barley. *Indian Journal of Agronomy*. 24(3):331-332. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 34(3):202. 1981).
- 53.- RAHMAN, M.S. 1980. Effect of photoperiod and vernalization on the rate of development and spikelet number per ear in 30 varieties of wheat. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*. 46(1):68-70. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 34(3):210. 1981).
- 54.- RANA, V.S. 1980. A study on comparative performance of wheat (S 308) and barley (DL 88) under different dates of sowing and seeding rates. *Thesis Abstracts*. 6(2):89. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 34(2):108. 1981).
- 55.- RAO, M.H., M.A. SIN HA AND R.K. RAI. 1979. Late sown also pays. *Indian Farming*. 29(1):15. (Original no consultado, tomado de: *Field Crop Abs.* 33(6):412. 1980).
- 56.- RIVERA, M.M. 1972. Influencia de la fecha de siembra sobre la fenología y rendimiento de cuatro variedades comerciales de trigo. *In: Avances de la Investigación. Campo Agrícola Experimental Cd. Delicias Chihuahua. SAC-INIA-CIAN. México. p. 9-14.*

- 57.- ROBLES, S.R. 1978. Producción de Granos y Forrajes. 2da. Edición. Ed. LIMUSA, México, D.F. p. 184-197.
- 58.- RODRIGUEZ, S.F. 1982. Fertilizantes-Nutrición Vegetal. 1ra. Ed. - AGT EDITOR, S.A. México. p. 131.
- 59.- RODRIGUEZ, S.N., Z.M. MELLADO AND W.C. ROJAS. 1979. Effect of sowing date and nitrogen rate on a spring cultivar. Yield and yield - component variations. Agricultura Técnica. 39(1):1-6. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 33(9):709. 1980).
- 60.- ROJAS, G.M. 1972. Fisiología Vegetal Aplicada. 2a. Ed. México. Ed. McGRAW-HILL. p. 196-205.
- 61.- SALAZAR, G.M. et al. 1981. Nuevas variedades de trigo harinero. Cd. Obregón, Sonora, México. SARH-INIA-CIANO. (Folleto Técnico - Núm. 1). 20 p.
- 62.- SANDHU, H.S. AND S. DHILLON. 1978. Response of timely sown and late sown wheat to different levels of nitrogen. Indian Journal of Agricultura Sciences. 48(4):225-228. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 33(3):197. 1980).
- 63.- SCHONBERGER, H. 1981. Nitrogen requirement of winter wheat in relation to site and production technique. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(1):37).
- 64.- SINGH, O.N. AND S. MAHATIM. 1979. Effects of rates of nitrogen and varieties on nitrogen use in dwarf wheat. Japanese Journal of Crop Science. 48(2):279-282. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 43(8):735. 1980).
- 65.- SHEAT, G.W. AND W.S. GALLETTY. 1980. Effect of sowing time and nitrogen on the grain yield and quality of four wheat cultivars

- grown in north Otago. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 8(3/4):235-241. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 44(11):1083. 1981).
- 66.- SHIMOND, K. AND I. OSAKI. 1980. Effects of sowing density and nitrogen application on growth and yield of winter wheat in the abashiri district. Hokkaido Prefectural Kitami Agric. Exp. - Sta. 44:12-24. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 44(10):971. 1981).
- 67.- SMID, A. AND R.C. JENKINSON. 1979. Effect of rate and date of seeding on yield and yield components of two winter wheat cultivars grown in Ontario. Canadian Journal of Plant Science. 59(4):939-943. (Original no consultado, tomado de: Field - Crop Abs. 33(8):608. 1980).
- 68.- SPRATT, E.O. 1979. Protein in wheat. Canada Agricultural. 24(2): 7-13. (Original no consultado, tomado de: Soils and Fertilizers. 43(8):735. 1980).
- 69.- STYK, B. AND S. DZIAMBA. 1979. The effects of different sowing rates and different levels of fertilization on some spring wheat cultivars. Biuletyn instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin. No. 137:107-114. (Original no consultado, tomado de: Field - Crop Abs. 34(6):464. 1981).
- 70.- TAVELLA, M. 1971. El trigo en Paraguay. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Montevideo, Uruguay. p. 12.
- 71.- TORRES, B.C. 1979. Evaluación de 6 densidades de siembra y 4 dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de grano de trigo. In: Avances de la Investigación. CIANO. Otoño-Invierno 1976-77. No.

1. Pacheco, M.F. Comp. SARH-INIA-CIANO. México. p. 32.
- 72.- TORRES, B.C. 1980. Evaluación de los fertilizantes sobre el rendimiento de grano de trigo sembrado bajo la rotación trigo-maíz-algodón. In: Avances de la Investigación. CIANO. Otoño-Invierno 1977-1978. No. 3. Pacheco, M.F. Comp. SARH-INIA-CIANO. México. p. 45.
- 73.- \_\_\_\_\_. 1980. Evaluación de los fertilizantes sobre el rendimiento de grano y algunas características agronómicas del cultivo de trigo, bajo la rotación soya-trigo. In: Avances de la Investigación. CIANO. Otoño-Invierno 1977-1978. No. 3. Pacheco, M.F. Comp. SARH-INIA-CIANO. México. p. 48.
- 74.- TORRES, R.E. 1983. Agrometeorología. 1a. Edición. Ed. DIANA, México, D.F. p. 109-112.
- 75.- UNITED STATES OF AMERICA. Cooperative Agricultural Extension of the University of California. 1983. Guide lines to production costs and practices 1983-1984. Imperial County Crops. Circular 104. El Centro, Cal. p. 42-43.
- 76.- VAN MAREN, A.F. 1981. Plant rate studies durum wheat. In: Imperial Agricultural Briefs. University of California. El Centro, Cal. USA. p. 10.
- 77.- VELA, C.M. 1972. Wheat Mexican varieties. Productora Nacional de Semillas. SAG. México. Catálogo No. 1. 18 p.
- 78.- VERMA, V.S. AND K.S. RATHI. 1978. Late sown wheat varietal performance at different sowing dates. Indian Journal of Agronomy - 23(1):52. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 34(1):36. 1981).

- 79.- VILLALPANDO, J.F. 1984. Metodología de la Investigación en Agroclimatology. SARH-INIA. México. p. 48-66.
- 80.- WALKER, E. 1979. Tablas de horas-luz. CAE-Laguna. SARH-INIA-CIAN. México. p. 7.
- 81.- YADAV, R.L. AND K.C. SHARMA. 1979. Nitrogen uptake pattern of wheat varieties under different dates of sowing. Indian Journal of Agronomy. 24(2):166-172. (Original no consultado, tomado de: Field Crop Abs. 33(10):797-798. 1980).
- 82.- ZAVALA, F.R. CAEMEXI. 1982. Evaluación de dos variedades de trigo - en seis densidades de siembra para una fecha tardía en el Valle de Mexicali, B.C. Reporte Técnico. SARH-INIA-CIANO. México. 5 p.

A P E N D I C E

CUADRO 1. ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE SUELO DEL LOTE DE FECHAS DE SIEMBRA TARDIA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

CONCEPTO	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.		METODO DE ANALISIS
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	
% Saturación	35.0	36.6	35.0	35.0	33.3	32.0	31.0	31.5	31.3	33.3	Gravimétrico
pH	7.6	7.5	7.6	7.5	7.5	7.7	7.7	7.8	7.6	7.8	Potenciómetro
C.E. mmhos	2.4	5.5	4.0	5.4	3.1	3.1	2.6	1.75	2.1	1.3	Puente de Wheastone
Ca (Meq/lt)	6.0	19.0	10.0	14.0	9.0	6.0	7.0	4.0	7.0	4.0	] Versenato
Mg (Meq/lt)	8.0	16.0	12.0	14.0	11.0	10.0	10.0	7.0	7.0	5.0	
Na (Meq/lt)	19.2	43.6	31.9	47.4	21.5	24.0	18.2	13.2	11.5	8.0	Flamómetro
CO <sub>3</sub> (Meq/lt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	] Sol. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
HCO <sub>3</sub> (Meq/lt)	4.4	2.8	4.4	2.8	4.4	3.2	4.4	3.2	4.4	2.8	
Cl (Meq/lt)	8.0	16.0	20.0	25.0	14.0	13.0	9.0	6.0	9.0	4.0	Sol. AgNO <sub>3</sub>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Meq/lt)	21.0	61.0	31.0	48.0	24.0	23.0	24.0	17.0	13.0	12.0	Versenato
P.S.I.	8.6	12.3	11.4	14.9	8.1	10.2	7.3	6.5	4.8	4.2	Estimado por cálculo
% M.O.	1.03	0.55	1.03	0.48	0.82	0.27	0.82	0.41	0.75	0.14	Walkley y Black
% N	0.05	0.02	0.05	0.02	0.04	0.01	0.04	0.02	0.03	0.00	Kjeldahl
P (ppm)	0.34	0.66	0.22	0.12	0.44	0.44	0.34	0.12	0.56	0.12	Bray P <sub>1</sub>
Arena	28	24	28	30	40	46	48	66	52	70	
Limo	46	60	58	56	46	44	36	26	36	24	
Arcilla	16	16	14	14	14	10	16	8	12	6	
Clasificación	F	FL	FL	FL	F	F	F	FA	FA	FA	Bouyoucos



CUADRO 2. FECHAS DE RIEGO POR ETAPA FENOLOGICA EN EL LOTE DE SIEMBRAS TARDIAS DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	R I E G O S					
	Germinación	1º Aux.	2º Aux.	3º Aux.	4º Aux.	5º Aux.
15 Dic.	15 Dic.	26 Ene.	29 Feb.	20 Mar.	4 Abr.	18 Abr.
30 Dic.	30 Dic.	8 Feb.	12 Mar.	26 Mar.	11 Abr.	30 Abr.
13 Ene.	13 Ene.	22 Feb.	22 Mar.	4 Abr.	16 Abr.	3 May.
30 Ene.	30 Ene.	29 Feb.	28 Mar.	12 Abr.	25 Abr.	9 May.
15 Feb.	15 Feb.	20 Mar.	12 Abr.	25 Abr.	9 May.	18 May.

CUADRO 3. TEMPERATURAS MAXIMAS, MINIMAS, HORAS FRIO, UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS DIARIAS PRESENTADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL TRIGO, EN LA ESTACION DE LA COLONIA JUAREZ CON LATITUD NORTE 38° 18' 13". VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

DIA	1983				1984				UFT	UC	TEMP MAX.	TEMP MIN.	HF	UC	TEMP MAX.	TEMP MIN.	HF	UC	UFT
	D I C I E M B R E		E N E R O		F E B R E R O														
	TEMP MAX.	TEMP MIN.	TEMP MAX.	TEMP MIN.	TEMP MAX.	TEMP MIN.	TEMP MAX.	TEMP MIN.											
1	-	-	-	-	22	9	10.5	10.56	20	6	2	8.0	8.51						
2	-	-	-	-	23	9	11.0	11.0	25	7	0	11.0	11.73						
3	-	-	-	-	21	9	10.0	10.10	23	11	0	12.0	12.83						
4	-	-	-	-	22	9	10.5	10.63	22	10	0	11.0	11.79						
5	-	-	-	-	24	12	13.0	13.18	23	6	2	9.5	10.21						
6	-	-	-	-	17	11	9.0	9.14	27	6	2	11.5	12.40						
7	-	-	-	-	21	9	10.0	10.18	27	6	2	11.5	12.43						
8	-	-	-	-	24	8	11.0	11.22	25	5	4	10.0	10.84						
9	-	-	-	-	25	9	12.0	12.26	26	3	4	9.5	10.32						
10	-	-	-	-	22	7	9.5	9.73	23	2	6	7.5	8.77						
11	-	-	-	-	23	5	9.0	9.23	22	6	2	9.0	9.84						
12	-	-	-	-	23	6	9.0	9.26	21	4	4	7.5	8.22						
13	-	-	-	-	19	6	7.5	7.73	22	4	4	8.0	8.79						
14	-	-	-	-	19	7	8.0	8.26	23	5	4	9.5	9.92						
15	24	5	4	9.5	22	4	8.0	8.26	24	5	4	9.5	10.52						
16	24	8	0	11.0	19	5	7.0	7.24	23	5	4	9.0	9.98						
17	23	8	4	9.0	20	5	7.5	7.77	23	5	4	9.0	10.0						
18	23	7	0	10.0	10	2	1.0	1.04	19	2	8	9.0	6.13						
19	23	4	4	8.5	17	1	4.0	4.16	20	2	8	6.0	6.70						
20	23	5	4	9.0	11	1	1.0	1.04	20	6	2	8.0	8.95						
21	22	2	6	7.0	19	2	8	5.74	21	4	4	7.5	8.41						
22	20	4	6	7.0	19	1	8	5.22	24	4	4	9.0	10.12						
23	20	6	2	8.0	20	3	6	5.76	22	6	2	9.0	10.14						
24	18	8	0	8.0	21	5	4	8.39	21	2	6	6.5	7.34						
25	16	12	0	8.0	22	5	4	8.92	24	2	6	8.0	9.06						
26	20	11	0	10.5	25	5	4	10.52	22	7	0	9.5	10.78						
27	21	9	0	10.0	23	6	2	10.0	20	3	6	5.5	6.25						
28	23	9	0	11.0	23	9	0	11.60	22	6	2	9.0	10.26						
29	18	4	0	6.0	25	5	4	10.57	24	5	4	9.5	10.85						
30	18	5	4	6.5	21	8	0	10.06	-	-	-	-	-						
31	20	7	0	8.5	22	1	8	5.83	-	-	-	-	-						

TEMP. MAX y MIN en °C HF = Horas Frío UC = Unidades Calor UFT = Unidades Fototérmicas Continúa...

Continuación Cuadro 3.

DIA	M A R Z O				A B R I L				M A Y O				
	TEMP MAX.	TEMP MIN.	HF	UC	TEMP MAX.	TEMP MIN.	HF	UC	TEMP MAX.	TEMP MIN.	HF	UC	
	UFT				UFT				UFT			UFT	
1	26	5	4	10.5	12.03	28	6	2	12.0	15.06	0	14.5	19.56
2	26	6	2	11.0	12.63	23	4	4	8.5	10.68	0	15.5	20.94
3	24	5	4	9.5	10.94	24	6	2	10.0	12.60	0	17.5	23.67
4	28	6	2	12.0	13.87	27	6	2	11.5	14.52	0	18.0	24.39
5	25	7	0	11.0	11.65	27	8	0	12.5	15.82	0	19.5	26.48
6	20	2	8	6.0	6.98	24	5	4	9.5	12.05	0	17.5	23.80
7	23	4	4	8.5	9.91	29	8	0	13.5	17.16	0	18.5	25.18
8	25	6	2	10.5	12.28	28	12	0	15.0	19.11	0	21.0	28.66
9	29	5	2	12.0	14.09	28	10	0	14.0	17.88	0	19.0	25.97
10	26	6	2	11.0	12.95	26	8	0	12.0	15.36	0	22.0	30.12
11	29	8	0	13.5	15.94	32	10	0	11.0	14.10	0	21.5	29.47
12	32	9	0	15.5	18.35	32	12	0	17.5	21.84	0	20.0	27.48
13	33	11	0	17.0	20.20	34	11	0	18.5	22.54	0	22.5	30.96
14	30	14	0	17.0	20.26	30	12	0	17.0	21.94	0	20.5	28.25
15	29	9	0	14.0	16.74	31	15	0	18.0	23.29	0	18.0	24.86
16	26	8	0	12.0	14.39	37	13	0	20.0	25.94	0	17.0	23.49
17	21	7	0	9.0	10.82	37	14	0	20.5	26.65	0	19.0	26.29
18	29	10	0	14.5	17.49	29	9	0	14.0	18.26	0	19.0	26.33
19	24	7	0	10.5	12.69	31	14	0	17.5	22.87	0	21.0	29.15
20	27	8	0	12.5	15.16	28	18	0	18.0	23.60	0	21.5	29.88
21	30	9	0	14.5	17.63	24	11	0	12.5	16.42	0	18.5	25.75
22	31	9	0	15.0	18.3	28	10	0	14.0	18.45	0	22.5	31.36
23	26	7	0	11.5	14.06	31	12	0	16.5	21.79	0	19.0	26.50
24	27	6	2	11.5	14.11	31	12	0	16.5	21.85	0	20.0	27.94
25	29	7	0	13.0	15.99	24	9	0	11.5	15.27	0	21.5	30.08
26	31	10	0	15.5	19.13	27	11	0	14.0	18.63	0	24.0	33.62
27	28	12	0	15.0	18.55	22	5	4	8.5	11.35	0	24.5	34.37
28	27	8	0	12.5	15.51	22	7	0	9.5	12.71	0	25.5	35.83
29	26	6	2	11.0	13.68	24	6	2	10.0	13.42	0	29.0	40.77
30	29	9	0	14.0	17.47	27	8	0	12.5	16.81	0	28.0	39.42
31	24	7	0	10.5	13.13	-	-	0	12.5	16.81	0	22.5	31.72

CUADRO 4. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE LA ALTURA FINAL DE LA PLANTA DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.	
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.		
Kg N	Kg S	----- (cm) -----						
1.-	140	150	105.50*	99.00	82.00	87.00	78.75 b	90.45
2.-	140	175	106.00	101.50	89.50	87.50	81.25 b	93.15
3.-	140	200	104.00	99.00	83.75	86.75	82.50 b	91.20
4.-	180	150	105.25	99.50	86.75	81.75	82.50 b	91.15
5.-	180	175	104.00	98.75	86.25	83.75	82.00 b	90.95
6.-	180	200	103.25	100.00	80.25	84.50	82.00 b	90.00
7.-	220	150	104.00	99.75	86.75	85.75	81.50 b	91.55
8.-	220	175	105.50	98.50	88.75	88.25	81.25 b	92.45
9.-	220	200	103.00	98.00	87.75	87.50	88.75 a	93.00
PROM.			104.50	99.33	85.75	85.86	82.27	

\* Promedio de 4 repeticiones. Medias seguidas por la misma letra ó sin letra no son estadísticamente diferentes al nivel de 5% de acuerdo con la Prueba de Duncan.

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA FINAL EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXI  
CALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	88.33	4.81**	47.63	1.90	412.62	13.12**	210.92	7.25**	130.55	20.84**
Tratamientos	8	4.69	0.25	4.19	0.16	38.81	1.23	18.19	0.63	28.65	4.57**
Dens. de Siembra	2	21.50	1.17	1.08	0.04	57.25	1.82	9.69	0.33	27.11	4.32*
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	8.00	0.43	3.58	0.14	37.33	1.18	57.53	1.97	42.20	6.73**
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	8.00	0.43	6.04	0.24	30.33	0.96	2.78	0.09	22.65	3.61*
Error	24	18.35		24.98		31.43		29.08		6.26	
Total	35										
C.V. (%)		4.09		5.03		6.53		6.28		3.04	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

	F tablas	
	0.05	0.01
Bloques	3.01	4.72
Tratamientos	2.36	3.36
Dens. de Siembra	3.40	5.61
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	3.40	5.61
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	2.78	4.22

CUADRO 6. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL NUMERO DE ESPIGAS POR METRO CUADRADO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
Kg N	Kg S	----- (Número de espigas) -----					
1.- 140	150	593*	524	419	470	432	487
2.- 140	175	569	561	466	461	406	493
3.- 140	200	521	592	501	466	458	508
4.- 180	150	510	542	417	413	463	469
5.- 180	175	534	502	504	454	456	490
6.- 180	200	520	555	461	435	470	488
7.- 220	150	538	516	462	485	443	489
8.- 220	175	548	565	476	467	439	499
9.- 220	200	541	531	491	456	519	508
PROM.		541	543	467	456	454	

\* Promedio de 4 repeticiones.

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE ESPIGAS POR M<sup>2</sup> EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	1610	0.51	1481	0.63	31076	8.78**	21014	6.02**	22560	7.50**
Tratamientos	8	2108	0.86	3130	1.33	4025	1.13	1761	0.50	3872	1.28
Dens. de Siembra	2	4727	1.50	3106	1.33	10290	2.90	202	0.06	7673	2.55
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	1868	0.59	2328	0.99	586	0.16	4511	1.29	4511	1.50
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	2116	0.67	3543	1.51	2611	0.74	1165	0.33	1652	0.55
Error	24	3137		2336		3537		3485		3007	
Total	35										
C.V. (%)		10.34		8.89		12.74		12.93		12.0	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 8. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE LA LONGITUD DE ESPIGAS DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
Kg N	Kg S	----- (cm) -----					
1.- 140	150	10.57*	10.77	10.05	9.52 ab	9.45	10.07
2.- 140	175	10.65	10.62	10.27	9.87 a	9.42	10.17
3.- 140	200	10.60	10.82	10.05	9.67 a	9.47	10.12
4.- 180	150	10.75	10.65	10.72	9.47 ab	9.85	10.29
5.- 180	175	10.62	10.95	10.30	9.82 a	9.55	10.25
6.- 180	200	10.60	11.17	10.62	8.97 b	9.87	10.25
7.- 220	150	10.22	11.55	10.45	9.82 a	9.70	10.35
8.- 220	175	10.77	10.77	10.10	9.80 a	9.90	10.27
9.- 220	200	10.77	10.57	10.30	9.47 ab	9.65	10.15
PROM.		10.62	10.87	10.32	9.60	9.65	

\* Promedio de 20 espigas. Medias seguidas por la misma letra ó sin letra no son estadísticamente diferentes al nivel de 5% de acuerdo con la Prueba de Duncan.



CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA LONGITUD DE ESPIGAS EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	0.56	2.23	0.52	3.02*	0.09	0.38	0.13	1.00	0.23	1.60
Tratamientos	8	0.11	0.44	0.39	2.25	0.24	0.99	0.32	2.55*	0.14	1.00
Dens. de Siembra	2	0.09	0.38	0.13	0.77	0.10	0.42	0.63	4.95*	0.01	0.05
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	0.01	0.05	0.17	0.99	0.55	2.32	0.29	2.31	0.37	2.58
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	0.17	0.67	0.62	3.62*	0.14	0.60	0.19	1.47	0.10	0.68
Error	24	0.25		0.17		0.24		0.13		0.14	
Total	35										
C.V. (%)		4.70		3.81		4.73		3.71		3.91	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 10. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA EN 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
Kg N	Kg S	----- (Número de granos) -----					
1.- 140	150	59	61	56	52	46	55
2.- 140	175	61	58	62	54	48	57
3.- 140	200	62	62	57	55	48	57
4.- 180	150	61	62	58	50	48	56
5.- 180	175	60	62	58	51	48	56
6.- 180	200	62	64	57	47	48	56
7.- 220	150	59	64	63	52	48	57
8.- 220	175	57	62	60	50	49	56
9.- 220	200	60	59	54	48	50	54
PROM.		60	61	58	51	48	

\* Promedio de 40 espigas.

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	37.57	2.06	14.56	1.52	65.79	2.84	68.56	5.03**	14.01	1.07
Tratamientos	8	9.45	0.51	17.70	1.84	35.19	1.52	28.24	2.07	4.71	0.36
Dens. de Siembra	2	10.36	0.92	6.86	0.71	53.58	2.31	12.62	0.92	7.36	0.56
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	16.77	0.92	15.42	1.61	6.09	0.26	65.49	4.80*	5.86	0.44
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	5.32	0.29	24.27	2.53	40.55	1.75	17.42	1.27	2.81	0.21
Error	24	18.20		9.57		23.12		13.62		13.07	
Total	35										
C.V. (%)		7.09		5.03		8.23		7.26		7.49	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 12. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL PESO HECTOLITRICO DEL GRANO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
Kg N	Kg S	----- (kg/100 lt) -----					
1.- 140	150	81.80*	81.45	79.95	80.87	80.05	80.82
2.- 140	175	81.65	81.75	81.17	80.87	79.70	81.03
3.- 140	200	82.05	81.75	80.75	80.82	79.52	80.98
4.- 180	150	81.82	81.50	80.47	81.00	79.85	80.93
5.- 180	175	81.97	81.27	80.65	80.70	79.15	80.75
6.- 180	200	81.65	81.55	80.82	80.25	79.90	80.83
7.- 220	150	81.95	81.40	79.65	80.40	79.62	80.60
8.- 220	175	81.62	81.42	80.57	80.60	79.40	80.72
9.- 220	200	81.70	81.62	80.47	80.30	79.70	80.76
PROM.		81.80	81.56	80.50	80.64	79.68	

\* Promedio de 4 repeticiones.

CUADRO 13. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO HECTOLITRICO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques :	3	0.43	2.16	0.13	1.27	14.96	20.73**	1.33	3.30*	0.40	1.53
Tratamientos	8	0.10	0.50	0.16	1.49	0.84	1.16	0.30	0.74	0.31	1.17
Dens. de Siembra	2	0.03	0.17	0.32	3.06	2.09	2.90	0.32	0.80	0.60	2.26
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	0.02	0.09	0.08	0.80	0.65	0.90	0.54	1.34	0.07	0.27
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	0.17	0.87	0.22	2.11	0.30	0.42	0.17	0.42	0.28	1.07
Error	24	0.20		0.11		0.72		0.40		0.26	
Total	35										
C.V. (%)		0.54		0.39		1.05		0.78		0.64	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 14. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA CONTENIDO EN EL GRANO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
Kg N	Kg S	----- (%) -----					
1.- 140	150	14.67*	14.35	14.33	13.72	15.00	14.41
2.- 140	175	15.92	14.19	14.97	13.66	14.87	14.72
3.- 140	200	15.07	13.98	13.83	14.14	14.96	14.39
4.- 180	150	14.25	14.42	14.30	14.14	15.06	14.43
5.- 180	175	15.52	13.38	14.65	14.64	14.90	14.61
6.- 180	200	15.09	13.37	14.05	14.11	15.85	14.49
7.- 220	150	14.81	13.67	14.96	15.16	15.19	14.75
8.- 220	175	14.54	13.75	14.94	15.48	15.12	14.76
9.- 220	200	14.89	14.06	14.47	15.16	15.36	14.78
PROM.		14.97	13.91	14.50	14.47	15.14	

\* Promedio de 4 repeticiones.

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN EL GRANO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	0.47	0.90	0.36	0.81	2.04	3.34*	2.87	2.06	2.18	4.28*
Tratamientos	8	1.03	1.95	0.61	1.37	0.68	1.11	1.79	1.28	0.37	0.73
Dens. de Siembra	2	1.71	3.24	0.52	1.16	1.62	2.66	0.19	0.13	0.58	1.14
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	0.67	1.27	0.67	1.51	0.76	1.25	6.40	4.58*	0.37	0.73
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	0.87	1.65	0.62	1.39	0.17	0.27	0.28	0.20	0.26	0.52
Error	24	0.53		0.44		0.61		1.39		0.51	
Total	35										
C.V. (%)		4.84		4.79		5.38		8.16		4.70	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 16. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAJA DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

TRATAMIENTOS		FECHAS DE SIEMBRA					PROM.
		15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
Kg N	Kg S	----- (ton/ha) -----					
1.- 140	150	11.40*	9.52	8.67	7.88	6.61	8.82
2.- 140	175	10.71	10.66	8.29	8.03	7.23	8.98
3.- 140	200	10.34	10.17	8.24	7.73	7.66	8.83
4.- 180	150	11.50	9.64	7.94	6.44	7.09	8.52
5.- 180	175	10.84	9.17	8.39	6.35	7.57	8.46
6.- 180	200	10.64	10.21	7.43	7.28	7.05	8.52
7.- 220	150	11.29	9.86	8.28	8.27	7.17	8.97
8.- 220	175	11.18	10.20	8.15	8.44	6.84	8.96
9.- 220	200	10.49	11.33	7.69	7.34	7.71	8.91
PROM.		10.93	10.04	8.12	7.53	7.21	

\* Promedio de 4 repeticiones.



CUADRO 17. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE PAJA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	9.61	16.12**	7.22	2.81	5.89	3.84*	5.52	2.36	4.96	5.25**
Tratamientos	8	0.71	1.18	1.66	0.64	0.56	0.36	2.23	0.95	0.56	0.59
Dens. de Siembra	2	2.46	4.13*	2.47	0.96	0.99	0.64	0.08	0.03	0.82	0.86
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	0.12	0.20	1.87	0.73	0.74	0.48	6.39	2.72	0.02	0.02
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	0.13	0.21	1.14	0.44	0.26	0.17	1.23	0.52	0.17	0.18
Error	24	0.60		2.56		1.53		2.34		0.94	
Total	35										
C.V. (%)		7.05		15.87		15.24		20.3		13.47	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 18. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

TRATAMIENTOS	FECHAS DE SIEMBRA					PROMEDIO
	15 Dic.	30 Dic.	13 Ene.	30 Ene.	15 Feb.	
	----- (kg/ha) -----					
$\frac{\text{Kg}}{\text{N S}}$						
1.- 140 150	*8,296 ± 199	7,581 ± 863	6,455 ± 1,790	5,685 ± 1,632	4,759 ± 1,490	6,555 ± 1,421
2.- 140 175	8,173 ± 451	7,696 ± 691	6,481 ± 382	5,993 ± 1,406	4,993 ± 1,145	6,667 ± 1,286
3.- 140 200	7,946 ± 438	7,558 ± 805	5,696 ± 1,659	5,826 ± 1,021	5,460 ± 662	6,497 ± 1,030
4.- 180 150	8,243 ± 193	8,097 ± 425	5,719 ± 928	4,588 ± 1,026	5,317 ± 926	6,393 ± 1,673
5.- 180 175	8,349 ± 658	7,678 ± 577	6,331 ± 601	5,775 ± 1,203	5,553 ± 381	6,737 ± 1,222
6.- 180 200	7,967 ± 628	7,886 ± 397	5,527 ± 1,009	5,219 ± 1,022	5,189 ± 994	6,358 ± 1,438
7.- 220 150	8,062 ± 394	7,803 ± 136	6,288 ± 1,260	5,919 ± 674	5,217 ± 833	6,658 ± 1,229
8.- 220 175	8,331 ± 301	7,898 ± 367	6,564 ± 761	6,092 ± 1,202	4,828 ± 373	6,743 ± 1,412
9.- 220 200	7,907 ± 818	8,018 ± 262	6,069 ± 1,073	5,666 ± 1,386	5,761 ± 581	6,684 ± 1,170
PROMEDIO	8,142	7,802	6,126	5,641	5,231	

\* Promedio de 4 repeticiones ± una desviación estandar.

CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Bloques	3	1052.87	7.22**	250.94	0.79	6689.73	10.79**	4835.73	4.70*	4687.39	15.93**
Tratamientos	8	121.93	0.83	142.55	0.45	603.03	0.97	873.24	0.84	443.97	1.51
Dens. de Siembra	2	386.53	2.65	17.73	0.05	1453.55	2.34	972.58	0.94	518.22	1.76
Dosis de Fert. N <sub>2</sub>	2	22.49	0.15	326.26	1.03	667.32	1.07	1802.31	1.75	252.01	0.85
Dens. x Dosis N <sub>2</sub>	4	39.35	0.27	113.10	0.36	145.62	0.23	359.03	0.34	502.84	1.70
Error	24	145.69		314.50		619.72		1027.47		294.16	
Total	35										
C.V. (%)		4.68		7.18		12.85		17.97		10.36	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 20. EFECTO DE LA DOSIS DE NITROGENO SOBRE ALTURA FINAL, RENDIMIENTO DE PAJA, GRANO Y SUS COMPONENTES EN TRIGO SEMBRADO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	DOSIS DE NITROGENO		ALTURA FINAL (cm)	ESPIGAS/ M <sup>2</sup>	LONGITUD ESPIGAS (cm)	No. DE GRANOS/ ESPIGA	PESO HECTO-LITRICO (kg/hl)	% PROTEINA EN EL GRANO	RENDIMIENTO	
	kg N/ha	Final (cm)							PAJA (ton/ha)	GRANO (kg/ha)
15 Dic.	140	105.2	561	10.6	61*	81.8	15.2	10.82	8139	+ 376
	180	104.2	521	10.7	61	81.8	14.9	10.99	8188	+ 514
	220	104.2	542	10.6	59	81.8	14.7	10.99	8100	+ 532
30 Dic.	140	99.8	559	10.7	60	81.6	14.2	10.12	7612	+ 717
	180	99.4	533	10.9	62	81.5	13.7	9.68	7887	+ 464
	220	98.8	537	11.0	61	81.5	13.8	10.46	7906	+ 263
13 Ene.	140	85.1	462	10.1	58	80.6	14.4	8.40	6211	+ 1345
	180	84.4	461	10.5	58	80.6	14.3	7.92	5859	+ 856
	220	87.8	476	10.3	59	80.2	14.8	8.04	6308	+ 975
30 Ene.	140	87.1	465	9.7	53	80.9	13.8	7.88	5835	+ 1252
	180	83.3	434	9.4	49	80.7	14.3	6.69	5194	+ 1106
	220	87.2	469	9.7	50	80.4	15.3	8.02	5893	+ 1037
15 Feb.	140	80.8	432	9.4	47	79.8	14.9	7.17	5071	+ 1084
	180	82.2	463	9.8	48	79.6	15.3	7.24	5353	+ 736
	220	83.8	467	9.8	49	79.6	15.2	7.24	5269	+ 692

\* Valor promedio que proviene de la combinación de cada dosis de N<sub>2</sub> con 3 densidades de siembra en 4 repeticiones.

CUADRO 21. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DE LAS VARIABLES EN RESPUESTA A LA DOSIS DE NITROGENO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	30 ENERO				15 FEBRERO	
		No. GRANOS/ ESPIGA		% PROTEINA		ALTURA FINAL	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Dosis de N <sub>2</sub>	2						
Lineal	1	83.62	6.13*	12.28	8.80**	54.00	8.62**
Residual	1	47.31	3.47	2.05	1.46	0.23	0.03
Error	24	13.62		1.39		6.26	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 22. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN RESPUESTA A LA DOSIS DE NITROGENO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Dosis de Nitrógeno	2	22.49	0.19	326.26	1.03	667.32	1.07	1802.31	1.75	252.01	1.76
N Lineal	1	8.89	0.06	520.68	1.65	55.97	0.09	201.13	0.19	235.62	0.80
N Residual	1	36.09	0.24	131.84	0.42	1278.67	2.06	3584.50	3.48	268.40	0.91
Error	24	145.69		314.50		619.72		1027.47		294.16	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

	F tablas	
	0.05	0.01
Dosis de Nitrógeno	3.40	5.61
N Lineal	4.26	7.82
N Residual	4.26	7.82

CUADRO 23. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE ALTURA FINAL, RENDIMIENTO DE PAJA, GRANO Y SUS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN TRIGO SEMBRADO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	DENSIDAD SIEMBRA (kg/ha)	ALTURA FINAL (cm)	ESPIGAS/M <sup>2</sup>	LONGITUD ESPIGAS (cm)	No. DE GRANOS/ESPIGA	PESO HECTO-LITRICO (kg/hl)	% PROTEINA EN EL GRANO	RENDIMIENTO	
								PAJA (ton/ha)	GRANO (kg/ha)
15 Dic.	150	104.9	547	10.5	60*	81.9	14.6	11.40	8201
	175	105.2	550	10.7	59	81.8	15.3	10.91	8285
	200	103.4	527	10.6	61	81.8	15.0	10.49	7940
30 Dic.	150	99.4	527	11.0	62	81.4	14.1	9.67	7827
	175	99.6	543	10.8	61	81.5	13.8	10.01	7758
	200	99.0	559	10.9	61	81.8	13.8	10.57	7821
13 Ene.	150	85.2	433	10.4	59	80.0	14.5	8.30	6154
	175	88.2	482	10.2	60	80.8	14.8	8.27	6459
	200	83.9	485	10.3	56	80.7	14.1	7.79	5765
30 Ene.	150	84.8	456	9.6	51	80.8	14.3	7.53	5397
	175	86.5	461	9.8	51	80.7	14.6	7.61	5954
	200	86.2	452	9.4	50	80.5	14.5	7.45	5571
15 Feb.	150	80.9	446	9.7	47	79.8	15.1	6.95	5098
	175	81.5	434	9.6	48	79.4	15.0	7.21	5125
	200	84.4	483	9.7	49	79.7	15.4	7.48	5471

\* Valor promedio que proviene de la combinación de cada densidad de siembra con 3 dosis de nitrógeno y 4 repeticiones.

CUADRO 24. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DE LAS VARIABLES EN RESPUESTA A LA DENSIDAD DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	15 DICIEMBRE		30 ENERO		15 FEBRERO	
		REND. DE PAJA		LONG. ESPIGAS		ALTURA FINAL	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Dens. de Siembra	2						
Lineal	1	4.91	5.19*	0.33	2.56	73.50	11.73**
Residual	1	0.01	0.01	0.93	7.34*	10.89	1.73
Error	24	0.94		0.13		6.26	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

\* Significativo al 5%.

\*\* Significativo al 1%.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.



CUADRO 25. PRUEBA DE COMPARACIONES ORTOGONALES PARA DETECTAR LA TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE GRANO EN RESPUESTA A LA DENSIDAD DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	15-DIC.		30-DIC.		13-ENE.		30-ENE.		15-FEB.	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
Dens. de Siembra	2	386.53	2.65	17.73	0.05	1453.55	2.34	97.58	0.94	518.22	0.80
Lineal	1	406.12	2.78	0.22	0.0007	911.43	1.47	180.79	0.17	833.65	2.83
Residual	1	366.94	2.51	35.24	0.11	1995.67	3.22	1764.38	1.70	202.78	0.68
Error	24	145.69		314.50		619.72		1027.47		294.16	

G.L. = Grados de Libertad.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

	F tablas
	0.05 0.01
Dens. de Siembra	3.40 5.61
Lineal	4.26 7.82
Residual	4.26 7.82

CUADRO 26. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA CON 3 DOSIS DE FERTILIZACION - NITROGENADA Y 3 DENSIDADES DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	SC	CM	Ftablas	
				Fc	0.05
Total	179	$3.74 \times 10^8$	$2.09 \times 10^6$		
Entre Fechas	4	$2.46 \times 10^8$	$6.16 \times 10^7$		
Dentro de Fechas	175	$1.28 \times 10^8$	$7.29 \times 10^5$		
Bloques	15	$5.25 \times 10^7$	$3.50 \times 10^6$		
Tratamientos	40	$1.75 \times 10^7$	$4.53 \times 10^5$		
Dosis de N	2	$1.29 \times 10^6$	$6.49 \times 10^5$		
Dens. de Siembra	2	$1.57 \times 10^6$	$7.86 \times 10^5$		
Dosis N x Fecha de Siembra	8	$4.84 \times 10^6$	$6.05 \times 10^5$	1.26	2.02
Dens. S x Fecha de Siembra	8	$5.13 \times 10^6$	$6.40 \times 10^5$	1.33	2.02
Dens. S x Dosis N	4	$5.60 \times 10^5$	$1.39 \times 10^5$	0.29	2.45
Dens. S x Dosis N x Fecha de S.	16	$4.08 \times 10^6$	$2.54 \times 10^5$	0.53	1.73
Error Combinado	120	$5.76 \times 10^7$	$4.80 \times 10^5$		

C.V. (%) = 10.5

G.L. = Grados de Libertad.

SC = Suma de Cuadrados.

CM = Cuadrado Medio.

Fc = Valor de F calculada.

Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 27. COEFICIENTES DE CORRELACION (r) OBTENIDOS DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO CONTRA RENDIMIENTO DE GRANO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

VARIABLES	FECHAS DE SIEMBRA					Ft (34 G.L.)
	15-DIC.	30-DIC.	13-ENE.	30-ENE.	15-FEB.	
	RENDIMIENTO DE GRANO					
Granos por espiga	0.10 NS	-0.20 NS	0.20 NS	0.51 **	0.28 NS	0.3296
Longitud de espiga	0.10 NS	0.05 NS	-0.02 NS	0.24 NS	-0.001NS	0.4243
Espigas por m <sup>2</sup>	0.4242*	0.41 *	0.57 **	0.78 **	0.75 **	
Peso hectolítrico	-0.10 NS	0.20 NS	-0.26 NS	0.20 NS	0.10 NS	

r = Proviene de 36 unidades experimentales, variable Vs rendimiento.

NS = No significativo.

\* = Significativo al 5%.

\*\* = Significativo al 1%.

CUADRO 28. REGRESIONES LINEALES Y SUS COEFICIENTES DE DETERMINACION ENTRE EL NUMERO DE ESPIGAS POR M<sup>2</sup> (X) POR EL RENDIMIENTO DE GRANO (Y) EN 5 FECHAS DE SIEMBRA DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

	FECHAS DE SIEMBRA				
	15-DIC.	30-DIC.	13-ENE.	30-ENE.	15-FEB.
a	6143.57	5423.13	2419.68	-376.86	1133.33
b	3.69	4.38	7.94	13.19	9.02
r <sup>2</sup>	0.18	0.17	0.33	0.61	0.56
Rango de confianza en la ecuación (espigas por m <sup>2</sup> )	395-670	456-633	306-598	347-605	290-638

Ecuación general de la recta  $Y = a + bX$

a = Intercepto

b = Pendiente

Y = En kg/ha

CUADRO 29. ANALISIS DE REGRESION DISPUESTO EN FORMA DE ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y NUMERO DE ESPIGAS POR M<sup>2</sup> EN 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA: 15 de Diciembre $r^2 = 0.18$						
FUENTE DE VARIACION	G.L.	SC	CM	Fc	F tablas	
					0.05	0.01
Total	35	7630683.5				
Regresión	1	1373523.0	1373523.0	7.46**	4.13	7.44
Desv. de la Regresión	34	6257160.4	184034.1			
30 de Diciembre $r^2 = 0.17$						
Total	35	9441256.7				
Regresión	1	1605013.6	1605013.6	6.96*	4.13	7.44
Desv. de la Regresión	34	7836243.1	230477.7			
13 de Enero $r^2 = 0.33$						
Total	35	39766807				
Regresión	1	13123046	13123046	16.74**	4.13	7.44
Desv. de la Regresión	34	26643760	783640			
30 de Enero $r^2 = 0.61$						
Total	35	46152486				
Regresión	1	28153016	28153016	53.18**	4.13	7.44
Desv. de la Regresión	34	17999469	529396			
15 de Febrero $r^2 = 0.56$						
Total	35	24673868				
Regresión	1	13817366	13817366	43.27**	4.13	7.44
Desv. de la Regresión	34	10856502	319308			

\* Significativo al 5%

\*\* Altamente significativo al 1%

$$SC \text{ tot.} = \sum y^2 = \sum (Y - \bar{Y})^2$$

$$SC \text{ regresión} = r^2 \sum y^2$$

$$SC \text{ desv. de la regresión} = (1 - r^2) \sum y^2$$

CUADRO 30. DESARROLLO FENOLOGICO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA, DURACION, NUMERO DE DIAS Y FECHA EN QUE SE PRESENTO CADA ETAPA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	* NACENCIA	AMACOLLO	ENCANE	EMBUCHE	ESPIGA MIENTO	MAD. FI-SIOLOGICA
15 DICIEMBRE	a 24 DICIEMBRE	12 ENERO	22 FEBRERO	17 MARZO	22 MARZO	9 MAYO
	b 9	29	70	94	99	147
	c 41	41	24	5	**48	
30 DICIEMBRE	a 10 ENERO	30 ENERO	5 MARZO	26 MARZO	2 ABRIL	12 MAYO
	b 12	32	67	88	95	135
	c 35	35	21	7	40	
13 ENERO	a 28 ENERO	13 FEBRERO	20 MARZO	28 MARZO	11 ABRIL	14 MAYO
	b 16	32	68	76	90	123
	c 36	36	8	14	33	
30 ENERO	a 9 FEBRERO	22 FEBRERO	24 MARZO	9 ABRIL	14 ABRIL	16 MAYO
	b 11	24	55	71	76	108
	c 31	31	16	5	32	
15 FEBRERO	a 27 FEBRERO	9 MARZO	6 ABRIL	16 ABRIL	27 ABRIL	27 MAYO
	b 13	24	52	62	73	103
	c 28	28	10	11	30	

\* DATOS

a = Fecha en que se presentó la etapa fenológica.

b = No. de días al inicio de esa etapa.

c = Duración (días) de cada etapa.

\*\* Días de espigamiento a madurez fisiológica.

CUADRO 31. TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS, MINIMAS Y LONGITUD PROMEDIO DEL DIA PRESENTADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	ETAPA FENOLOGICA											
	AMACOLLAMIENTO			EMBUCHE			ESPIGAMIENTO					
	TEMPERATURA* MAX. MIN.	FOTO- PER.**	(H.L.)	TEMPERATURA MAX. MIN.	FOTO- PER.	(H.L.)	TEMPERATURA MAX. MIN.	FOTO- PER.	(H.L.)	TEMPERATURA MAX. MIN.	FOTO- PER.	(H.L.)
15 Diciembre	21.30 4.80	10.69	(H.L.)	26.20 8.20	12.09	(H.L.)	28.80 9.93	12.94	(H.L.)	29.72 10.80	13.16	(H.L.)
30 Diciembre	23.00 5.02	11.06	(H.L.)	27.60 8.28	12.45	(H.L.)	31.18 11.94	13.32	(H.L.)	31.18 12.21	13.39	(H.L.)
13 Enero	24.40 5.77	11.51	(H.L.)	26.80 7.50	12.61	(H.L.)	33.43 13.13	13.71	(H.L.)	33.43 13.13	13.71	(H.L.)
30 Enero	25.70 6.54	11.71	(H.L.)	30.40 10.20	12.82	(H.L.)			(H.L.)			(H.L.)
15 Febrero	27.60 7.92	12.19	(H.L.)	29.70 12.09	13.14	(H.L.)			(H.L.)			(H.L.)

\* Temperatura promedio diario en °C.

\*\* Fotoperíodo promedio diario en horas luz.

CUADRO 32. HORAS FRIO, UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS REGISTRADAS EN LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	DE SIEMBRA A INICIO			DE ESPIGAMIENTO		
	DE AMACOLLO	EN AMACOLLO	EN ENCANÈ	EN EMBUCHE	A MAD.	FISIOLOGICA
<u>HORAS FRIO</u>						
15 Diciembre	38.0	164.0	60.0	0.0	---	---
30 Diciembre	96.0	120.0	20.0	4.0	---	---
13 Enero	120.0	102.0	2.0	16.0	---	---
30 Enero	78.0	60.0	18.0	18.0	---	---
15 Febrero	90.0	18.0	4.0	0.0	---	---
<u>UNIDADES CALOR</u>						
15 Diciembre	263.0	330.5	256.5	61.5	690.0	690.0
30 Diciembre	256.5	313.5	260.0	90.5	618.5	618.5
13 Enero	250.0	364.5	106.5	166.5	563.5	563.5
30 Enero	204.5	344.5	195.5	71.5	536.0	536.0
15 Febrero	199.5	357.0	144.5	175.0	573.5	573.5
<u>UNIDADES FOTOTERMICAS</u>						
15 Diciembre	265.25	354.06	298.00	73.79	916.55	916.55
30 Diciembre	263.80	346.85	309.99	112.53	828.63	828.63
13 Enero	265.40	418.41	148.44	194.52	752.66	752.66
30 Enero	222.58	404.16	196.25	91.68	742.53	742.53
15 Febrero	204.67	456.43	66.18	229.73	754.47	754.47



CUADRO 33. UNIDADES CALOR Y UNIDADES FOTOTERMICAS ACUMULADAS DE LA SIEMBRA AL FINAL DE LAS ETAPAS FENOLOGICAS DEL TRIGO EN 5 FECHAS DE SIEMBRA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FECHA DE SIEMBRA	INICIO DE AMACOLLO	FINAL DE AMACOLLO	FINAL DE ENCAÑE	FINAL DE EMBUCHE	MADUREZ FISIOLÓGICA
<u>UNIDADES CALOR</u>					
15 Diciembre	263.0	593.5	850.0	911.5	1601.5
30 Diciembre	256.5	570.0	830.0	920.5	1539.0
13 Enero	250.0	614.5	721.0	887.5	1451.0
30 Enero	204.5	549.0	744.5	816.0	1352.0
15 Febrero	199.5	556.5	701.0	876.0	1449.5
S	30.2	27.0	66.7	41.1	95.4
$\bar{x}$	234.7	576.7	769.3	882.3	1478.6
C.V. (%)	12.9	4.7	8.6	4.6	6.4
<u>UNIDADES FOTOTERMICAS</u>					
15 Diciembre	265.2	619.3	917.3	991.1	1907.6
30 Diciembre	263.8	610.6	920.6	1033.1	1861.8
13 Enero	265.4	683.8	832.2	1026.7	1779.4
30 Enero	222.5	626.7	822.9	914.6	1657.2
15 Febrero	204.6	661.1	727.2	957.0	1711.4
S	28.8	30.9	79.8	49.5	103.3
$\bar{x}$	244.3	640.3	844.04	984.5	1783.5
C.V. (%)	11.8	4.8	9.4	5.0	5.8

CUADRO 34. COEFICIENTES DE CORRELACION OBTENIDOS DE LAS UNIDADES CLIMATICAS PRESENTADAS EN ETAPAS DE DESARROLLO DE 5 FECHAS DE SIEMBRA EN TRIGO, CONTRA RENDIMIENTO DE GRANO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

UNIDADES CLIMATICAS	DE SIEMBRA A INICIO		EN		EN		DE ESPIGAMIENTO		F tablas	
	DE AMACOLLO	AMACOLLO	ENCAÑE	EMBUCHE	A MAD.	FISIOL.	0.05	0.01		
Horas frío	-0.479	0.927*	0.770	-0.420	---		0.878	0.958		
Unidades calor	0.880*	-0.800	0.800	-0.620	0.877		0.878	0.958		
Unidades fototérmicas	0.800	-0.938*	0.920*	-0.670	0.910*		0.878	0.958		

\* = Significativo al 0.05.  
Espacios en blanco indican no significancia estadística.

CUADRO 35. ANALISIS DE REGRESION DISPUESTO EN FORMA DE ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO (KG/HA) Y HORAS FRIO EN - AMACOLLO, EN 5 FECHAS DE SIEMBRA DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SC	CM	F <sub>c</sub>	F tablas	
					0.05	0.01
Total	4	6840070.5				
Regresión	1	5882460.6	5882460.6	18.42*	10.13	34.12
Desv. de la Regresión	3	957609.9	319203.3			

\* Significativo al 5%.

$$r^2 = 0.86$$

FIGURA 1. SUPERFICIE SEMBRADA DE TRIGO Y RENDIMIENTO/HA PARA EL DISTRITO DE RIEGO No. 014, MEXICALI, B.C.

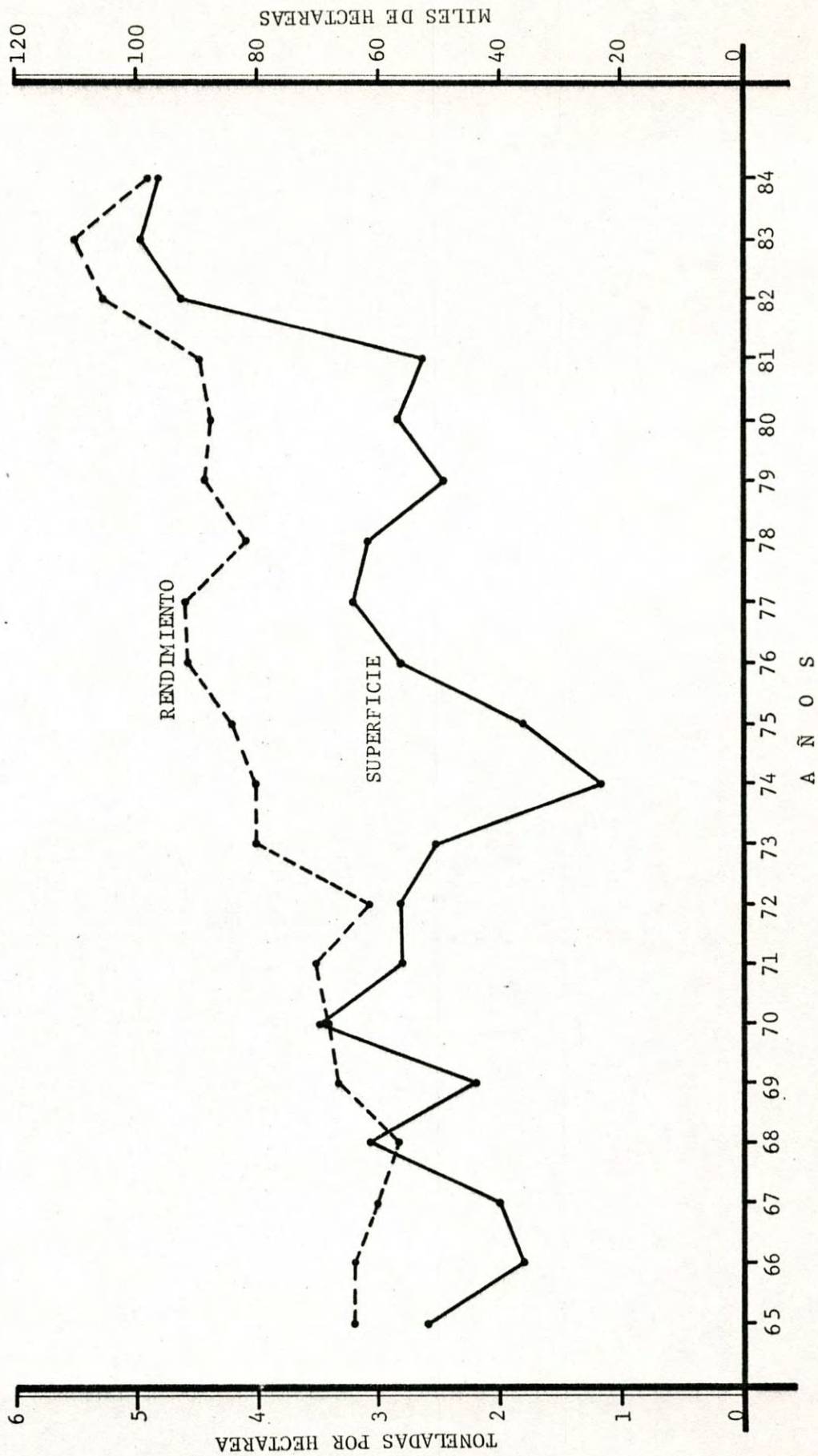
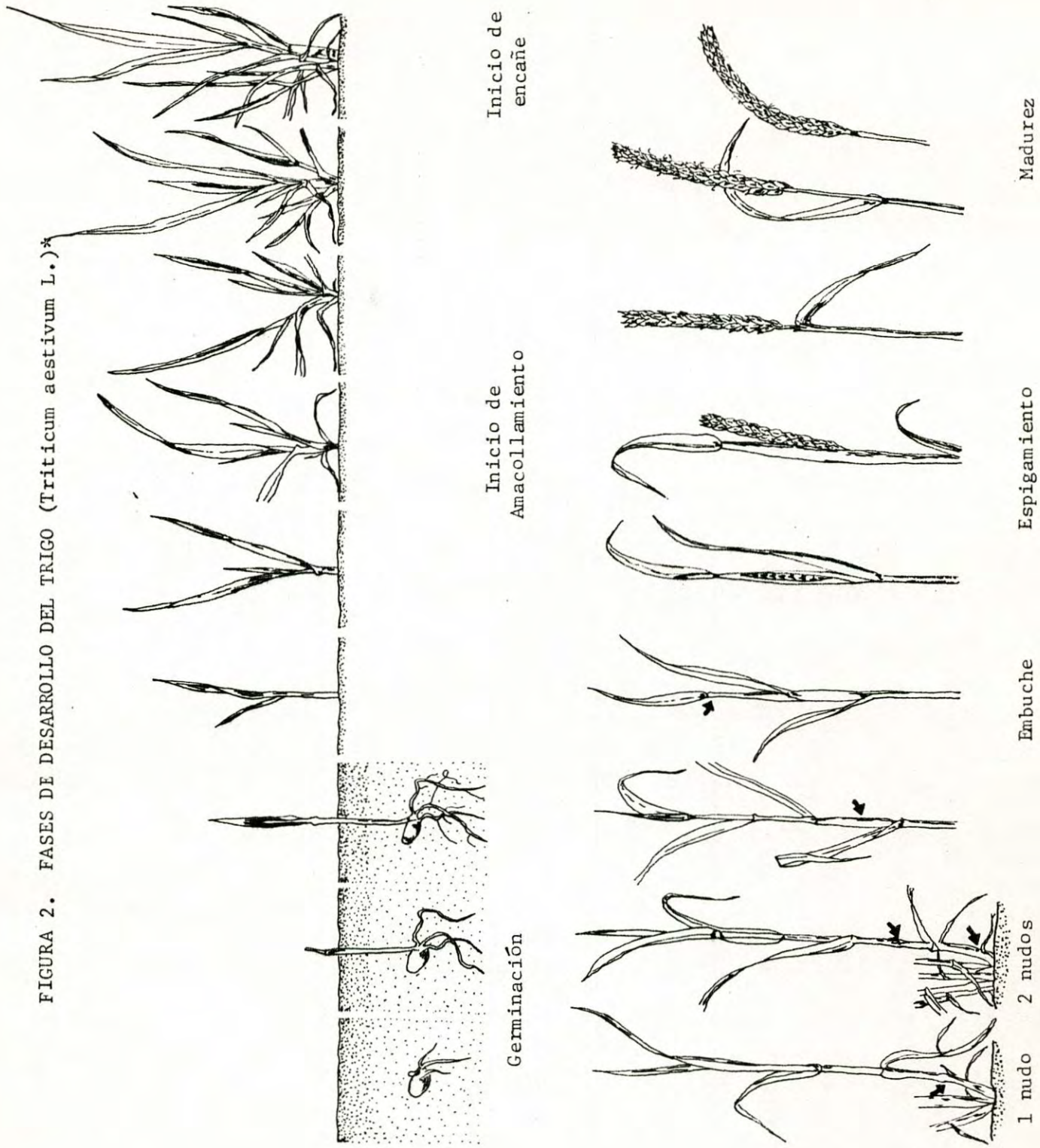


FIGURA 2. FASES DE DESARROLLO DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.)\*



\* Tomada de WHEAT. Documenta CIBA-GEIGY. Suiza.

FIGURA 3. LOCALIZACION DEL VALLE DE MEXICALI, B.C., Y DEL SITIO EXPERIMENTAL.\*

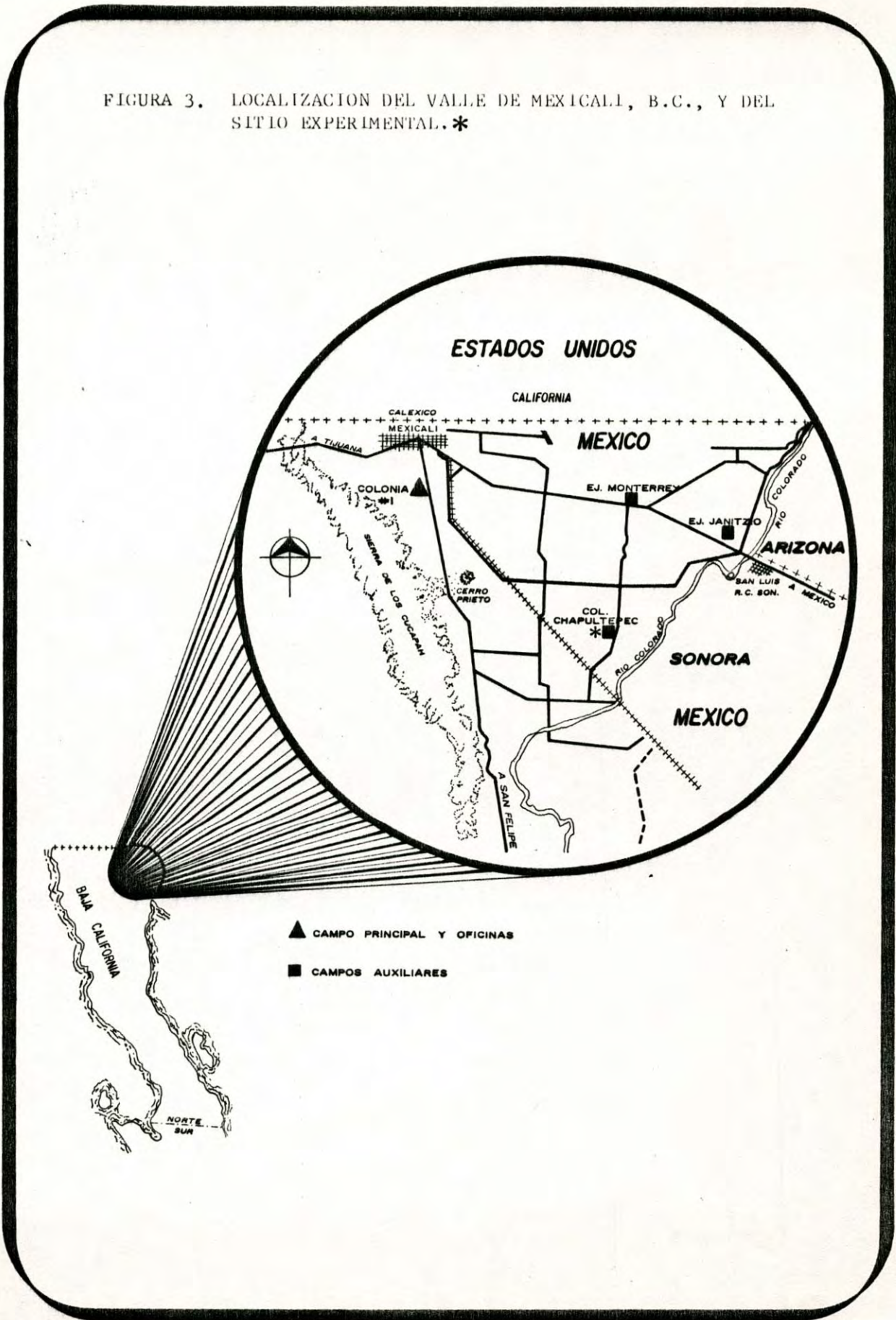


FIGURA 4. CROQUIS DEL EXPERIMENTO DE FECHAS DE SIEMBRA TARDIA DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

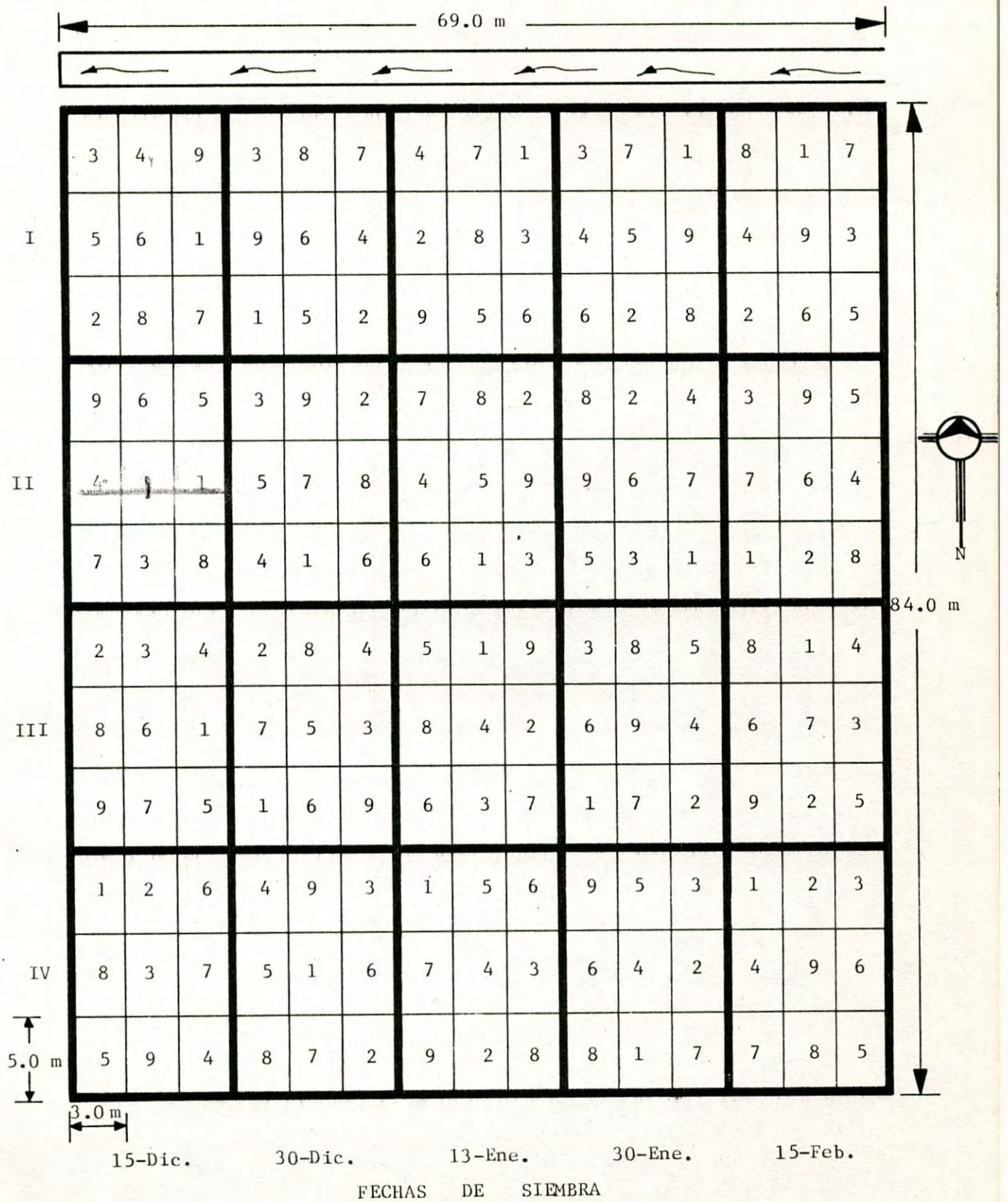


FIGURA 5. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA ALTURA FINAL DE LA PLANTA DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

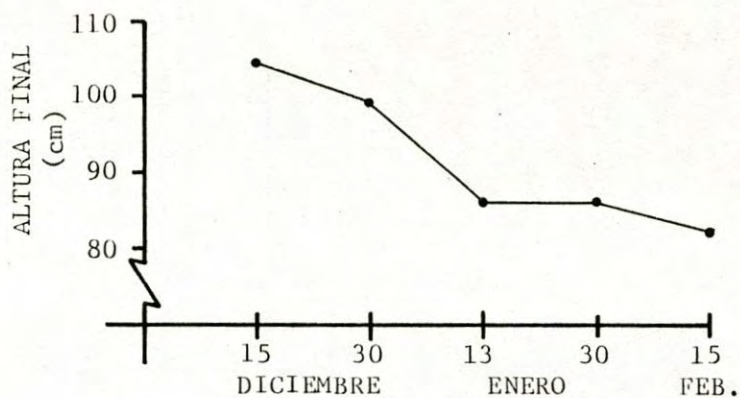


FIGURA 6. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL NUMERO DE ESPIGAS DE TRIGO POR METRO CUADRADO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

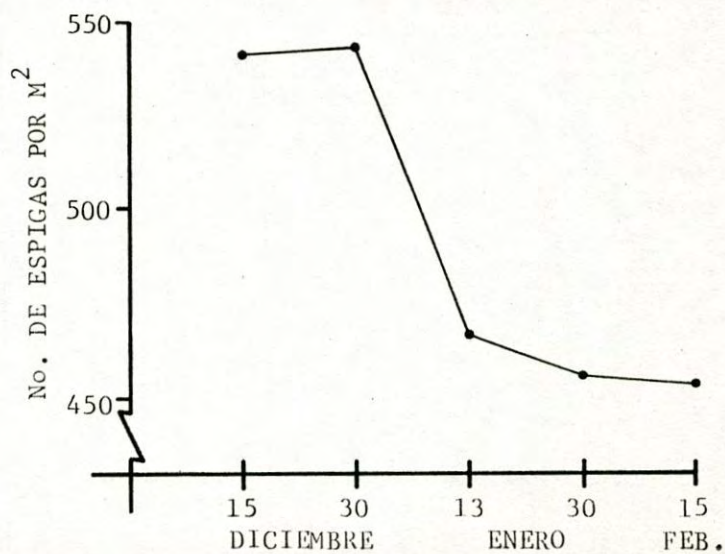




FIGURA 7. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE LA LONGITUD DE ESPIGAS DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, - B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

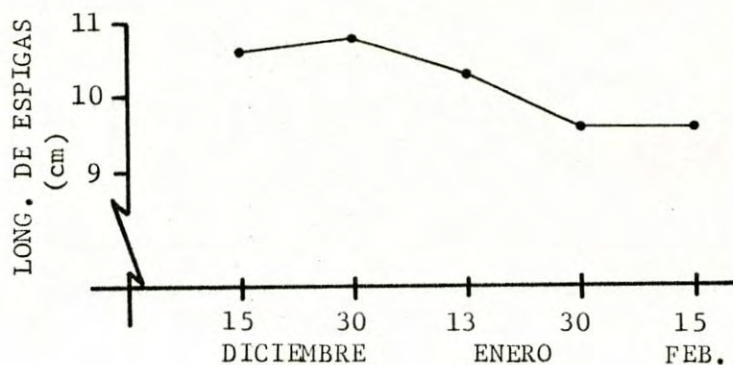


FIGURA 8. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

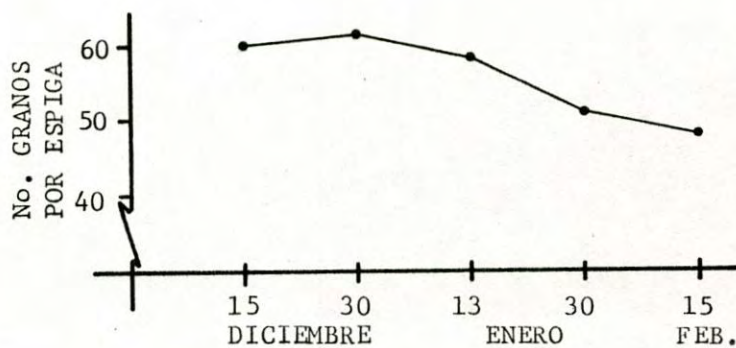


FIGURA 9. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL PESO HECTOLITRICO DEL GRANO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

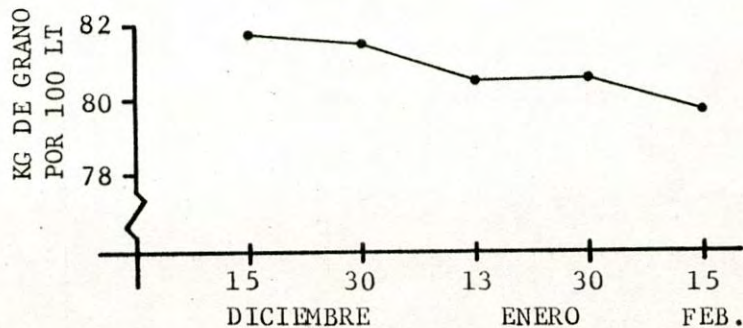


FIGURA 10. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN EL GRANO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

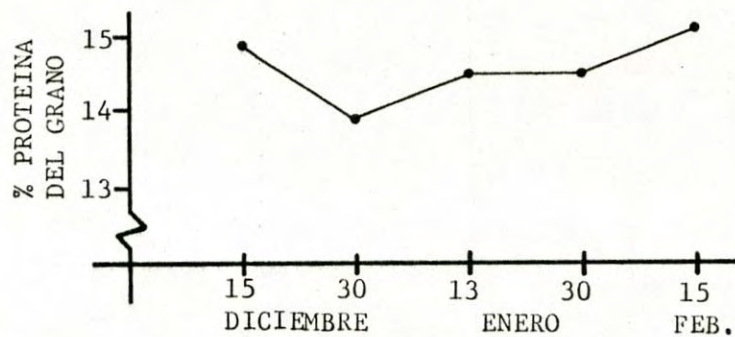


FIGURA 11. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAJA DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

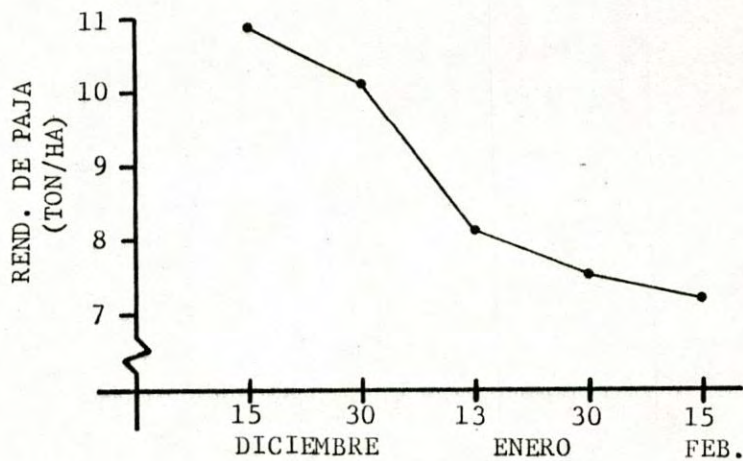


FIGURA 12. COMPORTAMIENTO DE LOS DOS MEJORES TRATAMIENTOS, PROMEDIO DE LAS CINCO FECHAS DE SIEMBRA RESPECTO AL TESTIGO DE SIEMBRAS OPTIMAS EN TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

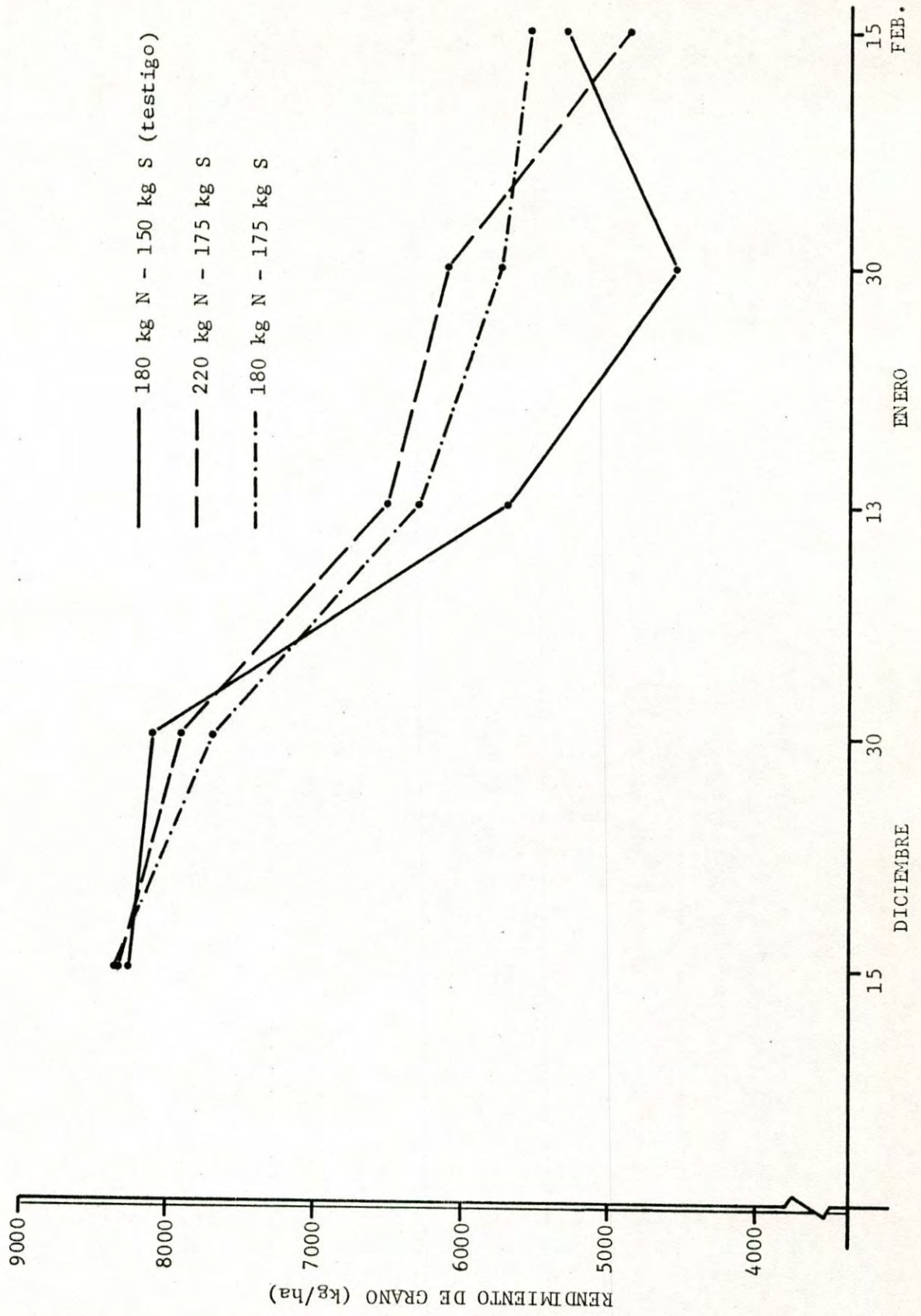
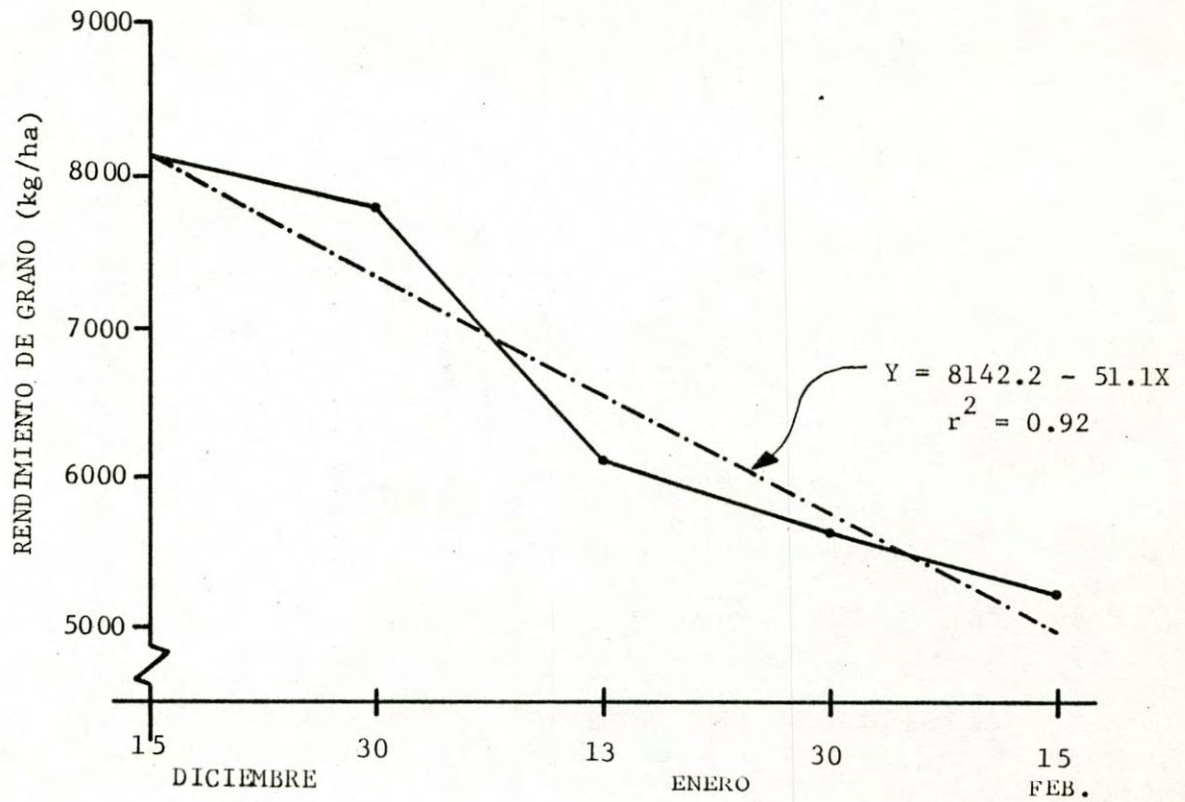


FIGURA 13. EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO, EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.



X = No. de días retrasados de la siembra del 15 de diciembre.  
Y = Rendimiento de grano (kg/ha).

FIGURA 14. EFECTO DE LA DOSIS DE NITROGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN FECHAS DE SIEMBRA TARDIA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

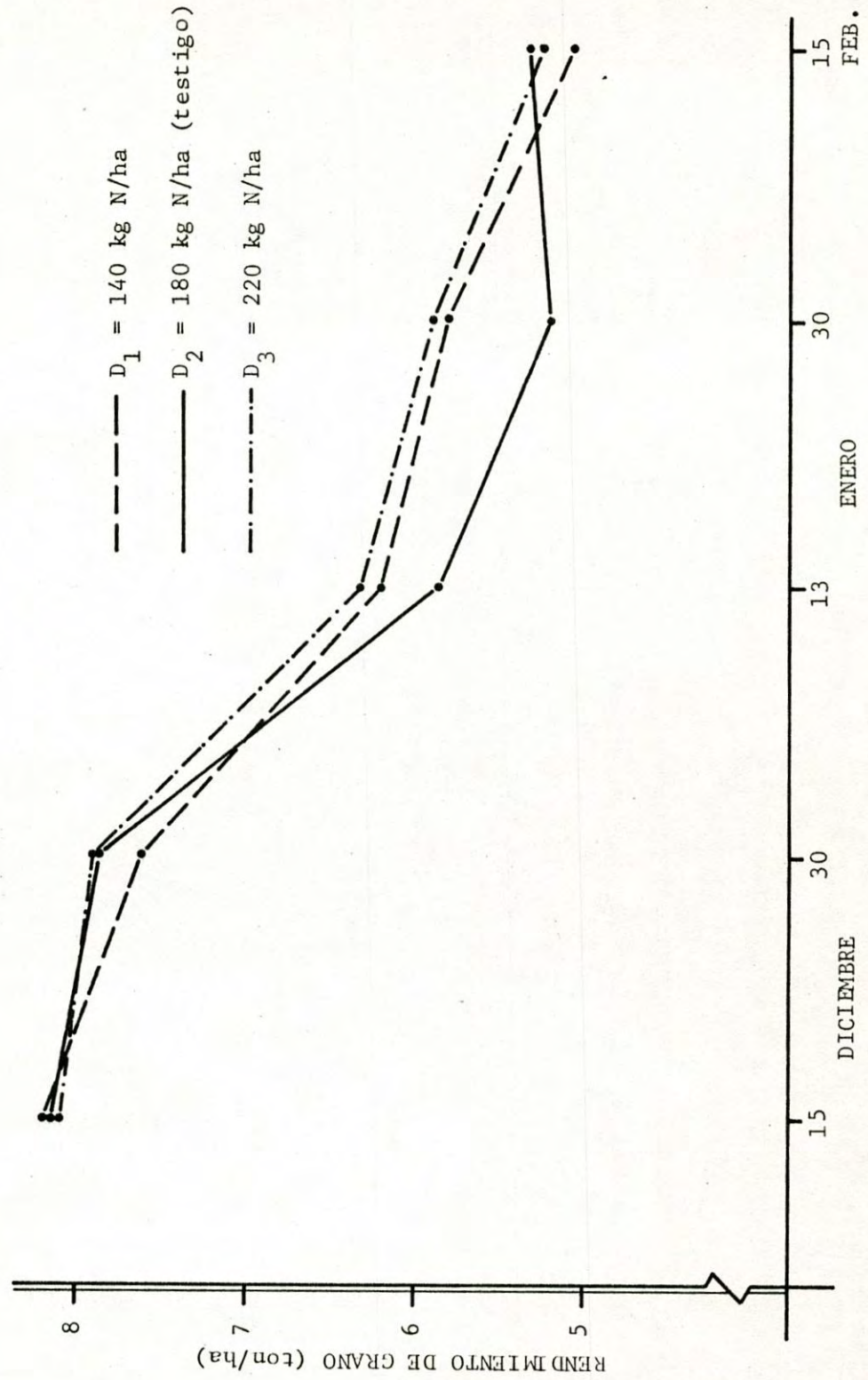
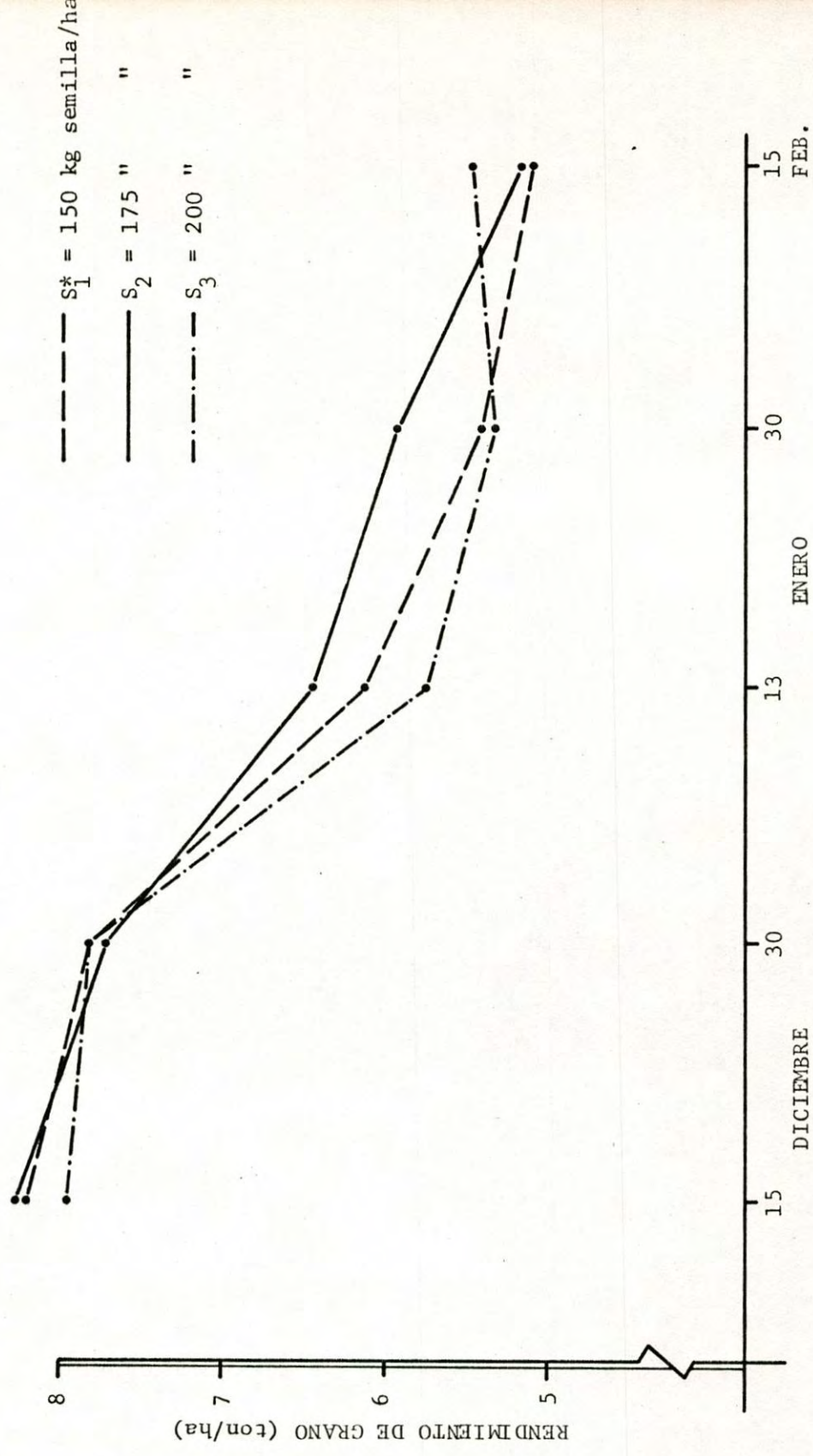


FIGURA 15. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO EN FECHAS DE SIEMBRA TARDIA. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.



\* Testigo.

FIGURA 16.— ESTADO FENOLOGICO DEL TRIGO EN EL EXPERIMENTO EL DIA 25 DE ABRIL DE 1984. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO - 1983-84.

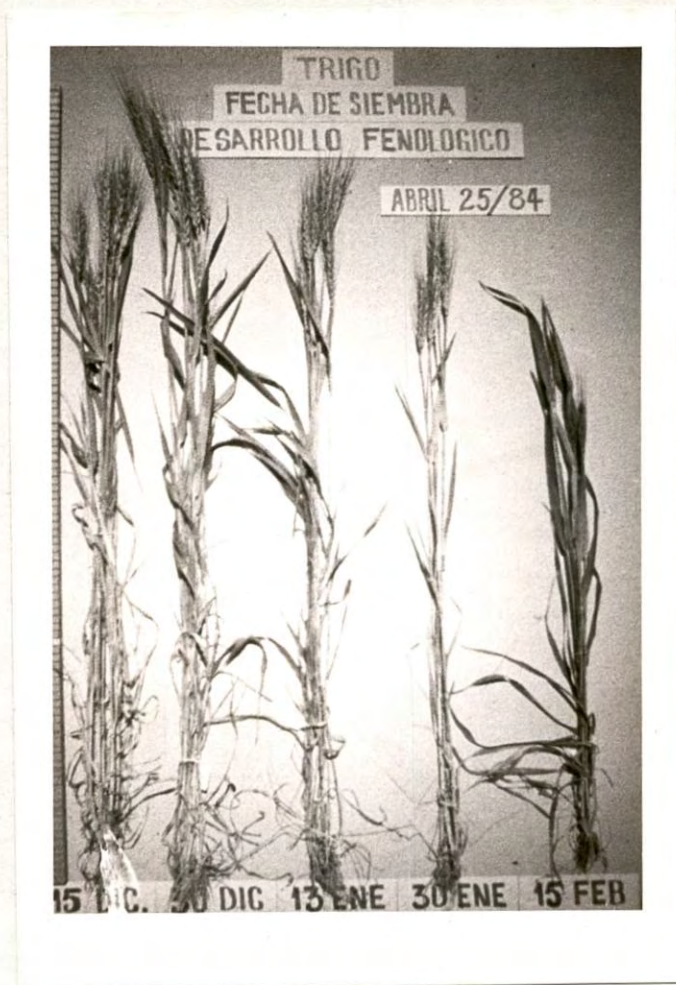


FIGURA 17. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 15 DE DICIEMBRE. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.

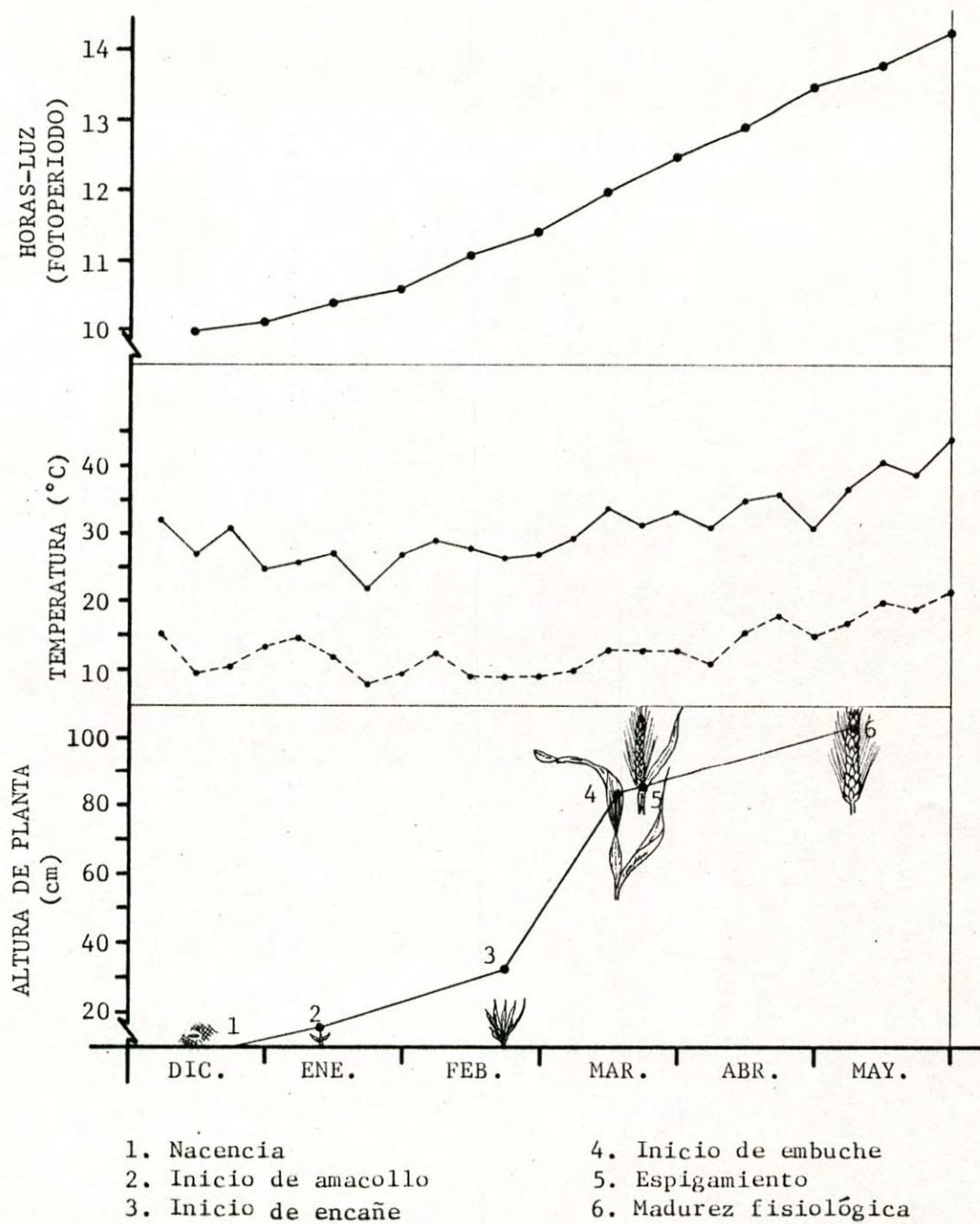




FIGURA 18. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 30 DE DICIEMBRE. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

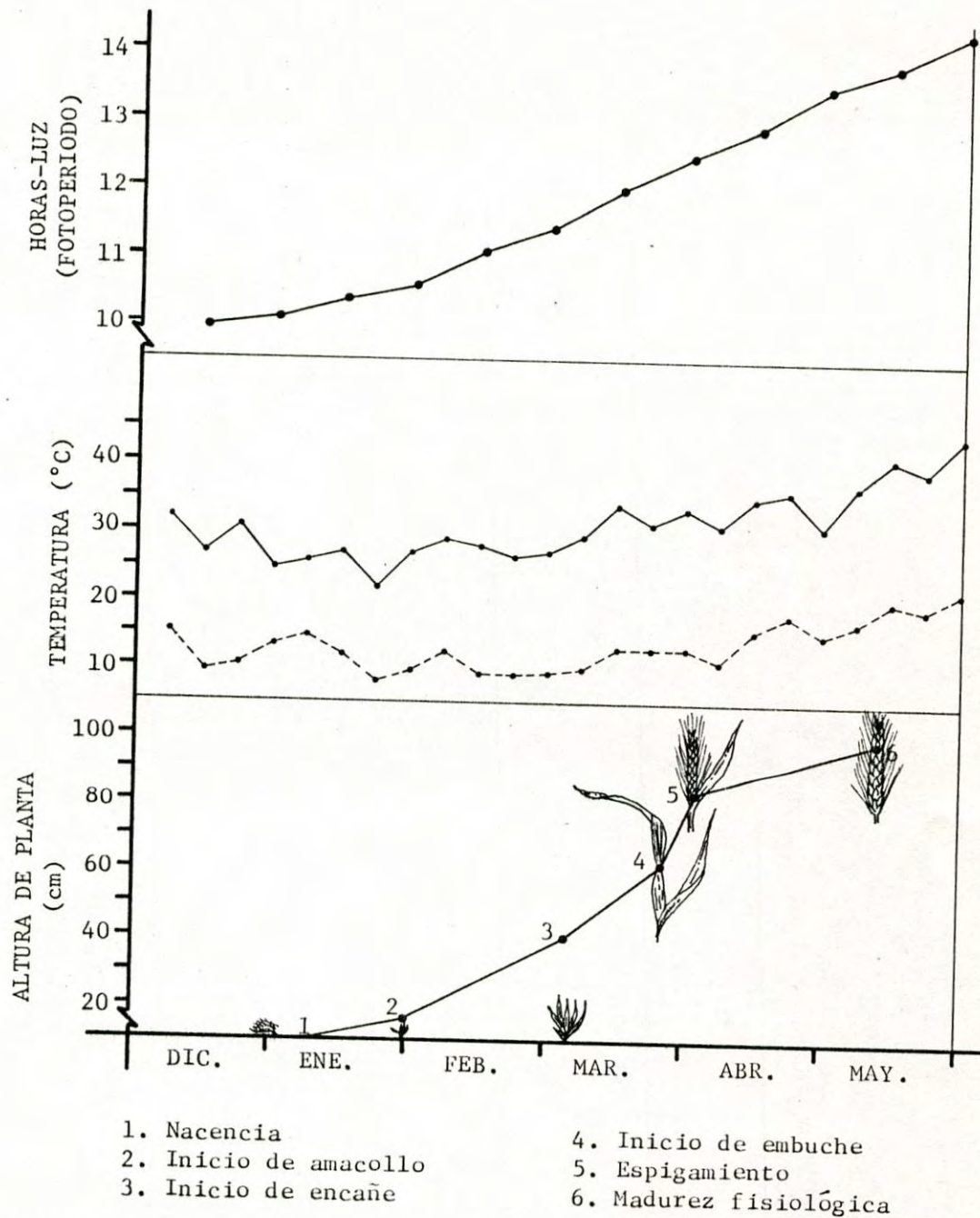


FIGURA 19. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 13 DE ENERO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

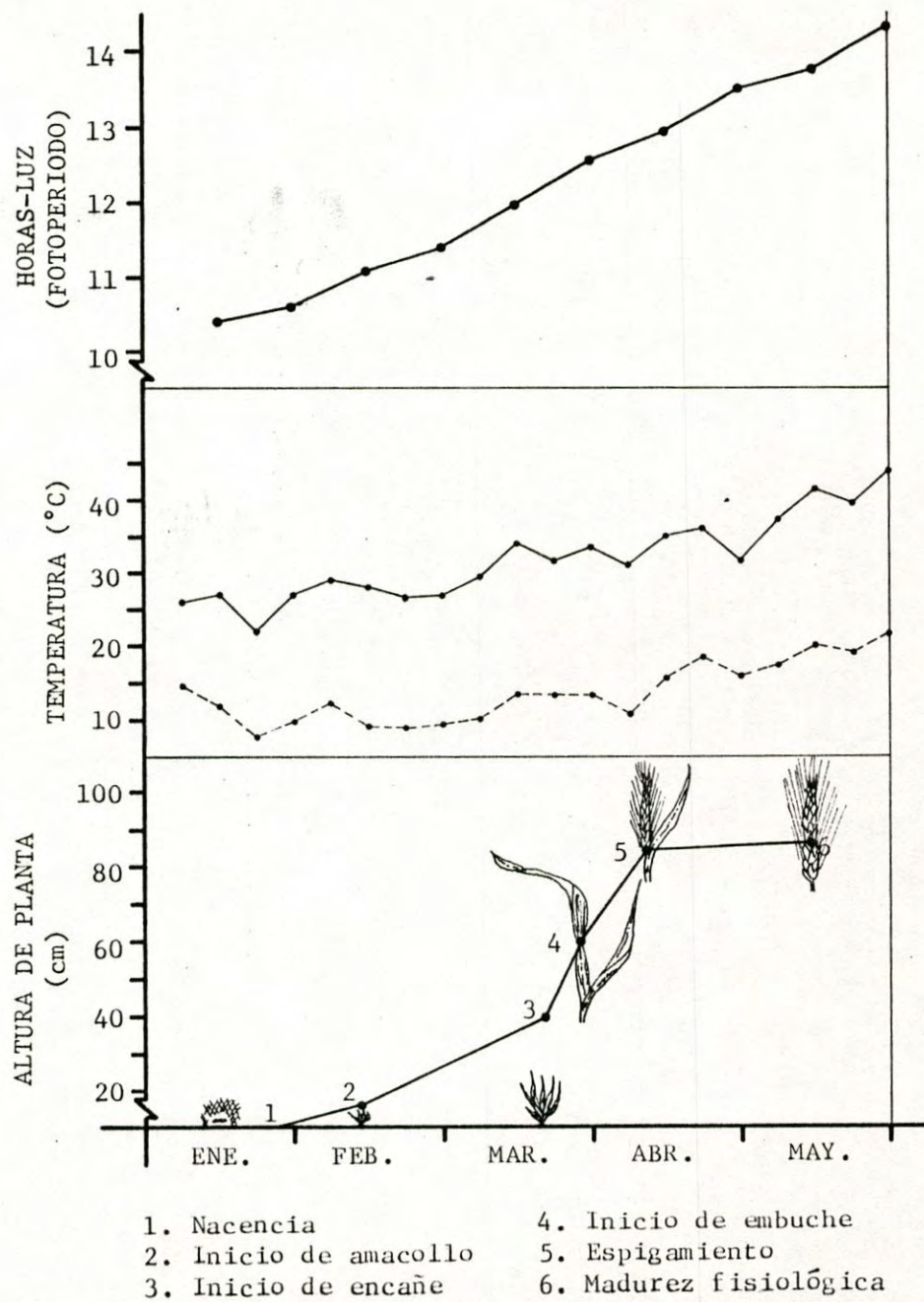
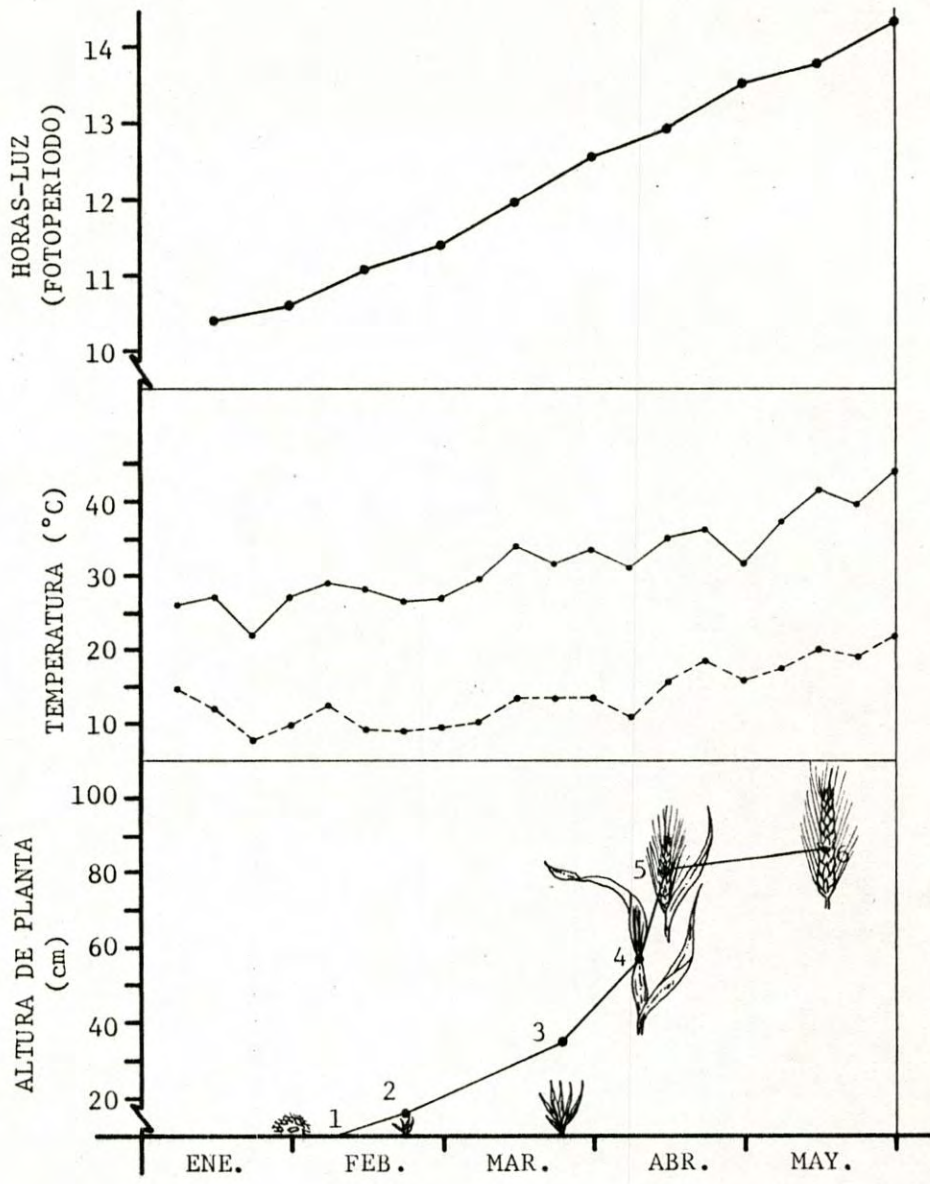
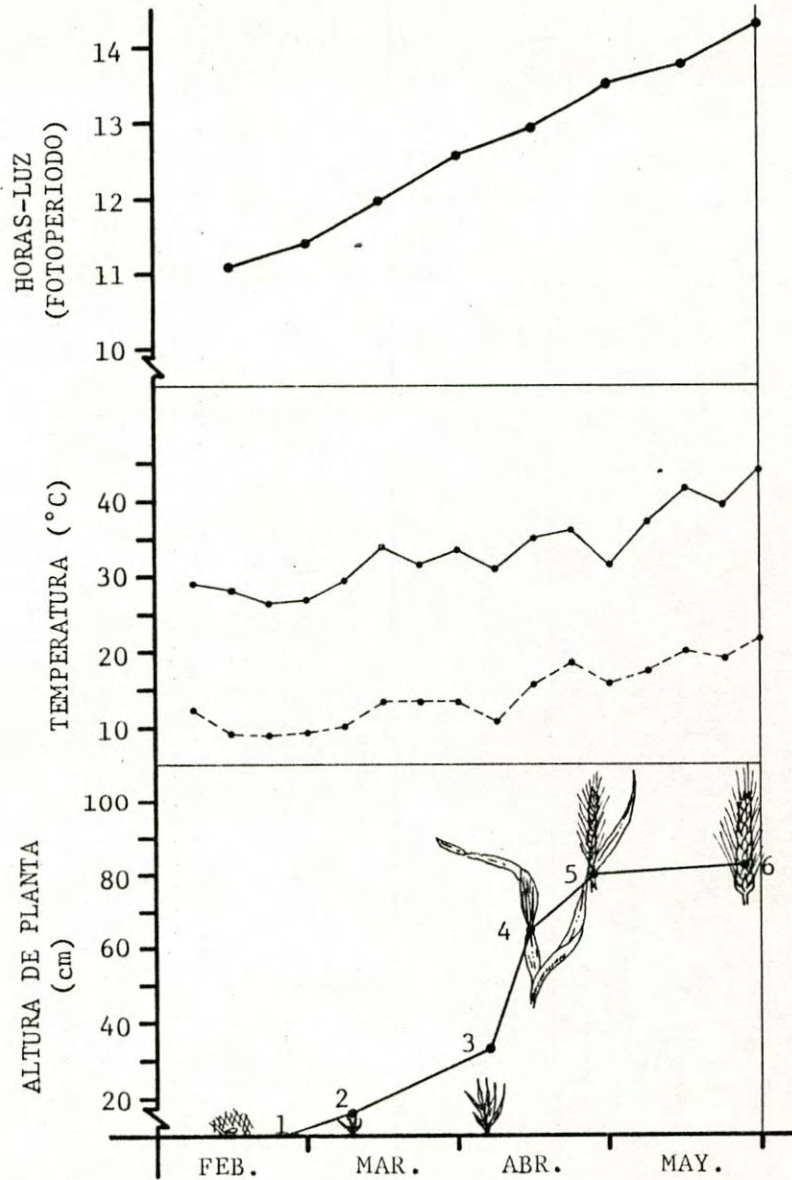


FIGURA 20. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURAS PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 30 DE ENERO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.



- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1. Nacencia           | 4. Inicio de embuche   |
| 2. Inicio de amacollo | 5. Espigamiento        |
| 3. Inicio de encañe   | 6. Madurez fisiológica |

FIGURA 21. DESARROLLO VEGETATIVO DEL TRIGO RELACIONADO CON ALTURA DE PLANTA, TEMPERATURA PROMEDIO MAXIMAS Y MINIMAS SEMANALES Y FOTOPERIODO, EN FECHA DE SIEMBRA 15 DE FEBRERO. VALLE DE MEXICALI, B. C. OTOÑO-INVIERNO 1983-84.



- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1. Nacencia           | 4. Inicio de embuche   |
| 2. Inicio de amacollo | 5. Espigamiento        |
| 3. Inicio de encañe   | 6. Madurez fisiológica |

FIGURA 22. ECUACION DE REGRESION DEL EFECTO DE LAS HORAS FRIO ACUMULADAS EN LA ETAPA DE AMACOLLAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO DE TRIGO. VALLE DE MEXICALI, B.C. OTOÑO-INVIerno 1983-84.

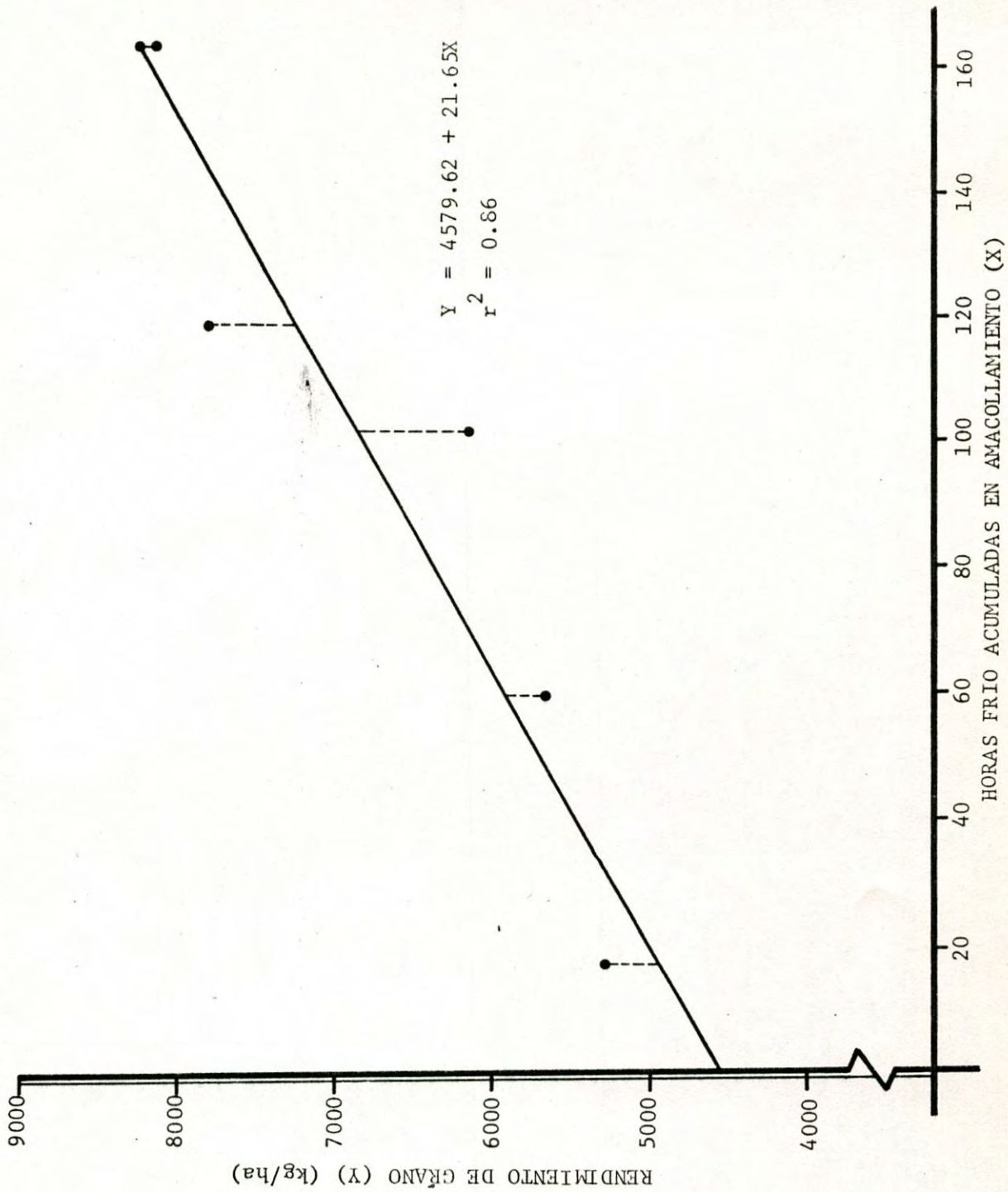


FIGURA 23. HORAS-FRIO POR MES EN PROMEDIO DE 11 AÑOS (1969-1979) EN CUATRO ESTACIONES DEL DISTRITO DE RIEGO No. 014. MEXICALI, B.C. Y UNA EN EL VALLE IMPERIAL, U.S.A.

