

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



"RESPUESTA A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS EN
LA ETAPA DE PLANTULA DE MIJO PERLA

[*Pennisetum americanum* (L.) Leeke].

MARIN, N. L., INVIERNO DE 1985"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

FRED UZCANGA MORTERA

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1988

T

SB191

.M5

U9

C.1



1080062985

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

"Respuesta a altas y bajas temperaturas en la etapa de plantula de Mijo Perla [*Pennisetum americanum* (L.) Lecke]. Marín, N.L. Invierno de 1985"



Elaborada por:

"RESPUESTA A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS EN LA ETAPA DE PLANTULA DE MIJO PERLA

[*Pennisetum americanum* (L.) Lecke].

MARIN, N. L., INVIERNO DE 1985".

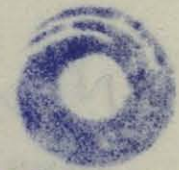
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Ph.D. Retirante
Asesor Externo

PRESENTA
FRED UZCANGA MORTERA



Ing. M.C. María Rodríguez Cabrera
Asesor Interno

Ing. M.C. María Rodríguez Cabrera
Asesor Interno

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1988

8815 *RM*

T
SBL9L
.M5
U9

040.633
FA1
19
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad



BU Raúl Rangel Fajó
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

Fesss

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

"Respuesta a altas y bajas temperaturas en la etapa de plántula de Mijo Perla [Pennisetum americanum (L.) Leeke]. Marín, N.L. Invierno de 1985"

T E S I S

Elaborada por:


FRED UZCANGA MORTERA

Aceptada y aprobada como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR DE LA TESIS


Ph.D. Ratikanta Maiti
Asesor Externo (Principal)


Ing. M.C. Leonel Romero Herrera
Asesor Principal


Ing. M.C. Mauro Rodríguez Cabrera
Asesor Técnico


Ing. M.C. Nahúm Espinoza Moreno
Asesor Estadístico

MARIN, N.L.

FEBRERO DE 1988.-

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Pedro Uzcanga Morales

Sra. Victoria Mortera de Uzcanga

Con amor, respeto y admiración por haberme guiado
con mano firme y amorosa a nuestra familia a
través de diferentes etapas.

A DIOS:

Por darme la satisfacción de
haber culminado mis estudios y
poder ofrecer a mis padres este
trabajo.

A MIS HERMANOS:

Edgar y Chana

Elda y Martín

Lily y Jorge

Erubiel

Ebandro

Jorge Alberto

Maricruz

Con cariño y respeto; por su valioso
apoyo durante el curso de mis
estudios..

A MIS SOBRINOS:

Con cariño.

AGRADECIMIENTOS

Al ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics), por la información brindada.

Al Dr. Ratikanta Maiti, por sus sugerencias, orientación y dirección durante la realización del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Leonel Romero Herrera, por su valiosa ayuda en la revisión y correcciones hechas al presente trabajo.

Al Ing. M.C. Mauro Rodríguez Cabrera, por haber participado en la revisión y corrección del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Nahúm Espinoza Moreno, por su disponibilidad en la asesoría e interpretación de los resultados.

A mis amigos, compañeros y demás personas que contribuyeron al desarrollo y terminación de este trabajo.

A TODOS GRACIAS.-

A las Señoras :

Ursula Uzcanga Morales y Familia

Socorro Mireles y Familia

Por el cariño y hospitalidad que me
brindaron durante la realización de
mis estudios.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	3
2.1. Importancia.	3
2.1.1. Adaptación.	3
2.2. Origen, Clasificación y Distribución.	4
2.2.1. Origen.	4
2.2.2. Clasificación.	7
2.2.3. Distribución.	7
2.3. Requerimientos Ecológicos.	8
2.3.1. Suelo.	8
2.3.2. Humedad.	9
2.3.3. Temperatura.	9
2.3.4. Fotoperíodo.	9
2.4. Crecimiento y Desarrollo.	10
2.5. Establecimiento del Cultivo.	11
2.5.1. Germinación del grano.	11
2.5.2. Problemática del establecimiento del cultivo.	12
2.5.3. Tamaño de semilla y vigor de la plá <u>n</u> tula.	12
2.5.4. Efectos ambientales y edáficos sobre el establecimiento del cultivo.	13

	Página
4.1.1.4. Análisis combinado.	27
4.1.2. Análisis de correlación.	28
4.1.2.1. Correlación entre UCA y variables	29
4.2. Fase de Campo.	33
4.2.1. Análisis de varianza por fecha.	33
4.2.1.1. Fecha 1 (15 de Octubre, temperatura 5.0 a 33.5°C).	33
4.2.1.2. Fecha 2 (15 de Noviembre, temperatura -2.5 a 29.5 °C).	34
4.2.1.3. Fecha 3 (15 de Diciembre, temperatura -1 a 32.5 °C).	34
4.2.1.4. Fecha 4 (15 de Enero, temperatura -2 a 39°C).	34
4.2.1.5. Análisis combinado.	35
4.2.2. Análisis de correlación.	36
4.2.3. Correlación entre UCA y variables.	36
V. DISCUSION.	42
5.1. Fase de Ambiente Controlado.	42
5.2. Fase de Campo.	44
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	48
VII. RESUMEN.	49
VIII. BIBLIOGRAFIA.	51
IX. APENDICE.	56

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figúra		Página
1	Correlación entre U.C.A y altura de plántula. Fecha 1 ambiente controlado (12 de Noviembre Temperatura 28.5 a 36.4°C).	30
2	Correlación entre U.C.A y altura de plántula. Fecha 2.ambiente controlado (14 de Enero, Tem peratura 13.7 a 30.0°C).	31
3	Correlación entre U.C.A y altura de plántula Fecha 3.ambiente controlado (23 de Abril, Tem peratura 25 a 34°C).	32
4	Correlación entre U.C.A. y altura de plántula. Fecha 1. Fase de campo (15 de Octubre).	37
5	Correlación entre U.C.A. y altura de plántula. Fecha 2. Fase de campo (15 de Noviembre).	38
6	Correlación entre U.C.A. y altura de plántula. Fecha 3. Fase de campo (15 de Diciembre).	40
7	Correlación entre U.Ĉ.A. y altura de plántula. Fecha 4. Fase de campo (15 de Enero).	41
8	Precipitación, temperatura máxima y mínima du rante el desarrollo del experimento en la fase de campo en la región de Marín, N.L. Invierno de 1985 (Estación Agroclimática de la Facultad de Agronomía, UANL).	74
9	Croquis del experimento y distribución de los tratamientos (genotipos) en la respuesta al efecto de temperaturas altas y bajas en el cre cimiento de plántulas de mijo perla (<u>P. ameri canum</u>). Marín, N.L. Invierno de 1985.	75

Cuadros del Apéndice

Página

1	Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) a temperatura controlada 36.4 a 28.5°C. Marín, N.L. Invierno de 1985. . .	57
2	Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) 36.4 a 28.5°C, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.	58
3	Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) a temperatura controlada 30.0 a 13.7°C. Marín, N.L. Invierno de 1985. . .	59
4	Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) 30.0 a 13.7°C, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.	60
5	Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) a temperatura controlada 34 a 25°C. Marín, N.L. Invierno de 1985.	61
6	Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) 34 a 25°C, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.	62
7	Análisis de varianza de los resultados de una serie de experimentos o análisis combinado del experimento realizado bajo ambiente controlado	

	de mijo perla (<u>P. americanum</u>). Marín, N.L. Invierno de 1985.	63
8	Correlación de las variables consideradas en los primeros 25 días de crecimiento en plántulas de mijo perla (<u>P. americanum</u>) en el experimento bajo ambiente controlado. Marín, N.L. Invierno de 1985.	64
9	Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) en el campo. 15 de Octubre. Marín, N.L. Invierno de 1985.. . . .	65
10	Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) en la fase de campo. 15 de Octubre, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.	66
11	Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) en la fase de campo. 15 de Noviembre. Marín, N.L. Invierno de 1985.	68
12	Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) en la fase de campo 15 de Noviembre, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.	69
13	Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) en la fase de campo. 15 de Diciembre. Marín, N.L. Invierno de 1985.	70

Cuadro	Página
14 Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (<u>P. americanum</u>) en la fase de campo. 15 de Enero. Marín, N.L. Invierno de 1985.	71
15 Análisis de varianza de los resultados en una serie de experimentos o análisis combinado del experimento realizado en el campo Marín, N.L. Invierno de 1985.	72
16 Correlación de las variables consideradas en los primeros 30 días de crecimiento en plántulas de mijo perla (<u>P. americanum</u>) en el experimento en la fase de campo. Marín, N.L. Invierno de 1985...	73
Anexo 1. Metodología para determinar contenido de Ac. Cianhídrico.	77

I. INTRODUCCION

En la actualidad uno de los principales problemas que enfrenta el hombre es la baja producción de alimentos en comparación con el alto índice de crecimiento poblacional, por lo que se ha visto en la necesidad de buscar nuevas alternativas para obtener una mayor producción y esto lo ha logrado a través de la investigación, ya que esta es una de las formas más importantes para resolver dichos problemas, para introducir las técnicas que puedan contribuir a mejorar la agricultura comercial o de subsistencia.

Lo anterior nos ha permitido definir que existe en México una agricultura de temporal con limitados recursos socio-económicos y técnicos, donde los principales cereales cultivados son: maíz, sorgo y avena entre otros. Sin embargo, en otras regiones del mundo se siembran cultivos como el mijo perla [Pennisetum americanum (L.) Leake] que es un cereal que prospera en los trópicos semiáridos de otros países donde la agricultura es de temporal y se vé afectada por lo errático de las lluvias, su mala distribución, frecuencia y duración lo cual genera severas sequías. Por lo mismo, este cultivo se presenta como una alternativa para la obtención de granos y forraje, ya que se puede cortar al mes y medio después de sembrado (Roble, 1984).

En la actualidad, se están realizando diferentes estudios para su introducción y adaptación a diferentes niveles

de humedad y temperatura. El mijo perla se desarrolla generalmente a altas temperaturas, no teniéndose información acerca de su respuesta a bajas temperaturas, por lo cual la presente investigación se vé enfocada al estudio de dicho cultivo en relación a su comportamiento a temperaturas altas y bajas que prevalecen durante el invierno en el noreste de México. Planteamos esta investigación a nivel de plántula (30 días de crecimiento), ya que es cuando presenta mayor susceptibilidad a las altas y bajas temperaturas, con esto se desea seleccionar genotipos tolerantes a las temperaturas prevalecientes en nuestra zona.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Conocer la variabilidad genética del presente material en relación a su respuesta en la emergencia y altura de plántula a las temperaturas altas y bajas y seleccionar genotipos tolerantes a dichas temperaturas.
- Conocer los efectos de las temperaturas altas y bajas sobre la elongación, extensión y expansión de la hoja tres.

Las hipótesis son:

- Existe variabilidad genética en la tolerancia a las temperaturas altas y bajas.
- Existe efecto de temperaturas altas y bajas sobre la elongación, extensión y expansión de la hoja tres y vigor de la plántula.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia

El mijo perla [Pennisetum americanum (L.) Leeke], es uno de los cereales de mayor importancia alimenticia y forrajera para la agricultura de temporal que se desarrolla en los trópicos semiáridos de muchos países como: Africa, India, Pakistán, Bangladesh, Bruma, Sri Lanka y otros como Argentina y los Estados Unidos. Esta planta crece y se desarrolla en ambientes similares a los que prevalecen en la región semiárida del noreste de México.

El mijo perla es un cultivo anual de rápido crecimiento y de regiones calientes, que puede ser usado efectivamente como cosecha de emergencia para heno, pudiendo cultivarse entre cosecha y cosecha o cuando por alguna circunstancia otro cultivo diferentes se haya perdido, el mijo perla es bueno para este propósito por su ciclo vegetativo corto, por su facilidad de cultivo y por la alta probabilidad de cosecha. En los Estados Unidos se utiliza como cultivo trampa y en ocasiones para la producción de heno, pero ha sido poco a poco reemplazado por el zacate Sudán en muchas localidades de este país (Wheeler, 1950).

2.1.1. Adaptación

En Africa y el sur de Asia, que corresponde principalmente a los trópicos semiáridos donde las áreas de adaptación de

este cultivo están claramente definidas por un promedio de precipitación entre 200-600 mm, zonas caracterizadas por períodos cortos de lluvia (2-4 meses), altas temperaturas medias, altas tasas de evapotranspiración potencial y con características edáficas del suelo poco profundo y arenoso (Cocheme y Franquin, 1967). La concentración en zonas de precipitación menores a los 600 mm anuales es prueba de la adaptación del mijo perla a un promedio bajo de precipitación. En la zona del noreste de México, prevalecen las mismas condiciones, siendo la precipitación promedio de 500 mm anuales, las temperaturas altas promedio de 22°C y con un máximo de 35-45°C (García, 1973). Las necesidades térmicas del cultivo fluctúan entre 10-45°C, no obstante, la máxima expresión de los procesos metabólicos y etapa de crecimiento fluctúan entre los 33-34°C (Ong y Monteith, 1984).

2.2. Origen, Clasificación y Distribución

2.2.1. Origen

Se tiene conocimiento de la presencia del mijo perla en los trópicos semiáridos de Africa antes de 1100 años A.de C. La evidencia de origen está dada por su distribución actual del mijo perla y sus ancestros silvestres.

En base a la diversidad morfológica, su origen podría ser Africa; sin embargo, no mencionan el lugar específico y época de domesticación, citado por Koerieker y Werner (1985). Surgiendo tres hipótesis que son:

La primera expuesta por Vavilov (1949-1950), en base a su trabajo dá el origen en Etiopía, siendo esto erróneo de acuerdo con dos progenitores silvestres (P. americanum subsp. monodii), adaptados a las regiones arenosas y semiáridas de Sahel. Además de que el mijo etiope no presenta gran diversidad, la presencia quizás es debida a la introducción y domesticación.

La segunda hipótesis postula que este cultivo es del oeste de Africa, cerca del río Niger, domesticado por la tribu Mande, entre 4000-5000 años A. de C., siendo descartada ya que el mijo perla es de zona seca y en esta región el clima predominante es lluvioso (Murdock, 1952).

La tercer hipótesis sugiere un tercer centro de origen en una franja del oeste de Sudán a Senegal, está dado por la diversidad morfológica presente en el Oeste de Africa, Sur del Desierto del Sahara y el norte de la zona de bosques (Harlan, 1971).

El pool genético (PGM) -(grupo)- incluye plantas domesticadas y espontáneas (Harlan y Wet, 1971). Dividiéndose en tres unidades morfológicamente distintas el PGM: (1) plantas silvestres; (2) malezas con morfología intermedia (cruza entre plantas silvestres y domesticadas) dependen directamente del hombre y (3) plantas cultivadas. Estos tres grupos tienen diferente respuesta a la selectividad. Bruken et al. (1977). Consideran estos tres grupos como subespecies de P. americanum. La evidencia marca como pariente silvestre del mijo perla a P. americanum subsp monodii, la subespecie ha cambiado muy poco

encontrándose como pasto adaptado en el margen sur de las tierras altas del Sahara, maleza común en áreas cultivadas. Siendo domesticado entre 3000-2000 años A. de C.

El cultivo es producto de una domesticación múltiple de acuerdo a la gran diversidad, la introducción y cruce con especies silvestres, es lo que explica la gran diversidad actual del mijo perla (Porters, 1962).

La subespecie monodii incluye todas las plantas con capacidad de hibridarse y producir una progenie fértil. Esta subespecie estaba dividida en dos especies: P. violaceum (Lam) L. Kich y P. Fallax Stapf y Hubb nativas de Shael en el oeste de Africa. La hibridación de estos dos, dá origen a P. americanum. La especie monodii ha retenido su morfología silvestre y adaptabilidad a ambientes naturales.

Los miembros de la subespecie se caracterizan por medir menos de un metro, pero bajo condiciones de humedad alcanzan hasta dos metros. Estas subespecies se localizan en la zona de Sahel al oeste de Africa, centro de Sudán y zonas altas del centro del Sahara.

El PGM del mijo perla incluye una gran diversidad de especies, haciendo difícil su distinción, por ejemplo. El shibra es una maleza común en el cultivo del mijo perla en el oeste de Africa, se diferencia por presentar una inflorescencia larga y cardosa, terminal y elongada. Esta se divide en dos subespecies: P. stenostachyum (Klotzch) Stapf y P. dalzielli Stapf y Hubb, no encontrándose estos aislados del cultivo del

mijo perla, siendo el shibra clasificado como *P. americanum* subsp *stenostachyum* (Klotzch) Brunken y Clayton (1962).

2.2.2. Clasificación

P. americanum subsp *americanum* incluye todas las especies cultivadas, las cuales eran cultivadas en forma primitiva, pero en los últimos 20 años se han hecho mejoramientos en la India, oeste de Africa. El ICRISAT cuenta con 16,000 colecciones con una amplia diversidad morfológica, diferenciando la subespecie *americanum* de *monodii* y *stenostachyum* por la ausencia de la formación callosa en la madurez. Con la domesticación se han originado cambios morfológicos como el tamaño de la inflorescencia, tamaño de la semilla, disminución de la longitud de las brácteas florales.

El mijo perla es el más importante cereal en los trópicos semiáridos del viejo mundo. En Africa, ocurre de Senegal a Etiopía y del norte al sur de Africa. Este es el cultivo principal en las regiones semiáridas del noreste de la India. La mayor variabilidad ocurre en la zona de Sahel en el oeste de Africa.

2.2.3. Distribución

En base a su taxonomía y origen, el *P. americanum* se dice que se originó de plantas silvestres y cultivadas en el oeste de Africa, en la parte norte, zona del Sahel, en la frontera con el Sahara, así penetró a Africa del este, Sudán e India. (Purseglava, 1972).

Alcanzó Europa en el Siglo XIX, penetró a España y Norte de Africa donde se cultivó para grano. Es el cultivo más importante en la zona de Sahel, cerca del Sahara en Africa tropical en el sur de Sudán tiene igual importancia que el sorgo. En el último siglo llegó a los Estados Unidos donde se cultivó como forraje, así también en Australia y en otros países, en donde fue ensombrecido por el sorgo y el zacate. Sudán, su interés ha renacido por la introducción de variedades mejoradas en la India, Estados Unidos y Australia. El mijo perla es de gran importancia en zonas de baja precipitación por su ciclo corto, habilidad para crecer, buena calidad de forraje y facilidad de producir semilla.

2.3. Requerimientos Ecológicos

2.3.1. Suelo

El mijo perla puede crecer en una gran diversidad de suelos, excepto aquellos inundados o inundados estacionalmente cuando coincide con el crecimiento de la planta. Se comporta mejor en suelos franco ligeros y suelos arenosos que en los pesados, donde desarrolla un sistema radicular muy superficial, prospera en suelos de baja fertilidad y produce al menos alguna cosecha donde otros cultivos fallan (Ogden, 1977, citado por Maiti 1986). Sin embargo, en suelos ricos y bajo condiciones ambientales favorables, producen excelentes rendimientos de forraje y grano. En Africa e India se cultiva en suelos alfisoles con pH de 6.2 - 7.2.

2.3.2. Humedad

El mijo perla tolera condiciones de baja precipitación, en la zona de Sahel en el África occidental, los cultivares precoces pueden cultivarse para grano con una precipitación anual de 250-300 mm, mientras que el sorgo en esta zona requiere 350 mm. En Sudán, el límite es alrededor de la isoyeta 250 mm. La tolerancia del mijo perla es debida a su rápido crecimiento y a la maduración precoz, por tal motivo la planta escapa a la sequía y completa su ciclo antes de que la estación de lluvia termine. Las variedades precoces del mijo perla pueden cultivarse en lugares de menor precipitación que las requeridas por el sorgo, las variedades tardías son más importantes cuando la precipitación es relativamente baja. El P. americanum es susceptible a la sequía en el período de crecimiento y la planta sobrevive al lograr un estado de latencia como el caso del sorgo lo presenta (Ogden, 1977; citado por Maiti, 1986).

2.3.3. Temperatura

El mijo perla requiere altas temperaturas para su rápido desenvolvimiento sobre todo en la etapa final de desarrollo de la planta (Ogden, 1977, citado por Maiti, 1986). Las necesidades térmicas fluctúan entre 10-45°C, siendo las óptimas de 33-34°C, su adaptación a altas temperaturas se asemeja al sorgo (Frere, 1984).

2.3.4. Fotoperíodo

Es una planta facultativa de día corto, por lo cual bajo fotoperíodo de 12 horas-luz la temperatura no afecta la flora

ción, mientras que bajo fotoperíodo largo, la temperatura puede afectar la floración, alargándose esta en algunos genotipos con fotoperíodo de 14-16 horas (Ogden, 1977, citado por Maiti, 1986). Este factor afecta la acumulación de materia seca (MS), con fotoperíodo largo 14-16 horas, se tiene una alta acumulación de materia seca en comparación con la producida bajo fotoperíodo de 12 horas-luz. Begg y Burton (1971) demostraron que la producción se ve afectada por el fotoperíodo, ya que cuando éste es largo, se tiene un mayor número de hijuelos y hojas en el tallo principal, por lo que podemos decir que algunos genotipos podrían generar más forraje en regiones subtropicales o bajo condiciones semitempladas.

Se ha demostrado que con la manipulación del fotoperíodo y la temperatura podremos manipular el ciclo del cultivo, por lo que tenemos que a temperatura alta de día y de noche (32-29°C), combinado con días largos (16 horas) y de alta intensidad lumínica se favorece el crecimiento de la planta, mientras que la floración es inducida por días cortos (8 horas-luz) (Burton, 1965).

2.4. Crecimiento y Desarrollo

Para describir el crecimiento y desarrollo del mijo perla, se ha dividido en tres etapas, las cuales describen el ciclo del cultivo desde la emergencia del grano hasta la producción de éste. Siendo estas: Fase vegetativa (EC_1); desde la emergencia hasta la iniciación floral del tallo principal; la fase de desarrollo de la panícula (EC_2), la cual consta desde

la iniciación de la panícula hasta la floración del tallo principal y la fase de llenado del grano (EC₃), que abarca desde la floración hasta el final del período de llenado del grano (madurez fisiológica).

2.5. Establecimiento del Cultivo

2.5.1. Germinación del grano

Este proceso se inicia desde que la semilla absorbe humedad hasta un 50% de su peso y se hincha, a las 24 horas aparece la coleorriza, en otras 12 horas emerge la raíz primaria de la coleorriza y en aproximadamente el mismo tiempo, el coleóptilo de la plúmula a través del pericarpio, la primera hoja emerge del coleóptilo solamente después de que éste sobresale de la superficie del suelo.

La raíz primaria crece hacia abajo y produce raíces adventicias y el coleóptilo emerge, produciendo los primeros nudos de los cuales se originan raíces adventicias. Hay varios factores que afectan la germinación, entre ellos la temperatura y la humedad son los más importantes.

En 1967 se hicieron estudios sobre el humedecimiento de la semilla por 22 horas y secado a la sombra, de lo cual resultó en un incremento del 16% en la germinación, esto bajo una precipitación baja y mal distribuida (Rajasshekara et al., 1972). El porcentaje de germinación es independiente de la temperatura, pero la tasa de germinación se ve acelerada a temperaturas altas (Pearson, 1975).

El porcentaje de emergencia, tasa de emergencia, la sobrevivencia y crecimiento de la planta generalmente se incrementa con las temperaturas altas de hasta 33°C (Hart y Well, 1965; Lauders, 1971 y Pearson, 1975).

2.5.2. Problemática del establecimiento del cultivo

Las semillas sometidas a altas y bajas temperaturas se ven afectadas tremendamente en su germinación (Garner, 1918). Se ha observado que la semilla que germina a bajas temperaturas son más resistentes a la sequía que aquellas que germinan a altas temperaturas (Samygin y Varlamov, 1964).

Se realizaron estudios sobre el porcentaje de germinación al probar temperaturas bajas de -10 a 15°C y temperaturas altas de 40 a 80°C por 1, 2, 5 y 10 días, los resultados demostraron que la temperatura y su duración afecta significativamente el porcentaje de germinación en semillas pretratadas a temperaturas altas su germinación declinó significativamente (Raza, 1977). Es importante dicho efecto para conocer los factores que afectan la germinación, justificándose con esto la baja emergencia en un cultivo.

Por esto se recomienda pretratar la semilla con bajas temperaturas por períodos cortos (1 día) para obtener el más alto porcentaje de germinación. Roy y Grupta (1976) lo comprobaron en arroz.

2.5.3. Tamaño de semilla y vigor de la plántula

La tasa de crecimiento y/o tamaño de la plántula está relacionado al tamaño de la semilla en un buen número de gramí-

neas (Kneebone y Cremer, 1955; Rogler, 1954) y cereales (Boyd et al., 1971; Kauffman y Guillard, 1967), incluyendo el mijo (Siband et al., 1979). La razón es por el mayor contenido de endospermo para soportar el crecimiento heterotrófico y transicional de la plántula (Arnot, 1975), algunos reportes asocian un potencial bioquímico más grande con el crecimiento debido al tamaño de la semilla (Mc Daniels, 1969). El tamaño de la semilla varía desde 4 mg hasta 12 mg, siendo una fuente de variación para tamaño de plántula, así como un carácter potencial de explotación (Voigt y Brown, 1969).

Se ha estudiado el efecto del tamaño de la semilla sobre el peso seco, encontrándose que varía en un 32% a la emergencia y un 17% a los 15 días (Bidinger et al., 1985). Se ha observado que la semilla grande moviliza más reserva para el crecimiento, pero su utilización es menos eficiente que en el caso de la semilla pequeña (Whalley et al., 1966), lo reportaron en otros pastos, el tamaño de la semilla es el responsable de una gran proporción de la variación del tamaño de la plántula. El mejoramiento del vigor de la plántula es posible por dos vías: la selección directa por tamaño de la semilla o por el vigor de la plántula (Voigt y Brown, 1969; Kneebone, 1956).

2.5.4. Efectos ambientales y edáficos sobre el establecimiento del cultivo

2.5.4.1. Costra del suelo. Este es un problema que se presenta después del riego o de lluvia y es provocado por el secado rápido de la superficie del suelo, es un problema serio sobreto-

do en la estación de verano, ésta ocasiona una reducción en la emergencia lo que da como resultado una disminución en la densidad de población (Sharman y Agrawal, 1979). Debido a este factor, se hicieron evaluaciones de dureza de la costra, densidad de siembra, período de lluvia y contenido de humedad inicial a la siembra, en este caso se tiene un incremento en la emergencia en terrenos con tendencia a encostrarse (Agrawal y Sharman, 1980).

2.5.4.2. Humedad. Siendo este uno de los factores más importantes en el crecimiento y desarrollo de un cultivo, haciendo mención en el caso del mijo perla bajo condiciones de alta humedad en la etapa de crecimiento, tiende a alargarse ya que éste se detiene o disminuye (Ogden, 1977, citado por Maiti, 1986).

2.5.4.3. Temperatura. Es un factor importante que determina el tiempo desde la siembra hasta la madurez fisiológica en los cultivos anuales. Se han hecho estudios sobre el efecto de la temperatura del suelo en la emergencia de diferentes cultivos (Martin et al., 1975; Maiti, 1986), encontrándose que ésta afecta la emergencia y extensión de la plúmula, esto se observa al disminuir la temperatura de 35 a 15°C, reportándose como letal las temperaturas de 40 a 48°C (Wilson et al., 1982).

Además, se tiene que la emergencia es tardía y pobre, se asocia con temperaturas altas de la superficie del suelo. El porcentaje y rapidéz de emergencia son reducidos por temperaturas del suelo menores de 25°C en sorgo (Martin, 1935).

2.6. Trabajos Similares

Se han realizado experimentos en el invernadero a temperaturas controladas de 19, 22, 25, 28 y 31°C y se encontró que el máximo crecimiento podría ser a temperaturas de 25 a 27°C y para peso seco total a 20 22°C (Squirra et al., 1984).

Otros estudios en dos cultivares de Pennisetum typhoides y un biotipo de P. typhoides x P. purpureum fueron estudiados a cuatro temperaturas de 33/28 y 15/10°C (día/noche) bajo radiación natural.

Se encontró que el porcentaje de germinación es independiente de la temperatura. Sin embargo, la tasa de germinación y emergencia fue acelerada y las plantas altas sobrevivieron a las temperaturas a las cuales la velocidad de expansión del área foliar y acumulación de materia seca fue mayor i.e., 33/28°C.

Ong y Monteith (1984) realizaron experimentos en el invernadero demostrando que la tasa de germinación del mijo perla aumenta linealmente desde una temperatura base de 10 a 12°C hasta la óptima de 34°C y disminuye a cero con temperaturas de 45 a 47°C, otro proceso de desarrollo como iniciación de la hoja y espiguilla e hijuelos responde similarmente a la temperatura.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Trabajo

La presente investigación se realizó en la Facultad de Agronomía de la UANL, durante el ciclo de Invierno de 1985 (15 de Octubre al 24 de Febrero de 1985) como parte del Proyecto de Introducción y Adaptación de Mijo Perla (P. americanum) en el Noreste de México para la producción de grano y forraje.

El Campo Experimental se encuentra localizado en el municipio de Marín, N.L., cuyas coordenadas geográficas son: 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una altura de 367 msnm.

3.2. Características Climáticas y Edáficas de la Región

El clima predominante de la región es semiárido, el cual es clasificado de acuerdo a Köppen y las modificaciones hechas por García (1973) como tipo $BS_1(h')hx(e')$, el cual se define como un clima seco con precipitación media anual ligeramente superior a los 500 mm y una temperatura media anual de 22°C, la oscilación anual de la temperatura media mensual es muy extrema, siendo superior a los 14°C, es decir, con temperaturas en los meses más fríos (diciembre-enero) abajo de 18°C y los meses más calurosos (julio y agosto) superior a los 30°C. La precipitación se presenta durante todos los meses del año, pero poco frecuente.

La información referente a los rangos de temperatura registrada en el transcurso del experimento se muestran en la Gráfi

ca 8..

3.3. Descripción del Experimento

3.3.1. Material genético

Los genotipos utilizados en este experimento fueron obtenidos del Instituto de Investigación en Cultivos de los Trópicos Semiáridos (ICRISAT, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics).

Genotipos	Simbolos
WC-C75	G ₁
IVS-5454	G ₂
IVS-A-82	G ₃
ICMS-7835	G ₄
NELC-10-79	G ₅
WS-P-78	G ₆
ICMS-8008	G ₇
NELC-H-79	G ₈
ICMS-8021	G ₉
ICMV-81237	G ₁₀

3.3.2. Material no genético

Para la realización del presente experimento se contó con los instrumentos agrícolas necesarios para efectuar la preparación del terreno y el desarrollo del experimento, siendo éstos: azadón, rayador, nivelador, hilo, estacas, bolsas de papel, cinta métrica, estufa de secado, balanza analítica, cámara bioclimática, vasos de hielo seco, libro de campo, tijeras, tubos

de ensayo, papel filtro, tapones de hule. agua destilada, gradillas, espectrofotómetro y clordano.

3.3.3. Diseño experimental

Los genotipos fueron someridos a evaluaciones bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, el cual se hizo por fecha de siembra (cuatro fechas) y posteriormente se realizó el análisis combinado, empleándose los promedios de cada tratamiento y de cada fecha. Para la variable vigor fue sometida a un análisis estadístico no paramétrico planteado por Friedman (1973, 1940), citado por Conover (1980).

El modelo estadístico de bloques al azar realizado por fecha, es el siguiente (Cochran y Cox, 1980):

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Son las respuestas de las observaciones del tratamiento i en la repetición j .

M = Representa la media general

T_i = Representa el efecto del tratamiento i

B_j = Representa el efecto de repetición j

E_{ij} = Representa el error experimental aleatorio independiente, normalmente distribuido con media 0 y varianzas σ^2 asociados a las observaciones Y_{ij} .

El modelo estadístico para el análisis combinado o análisis de los resultados en una serie de experimentos es el siguiente (Cochran y Cox, 1980):

$$X_{ij} - M - T_i - T_j - M_{ij} - E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} - Representa las observaciones promedio del tratamiento i en cada fecha j .

M - Representa la media general de dicho promedio

T_i - Representa los efectos de fecha de siembra

T_j - Representa los efectos de tratamiento

M_{ij} - Representa la interacción del tratamiento y fecha de siembra

E_{ij} - Representa el error experimental. Es el promedio de los errores en las r parcelas que reciben el tratamiento en ese lugar.

El modelo estadístico planteado por Friedman para la variable no paramétrica vigor de la plántula (Conover, 1980).

$$X_r = \frac{12}{NK(K+1)} \sum_{j=1}^K (R_j) - 3N(K-1)$$

Donde:

N = Número de hileras

K = Número de columnas

R_j = Suma de rango en la columna j

3.3.4. Dimensiones del experimento

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por dos surcos espaciados a 10 cm, con una separación entre plantas de 4 cm, teniéndose así una área de 21,000 cm² (2.1 m²).

Las dimensiones de las repeticiones son:

- Superficie del experimento: 6.3 m^2
- Superficie de repetición: 2.1 m^2

En el experimento bajo ambiente controlado, el área estuvo delimitada al tamaño de la cámara bioclimática y el área de la parcela al tamaño del vaso.

El croquis de la distribución de los tratamientos (genotipos) y repeticiones se presenta en la Figura 9 del Apéndice.

3.4. Desarrollo del Experimento

En la preparación del terreno se realizó un escardado y desmenuado de terrones, posteriormente se trazó el almácigo y se trazaron los surcos. La semilla fue anteriormente tratada con clordano.

La densidad de siembra en el campo fue de 25 semillas por surco. Las fechas de siembra fueron: 15 de Octubre, 15 de Noviembre, 15 de Diciembre y 15 de Enero, realizándose al depositar la semilla en el fondo del surco a 3-4 cm de profundidad y posteriormente se efectuó el riego, los riegos se dieron dos veces por semana, es decir, un riego cada cuatro días, siendo éstos ligeros. No se tuvo incidencia de plagas, ni de malas hierbas durante el experimento, la labor que se efectuó fue el descostrado al día siguiente del riego, esto principalmente en la emergencia del cultivo, siendo una forma indirecta de control de malezas. Esto mismo se hizo en cada una de las fechas. La preparación del almácigo se realizó cinco días an-

tes de la siembra.

En el caso del experimento bajo ambiente controlado, se realizó en la cámara bioclimática donde fueron colocados los vasos con el material genético, los vasos se llenaron con tierra, la cual fue sernida 400 cm^3 . La siembra se hizo de 3-4 cm de profundidad y estos fueron puestos a temperatura controlada 35°C el 12 de noviembre, en este caso la temperatura osciló de $28.5\text{-}36.4^\circ\text{C}$, la segunda siembra a temperatura de 15°C el 14 de Enero de 1986, la oscilación fue de $13.7\text{-}30.0^\circ\text{C}$ y la tercer siembra a 28°C , la oscilación de la temperatura es de $25\text{-}34^\circ\text{C}$, realizándose el 23 de Abril de 1986. La siembra se realizó al depositar 10 semillas por maceta a 3-4 cm de profundidad; procediéndose a regar, en este caso los riegos fueron más espaciados. El experimento consistió en observar el comportamiento de las plántulas durante los primeros días de crecimiento y desarrollo (campo 30 días, ambiente controlado 25 días) bajo el efecto de temperaturas altas y bajas en base a las variables que se describen a continuación:

3.5. Descripción de las Variables

Experimento de campo

IE: Índice de emergencia. Fue determinado por la suma de los valores obtenidos de la relación entre el número de plántulas emergidas y el número de días transcurridos desde la siembra.

%E. Porcentaje de emergencia. Número total de plantas emergidas, multiplicado por cien y dividido entre el número total de semillas sembradas en cada caso.

- A7, A14, A21, A30. Altura de plántula a los 7, 14, 21 y 30 días. Altura de plántula desde la base del tallo a la punta de la hoja sobresaliente, los días a los cuales se registró cada altura se contaron a partir de haber emergido más del 75% de plántulas.
- V15 y V30.= Vigor a los 15 y 30 días.= Se registró en base a una escala de 1-5 presentándose como número 1 la parcela que presenta una alta densidad de siembra y buena uniformidad (tamaño), y así sucesivamente hasta el 5, el cual representa una parcela de baja densidad poblacional y muy desuniforme.
- P.S.15 y P.S.30.= Peso seco de plántulas a los 15 y 30 días.= Se basó en muestras de cinco plántulas por parcela, las cuales fueron secadas a 80°C por 72 horas.
- NHT. Número total de hojas.= Se tomó a los 30 días de crecimiento, las cuales estaban completamente desarrolladas o al menos presentan la lígula visible.
- LH3. Longitud de la hoja 3.= Longitud tomada a la emergencia y a los 30 días, dicha longitud es dada desde la punta de la hoja a la lígula.
- ExH3. Extensión de la hoja 3.= Fue determinada por el número de días desde la emergencia de la hoja hasta que ésta este completamente desarrollada.
- PMS. Peso fresco de mil semillas.= Se basa en el peso de 100 semillas tomadas en tres repeticiones, se toma la media y se multiplica por diez

AFH5 y AFH6.- Area foliar de la hoja 5 y 6. Se determinó en base a la longitud de la hoja multiplicado por el ancho de la parte media y a su vez, multiplicado por el factor 0.75 y se obtiene el área foliar en cm^2 (Joshi, 1982).

CHCN :- Contenido de Ac. cianhídrico. Se determinó en base al método utilizado por Quiroga, V.L. (1977). Procedimiento descrito en el Apéndice. (Anexo 1).

ExpH3. Expansión de la hoja 3.- Se determinó en base a la anchura media de la hoja al estar completamente desarrollada.

Temperatura diaria máxima y mínima. En este caso esta información fue proporcionada por la Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía, la cual fue transformada a U.C.A. (unidades calor acumulada).

Experimento en ambiente controlado

En este caso se registraron las variables anteriormente descritas, pero solo se consideró los primeros 25 días de crecimiento y desarrollo de la plántula de mijo perla, además se tomaron las siguientes variables:

NRT. Número total de raíces.- Se tomó el número de raíces primarias en la base del tallo a los 25 días de crecimiento y desarrollo de la plántula.

LR. Longitud radicular.- Está dada por la longitud total desde la base del tallo hasta la punta de la raíz de mayor longitud.

La temperatura fue transformada a unidades calor a partir de la expresión:

$$U.C.A. = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\text{Temp. máx.} + \text{Temp. mín.}}{2} \right) - 10^{\circ}\text{C}$$

Si:

$$\text{Temp. máx.} \leq 30^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Temp. mín.} \geq 10^{\circ}\text{C}$$

Donde:

U.C.A. = Unidades calor acumulada

Temp max. Temperatura máxima diaria *

Temp mín. Temperatura mínima diaria

IV. RESULTADOS

Como consecuencia de la metodología desarrollada se realizaron observaciones cuantitativas que a continuación se desglosan.

4.1. Fase de Ambiente Controlado

4.1.1. Análisis de varianza por fecha

4.1.1.1. Fecha 1 (12 de Noviembre, Temperatura 28.5-36.4°C). Se encontró diferencia significativa para la variable vigor de la plántula a los 15 días y número de raíces a los 25 días para el resto de las variables no hubo significancia, por lo que los genotipos presentan un comportamiento homogéneo (Cuadro 1).

La comparación de medias para la variable número de raíces se realizó utilizando un valor de $\alpha = 0.05$ y se encontró que el genotipo ICMS-8008 presenta mayor número de raíces, con 4.8 raíces/planta y el genotipo NELC-10-79 presenta un menor número de raíces, con 2.4 raíces/planta.

En comparación de medias para el vigor de plántula a los 15 días, se encontró que el genotipo ICMS-7835, WS-P-78, ICMS-8008 e ICMS-8021 presentaron mayor vigor con valor de 16.7 y el genotipo menos vigoroso es NELC-10-79 con 25.1 (Cuadro 2).

4.1.1.2. Fecha 2 (14 de Enero, Temperatura 13.7 a 30.0°C). En el caso de las variables bajo la temperatura controlada, se encontró una diferencia significativa en las variables de plántula a los 14 días y número de raíces totales. Una diferencia al-

rencia significativa en las demás variables (Cuadro 5A).

La comparación de medias por la prueba de Tukey para altura de plántula a los 7 días el genotipo más alto es IVS-5454, con 13.1 cm y el más bajo es NELC-10-79, con 9.7 cm. En cuanto a contenido de Ac. Cianhídrico, se encontró que el de mayor contenido es WC-C75, con 0.55 E-3 ppm con respecto a 0.15 g de material verde, siendo de más bajo contenido IVS-A-82 y WS-P-78 con 0.29 E-3 ppm. En la expansión de la hoja tres, el mejor es ICMV-81237 con valor de 0.46 cm y el más bajo ICS-A-82 con 0.35 cm. En cuanto a longitud radicular, el mejor es IVS-A-82 con 46.1 cm y el más bajo es WC-C75 con 25.1 cm. En el caso de número de raíces, el genotipo que presenta mayor cantidad es IVS-5454 con 4.6 raíces/plántula y el que presenta menor número es ICMV-81237 con 2.3 raíces/plántula.

La comparación de medias tenemos que para el vigor de plántula a los 15 días, se encontró que el más vigoroso es ICMV-81237 con 15.3 y el menos vigoroso es NELC-H-79 con 21.3. Debe observarse que el vigor de plántula es una variable no paramétrica (Cuadro 6A).

4.1.1.4. Análisis combinado. En el caso de las variables consideradas en el análisis de los resultados de una serie de experimentos bajo ambiente controlado, se encontró una diferencia altamente significativa en la variable índice de emergencia, por efecto de ambiente, lineal y cuadrático. En la altura a los siete días, existe una diferencia altamente significativa por efecto de ambiente, lineal, cuadrático, Para altura a los

14 días, hay una diferencia significativa para efecto de ambiente y una diferencia altamente significativa por efecto cuadrático. En la altura a los 25 días, existe una diferencia altamente significativa por efecto de ambiente y lineal. Para longitud de la hoja tres, existe una diferencia significativa por efecto ambiental y lineal. En el caso de número de hojas totales, hay una diferencia altamente significativa para efecto ambiental y lineal y significativo para el efecto cuadrático. En la variable contenido de Ac. Cianhídrico, hay una diferencia significativa por efecto ambiental y cuadrático. Para la expansión de la hoja tres existe una diferencia altamente significativa por el efecto de ambiente y lineal (Cuadro 7A).

En este tipo de análisis, el efecto lineal nos muestra que el cambio de ambiente la respuesta se incrementa en forma proporcional, mientras que el efecto cuadrático nos dice que al cambio de temperaturas, la respuesta no es proporcional.

4.1.2. Análisis de correlación

Existe una correlación altamente significativa entre algunas variables (Cuadro 8A). Por ejemplo, altura de planta a los 25 días con índice de emergencia ($r=0.6$), con altura a los 7 días ($r=0.8$), altura a los 14 días ($r=0.5$), longitud de la hoja tres ($r=0.5$), altura a los 21 días ($r=0.8$), vigor a los 25 días ($r=0.9$), peso seco a los 25 días ($r=0.7$), longitud total de la hoja tres ($r=0.6$), extensión de la hoja 3 ($r=0.5$), número de hojas totales ($r=0.7$), expansión de la hoja 3 ($r=0.6$), contenido de Ac. Cianhídrico ($r=0.4$). Podemos observar en el mismo cuadro

los demás resultados de correlacionar las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo de la plántula.

4.1.2.1. Correlación entre U.C.A. y variable. En la Figura 1 a la 3, podemos ver que existe una alta correlación entre U.C.A con el crecimiento de plántula que indica que con el incremento de las U.C.A. hay un aumento en el crecimiento.

En la Figura 1 observamos que a los siete días (238.5 UCA) se tiene una altura de 14.9 cm, a los 14 días (377.0 UCA), la altura de 19.3 cm en el caso de los 21 días (512.0 UCA), la altura es de 26.0 cm a los 25 días (590.5 UCA), la altura es de 33.9 cm.

En el caso de la Figura 2, tenemos que a los siete días (139.0 UCA), la altura es de 9.13 cm, a los 25 días (372.5 UCA) la altura es de 25.3 cm.

La Figura 3 nos muestra que a los siete días (185.5 UCA), la altura es de 11.3 cm, a los 25 días (590.5 UCA) se tiene una altura de 26.6 cm.

Como se describe en las tres figuras, podemos observar que se da variación en la acumulación de UCA, esto debido a la variación de temperaturas. Al presentarse un mayor número de unidades calor acumulada, se tendrá un mayor crecimiento de plántulas.

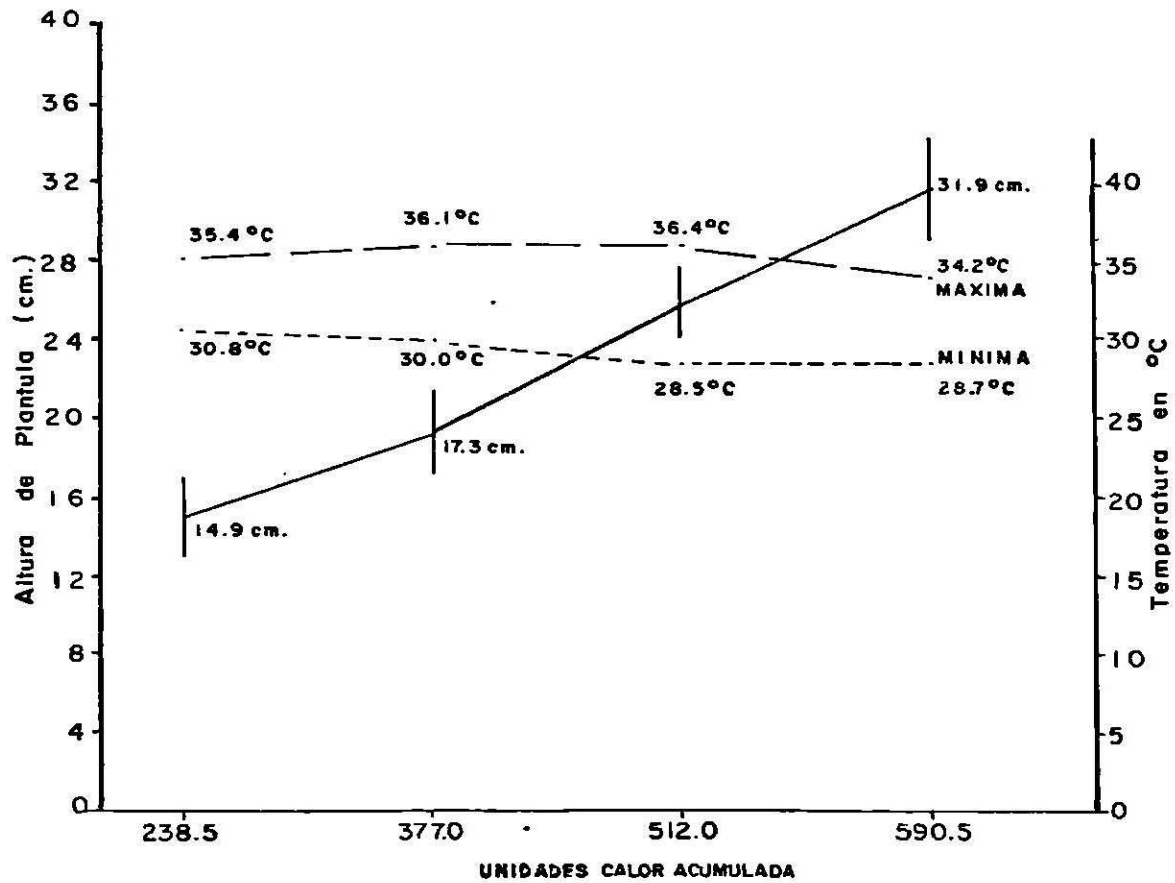


Figura 1. Correlación entre U.C.A. y altura de plántula.
 Fecha 1. ambiente controlado Temperatura a
 36.4 - 28.5°C.

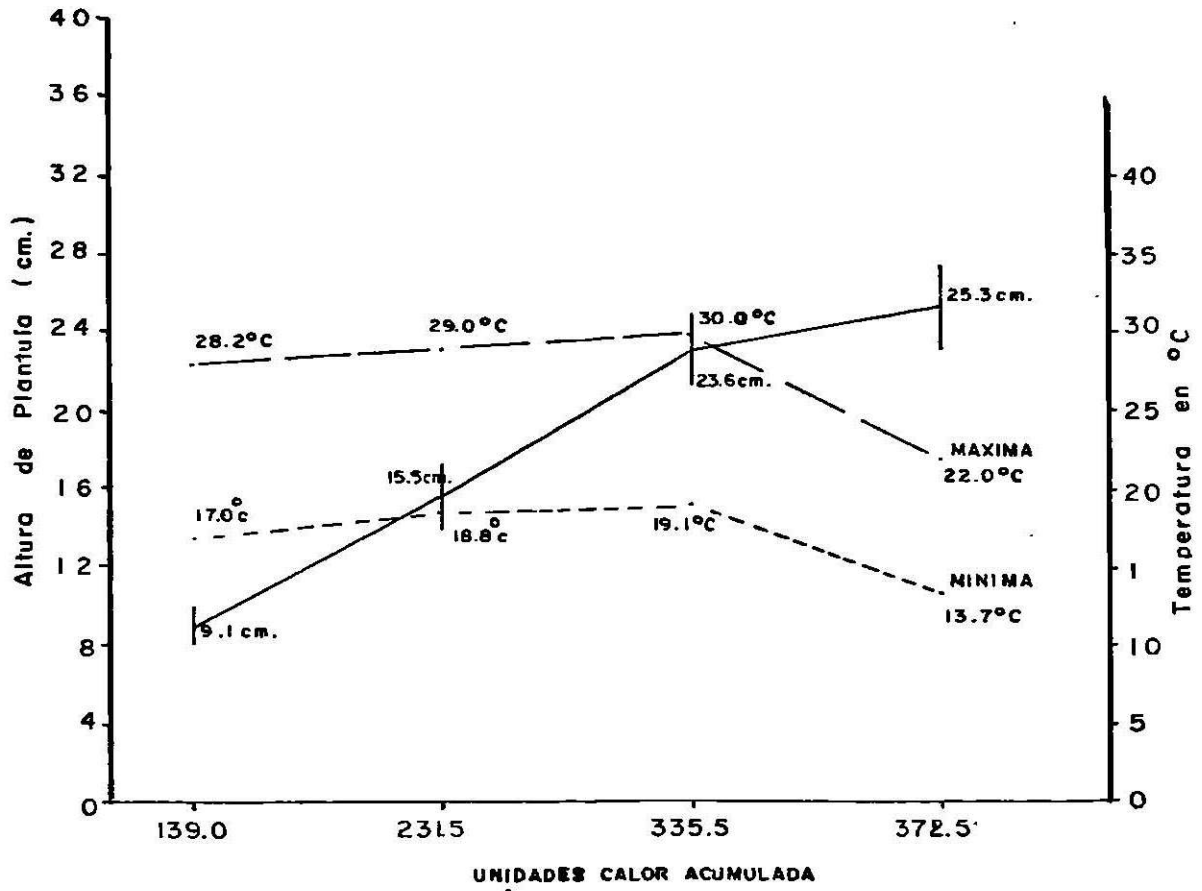


Figura 2. Fecha 2 Ambiente controlado, temperatura a 13.7 - 20.0°C.

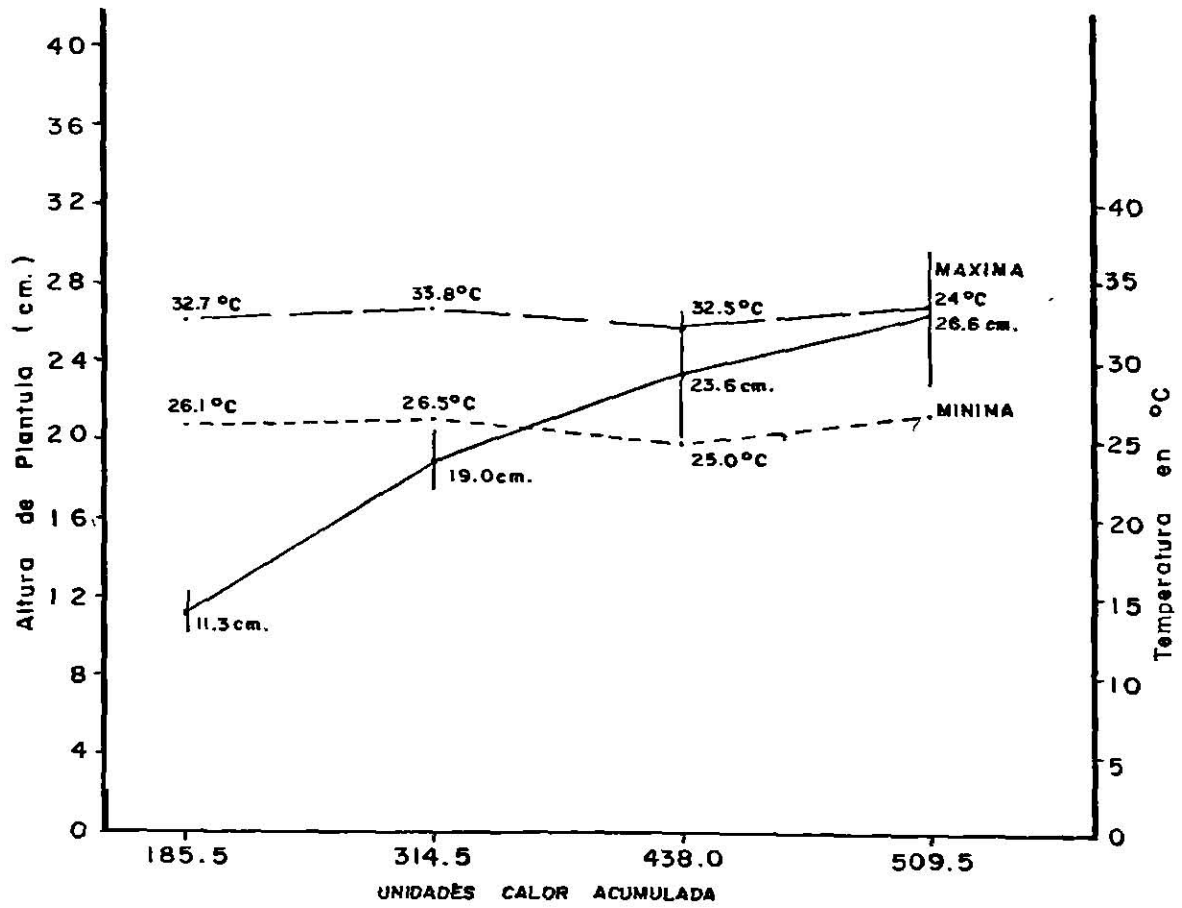


Figura 3. Fecha 3. Ambiente controlado, temperatura a 25.0 - 34°C.

4.2. Fase de Campo

4.2.1. Análisis de varianza por fecha

4.2.1.1. Fecha 1 (15 de Octubre, Temperatura 5.0 a 33.5°C). Sobre las variables consideradas en la siembra realizada el 15 de Octubre, se encontró diferencia significativa para vigor a los 15 días, peso seco a los 30 días y una diferencia altamente significativa en el caso de altura de plántula a los 7 días, a los 14 días peso seco a los 15 días, altura a los 21 días, altura a los 30 días, longitud total de la hoja tres y longitud total de la hoja cuatro (Cuadro 9A).

En comparación de medias se encontró que para altura a los siete días, el genotipo más alto es IVS-5454 con 9.2 cm y el más bajo es WS-0-78, con 6.8 cm. Para altura a los 14 días el genotipo más alto es NELC-10-79 de 16.2 cm y el más bajo es WC-C75 con 11.5 cm. En el caso de peso seco a los 15 días, el más pesado es ICMS-7835 con 0.4 g/5 plántulas y el de menos peso es ICMS-8008 con 0.2 g/5 plántulas. En el caso de altura a los 21 días se tiene que el más alto es NELC-10-79, con 20.4 cm y el más bajo es ICMS-8021 con 13.8 cm. Para altura a los 30 días, se tiene que el más alto es NELC-10-79 con 43.7 cm y el más bajo es ICMS-8021 con 29.0 cm. Para peso seco a los 30 días, el genotipo más pesado es NELC-10-79 con 6.7 g/5 plántulas y el más bajo en peso es ICMS-8021 con 3.9 g/5 plántulas. En el caso de la hoja tres, el genotipo que presenta la hoja más larga es ICMV-81237 con 14.0 cm y el de menor longitud es WC-C-75 con 10.4 cm. En el caso de longitud de la hoja cuatro

se tiene que presenta mayor longitud el genotipo ICMV-81237 con 18.4 cm y el más corto en longitud es ICMS-8008 con 12.1 cm.

Para la variable vigor de plántula a los 15 días, encontramos que el genotipo más vigoroso es ICMV-80237 con valor de 45 y el menos vigoroso es ICMS-8021 con 25.0 (Cuadro 10A).

4.2.1.2. Fecha 2 (15 de Noviembre, Temperatura -3.5 a 29.5°C), Para las variables consideradas en la siembra realizada el 15 de noviembre, se encontró una diferencia significativa en el peso seco a los 15 días. En esta fecha solo se presentan datos hasta los primeros 15 días de crecimiento y desarrollo de la plántula, ya que debido a la presencia de bajas temperaturas y heladas el cultivo se secó (Cuadro 11A).

En la comparación de medias, se encontró que para peso seco a los 15 días, el genotipo más pesado es NELC-H-79, con 0.35 g/5 plántulas y el de menor peso es WS-P-78 con 0.16 g/5 plántulas (Cuadro 12A).

4.2.1.3. Fecha 3 (15 de Diciembre, Temperatura -1 a 32.5°C). Para las variables consideradas en la siembra realizada el 15 de diciembre, no se encontró diferencia significativa en ninguna de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla, por lo que los genotipos estudiados en este ambiente presentan un comportamiento homogéneo (Cuadro 13A).

4.2.1.4. Fecha 4 (15 de Enero, Temperatura -2 a 39°C). Para las variables consideradas en la siembra realizada el 15 de enero de 1986, se encontró que no existe una diferencia significativa

para las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla, por lo cual los genotipos estudiados presentan un comportamiento homogéneo bajo estas condiciones (Cuadro 14A).

4.2.1.5. Análisis combinado. Para las variables consideradas en el análisis de una serie de experimentos, se encontró una diferencia significativa para la variable índice de emergencia por efecto de ambiente y lineal. Para el porcentaje de emergencia hay una diferencia altamente significativa por efecto de ambiente y una diferencia significativa por el efecto lineal. En el caso de altura a los 7 días, existe una diferencia altamente significativa por efecto ambiental y el lineal. En el caso de altura a 14 días, hay una diferencia altamente significativa por efecto ambiental, lineal y cuadrático. En cuanto a peso seco a los 15 días, existe una diferencia altamente significativa por efecto del ambiente y lineal y una diferencia significativa para el cuadrático. Para altura a los 21 días, existe una diferencia altamente significativa por efecto de ambiente, lineal y cuadrático. Para altura a los 30 días, hay una diferencia altamente significativa por efecto ambiental, lineal y cuadrática. En el peso seco a los 30 días y longitud de la hoja tres, existe una diferencia altamente significativa por efecto de ambiente, lineal y cuadrático (Cuadro 15A).

Del análisis combinado se determina el mejor ambiente, el efecto lineal nos muestra el cambio proporcional a diferentes ambientes, mientras que el efecto cuadrático nos muestra que este incremento no es proporcional.

4.2.2. Análisis de correlación

Se encontró una alta correlación significativa entre algunas variables (Cuadro 16A). Por ejemplo, para altura a los 30 días, con índice de emergencia ($r=0.8$), con altura a los 7 días ($r=0.9$), altura a los 14 días ($r=0.9$), vigor a los 30 días ($r=0.5$), peso seco a los 30 días ($r=0.9$), longitud de la hoja tres ($r=0.9$), extensión de la hoja tres ($r=0.7$), número de hojas totales ($r=0.7$) y una correlación significativa con el vigor a los 15 días ($r=0.3$) y longitud de la hoja cuatro ($r=0.7$) las demás correlaciones se observan en el Cuadro 16A.

4.2.3. Correlación entre UCA y variables

En la Figura 4 a la 7 podemos observar que existe una alta correlación entre UCA y el crecimiento de plántulas que indica que con el incremento de las UCA hay un aumento en el crecimiento.

En la Figura 4. de la siembra del 15 de octubre podemos observar que a los 7 días (188.7 UCA) se tiene una altura de 8.24 cm y a los 30 días (455.5 UCA) la altura es de 35.0 cm.

En la Figura 5 de la siembra del 15 de noviembre, se tiene que a los 7 días (134.5 UCA), la altura es de 7.5 cm, en este caso, las plántulas se secaron entre 14 y 21 días de crecimiento y desarrollo por la presencia de heladas.

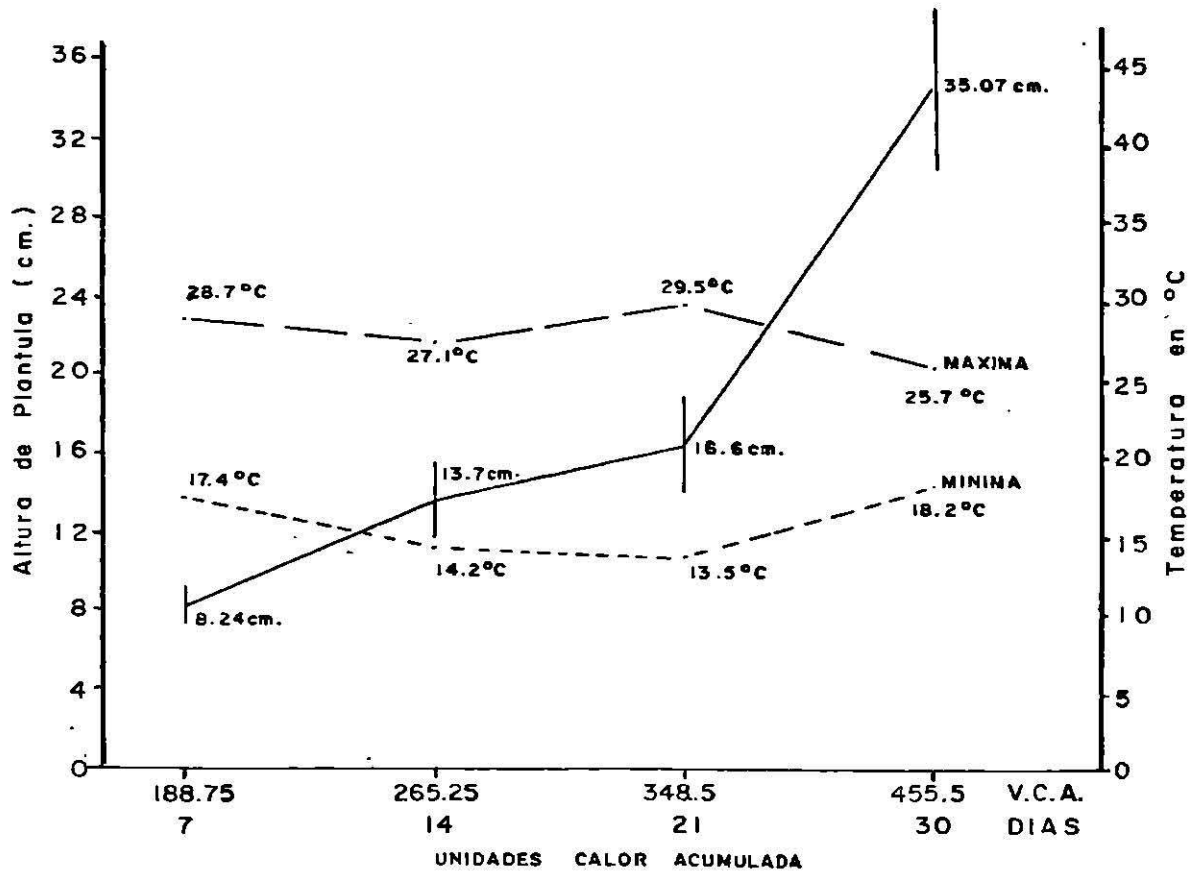


Figura 4. Fecha 1 en el campo (15 de octubre, 29.1 a 17.5°C)

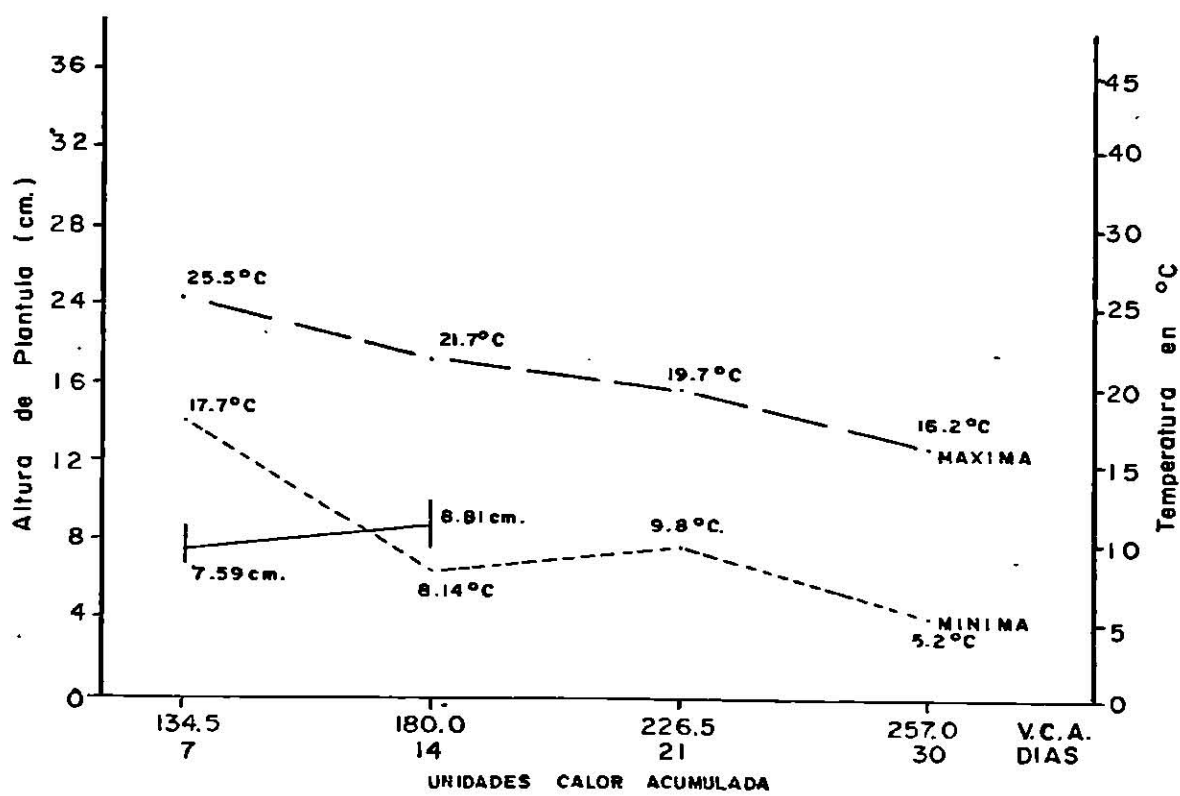


Figura 5. Fecha 2 en el campo (15 de noviembre, 24.4 a 7.8°C)

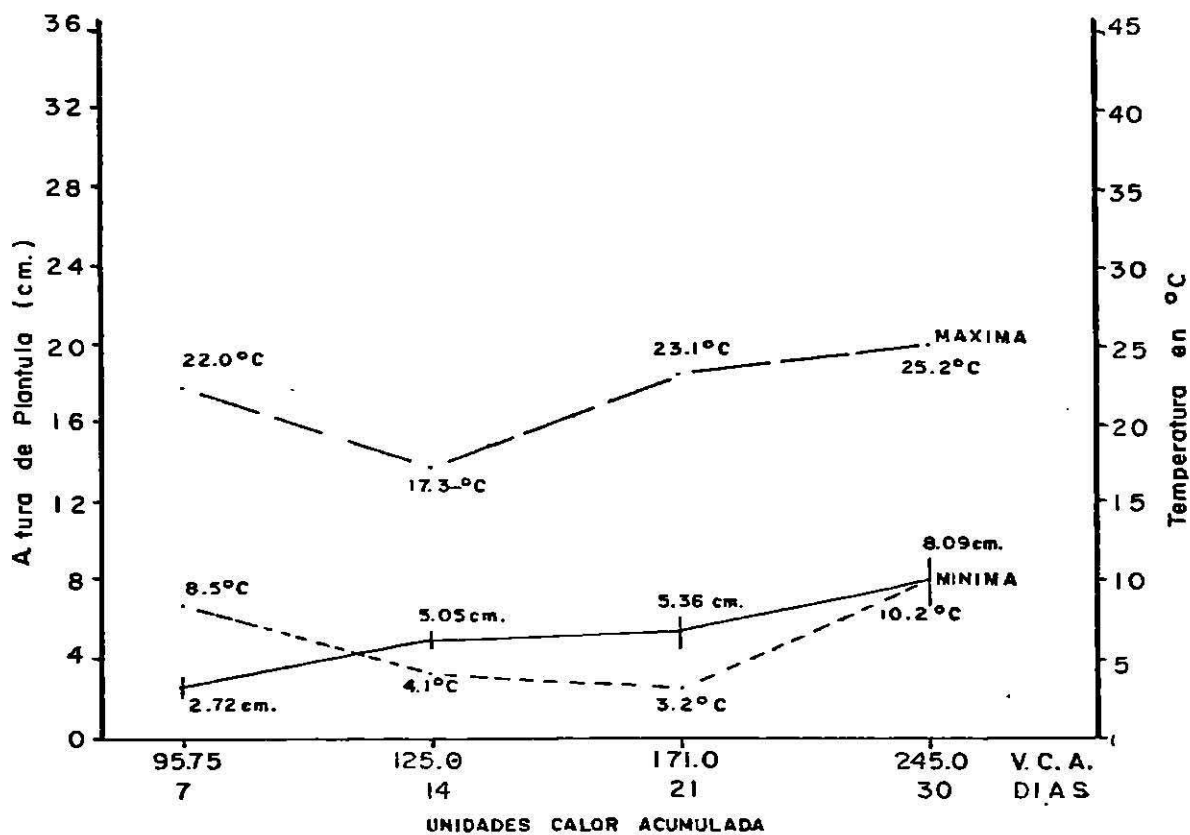


Figura 6. Fecha 3 en el campo (15 de Diciembre 26.8 a 8.7°C)

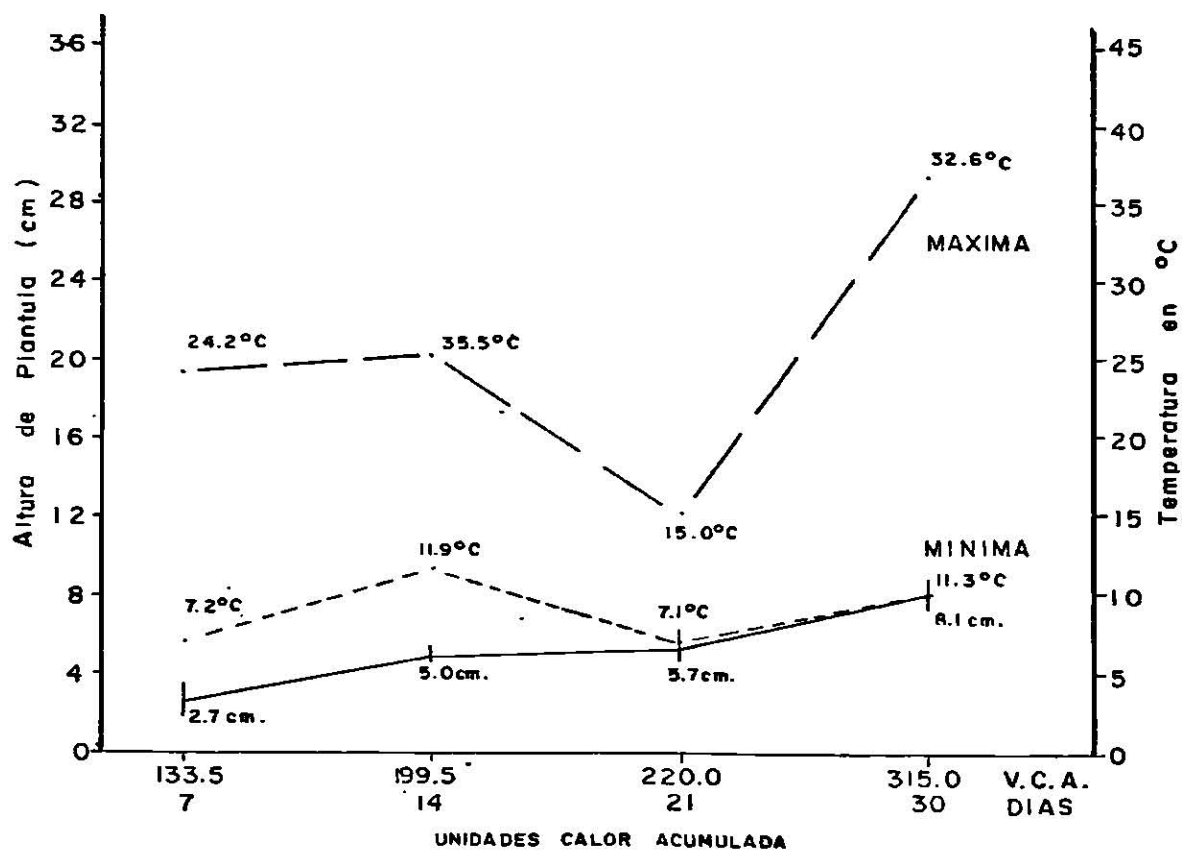


Figura 7. Fecha 4 en el campo (15 de Enero 32.5-12.0°C)

En la Figura 6 de la siembra del 15 de diciembre se tiene que a los 7 días (95.7 UCA) la altura es de 2.7 cm y a los 30 días (245.0 UCA), la altura es de 8.0 cm).

En la Figura 7 de la siembra del 15 de enero se tiene que a los 7 días (133.5 UCA), la altura es de 2.7 cm y a los 30 días (315.0 UCA), la altura es de 8.10 cm.

V. DISCUSIÓN

5.1. Fase de Ambiente Controlado

Como se observa en los resultados, no se encuentra una gran variación entre los genotipos estudiados en cuanto a su respuesta a alta temperatura, teniéndose un comportamiento homogeneo en los rangos de temperatura de 28.5 a 36.4°C y 25 a 34°C, mientras que se presenta una variación en el rango de temperatura de 13.7 a 30.0°C, esto en base a la altura de la plantula, por lo que sería una fuente de variación genética para la tolerancia a temperaturas bajas, pero no menores de 13.7°C. Esto coincide con los resultados de los experimentos de Ong y Monteith (1984), en el cual señalan una variación de la respuesta a la temperatura en las plántulas de mijo perla.

Se observa al realizar la comparación de la respuesta a los diferentes niveles de temperatura, que en el rango de 28.5 a 36.4°C no existe diferencia en el porcentaje de emergencia, pero en el caso de índice de emergencia si ya que tenemos que el valor de éste es de 4.7 y en el segundo caso es de 3.5 con lo que podemos señalar un tiempo más corto de emergencia a temperaturas altas. A temperaturas de 13.7 a 30.0°C el porcentaje de emergencia es mayor, siendo ésta diferencia de uno ó dos días, esto coincide con los resultados de Martín et al. (1935); Angus et al. (1981) y Maiti (1986). La temperatura óptima para la emergencia estará en un rango de 25 a 36.4°C de acuerdo con lo señalado por Peacock (1982), quien coincide con los re

sultados obtenidos en el presente experimento. El tiempo de germinación está dado porque a bajas temperaturas la actividad metabólica es lenta como lo señala Singh y Dhaliwal (1972), es to se explica que a temperaturas altas no se haya presentado diferencia en la emergencia, pero en lo que respecta a temperaturas bajas ($<13.7^{\circ}\text{C}$) no hubo diferencia en el tiempo de emergencia.

En cuanto a altura de plántula a temperatura alta, no se tuvo diferencia, ya que con la rápida emergencia se tendrán plántulas más altas y vigorosas (Martín, 1935), esto considerado a los 25 días, mientras que a bajas temperaturas ($<13.7^{\circ}\text{C}$) se tiene que los mejores genotipos son: NELC-10-79 y WS-P-78.

Correlación de las variables estudiadas y unidades calor acumuladas (UCA) en los diferentes ambientes controlados.

La correlación entre las UCA y la altura de plántula se muestra en la Figura 1 a la 3, se observa como la temperatura influye en el crecimiento de las plántulas como influye en el tiempo de emergencia Kanemasu et al. (1975), señalan lo mismo en otros cultivos que se desarrollan a altas temperatura y no presentan el caracter de tolerancia a bajas temperaturas en los genotipos estudiados.

Se observa que la temperatura es un factor que influye en el crecimiento y desarrollo de la plántula y por lo tanto, de termina la elongación, expansión y extensión de las hojas, por lo que a altas temperaturas los genotipos presentaron mayor longitud y desarrollo de la hoja, entre estos podemos men-

cionar: WS-P-78 y ICMY-81237, por lo que podemos señalar que a bajas temperaturas las plántulas se desarrollan poco y por lo tanto, también las hojas, de acuerdo a los resultados de los experimentos realizados por Ong y Monteith (1982).

5.2. Fase de Campo

En esta situación ambiental, no se observa variación entre los genotipos estudiados a bajas temperaturas en cuanto a altas temperaturas se cuenta con cierta variación entre los genotipos en lo que respecta a altura de plántula coincidiendo con los resultados de Ong y Monteith (1984), quienes en sus experimentos obtuvieron que existe variación en la respuesta de los genotipos en cuanto a temperaturas altas, esto con referencia al carácter altura de plántula.

Efecto de temperatura sobre emergencia y altura de plántula. En las diferentes fechas de siembra se observa la respuesta a las temperaturas; en la fecha del 15 de noviembre, se tuvo el más alto porcentaje de emergencia, confirmándose que las bajas temperaturas retardan más la emergencia, aunque se obtiene un alto porcentaje de emergencia, coincidiendo con los resultados de Sing y Dhaliwal (1972). Pero esto afecta el vigor de la plántula (Figuras 6 y 7).

En cuanto a la respuesta de la plántula con respecto a la altura, se tiene que a temperaturas bajas tendremos plántulas de menor tamaño y esta respuesta fue homogénea en los genotipos utilizados. En cuanto a altas temperaturas, se tienen plántulas más altas como lo muestra el genotipo NELC-10-79 con una

altura de 43.7 cm en promedio, presentándose un desarrollo vigoroso.

Para porcentaje de emergencia, la mejor fecha de siembra es la del 15 de noviembre, por prevalecer temperaturas bajas, pero debido a la presencia de heladas, el cultivo murió. Para crecimiento y desarrollo de la plántula, se tiene que la mejor fecha de siembra fue la del 15 de octubre por prevalecer temperaturas altas que son las temperaturas óptimas para su desarrollo (20 a 30°C).

Por otro lado, en las Figuras 4 a la 7 se puede observar la correlación que existe entre UCA y la altura de plántula, al presentarse bajas temperaturas se tendrá un bajo número de UCA y por lo tanto, un menor desarrollo de plántula. Siendo lo contrario al presentarse temperaturas altas, lo que dará como resultado plántulas altas y más vigorosas.

Comparación entre la fase de ambiente controlado y la fase de campo.

Como se observa en los resultados de ambos experimentos, la respuesta a la emergencia se ve afectada por la variación de temperatura y como consecuencia, el alargamiento del periodo de emergencia (Martín et al., 1935), con esto se puede definir que la temperatura óptima para emergencia es de 20 a 30°C (Myers et al. (1983). Como se observa en la fecha del 15 de octubre (Cuadro 9), se tiene un bajo porcentaje de emergencia en este caso, las temperaturas prevalecientes fueron altas y por lo tanto, el tiempo de emergencia fue corto, el cual in-

fluirá en el establecimiento final del cultivo. En el caso del experimento bajo ambiente controlado, las temperaturas registradas no fueron muy altas (36°C), por lo que no afectaron la emergencia. En cuanto a las otras fechas de siembra en la fase de campo, se observa que las bajas temperaturas favorecen la emergencia, pero se alarga el período de emergencia y por lo tanto, influye en el alargamiento del ciclo del cultivo.

En cuanto a la respuesta en términos de altura de plántula, se deduce que las temperaturas altas favorecen el crecimiento (Hart y Wells, 1963). En la fase de ambiente controlado podemos observar un crecimiento acelerado (Figuras 1, 2, y 3). En este caso, se tiene efecto de competencia dado el poco espacio de la cámara bioclimática. En los resultados de la fase de campo se observa el efecto de temperaturas altas y bajas, esto lo podemos diferenciar en cada fecha de siembra en donde las temperaturas altas (15 de octubre) dan como resultado plántulas altas y vigorosas, mientras que las temperaturas bajas (15 de noviembre, 15 de diciembre y 15 de enero) tendremos plántulas pequeñas (Figuras 4 a la 7) y en ocasiones la presencia de heladas el cultivo muere.

Este trabajo es parte del Programa de introducción y Adaptación del Mijo Perla (Pennisetum americanum) en la región del noreste de México. Este cultivo nos ha permitido plantear una alternativa en las regiones semiáridas donde la agricultura está propiamente dependiendo del temporal. De esta investigación podemos aportar a este tipo de agricultura que dicho cultivo solo sea sembrado en el ciclo de primavera-otoño por pre

valecer temperaturas altas, en el ciclo de invierno no conviene sembrarlo, ya que las temperaturas bajas afectan a este cultivo ($< 10^{\circ}\text{C}$). Además, podemos recomendar no enfocar estudios de tolerancia a bajas temperaturas, ya que esto no sería remunerativo para la agricultura.

De lo anterior, podemos decir que el cultivo del mijo perla es adecuado para épocas o ciclos de primavera-otoño, donde se presentan altas temperaturas. Además de presentar la característica de resistencia a sequía, por lo que podemos decir que sí es una alternativa para esta zona, ya que se tienen temperaturas altas y el problema de lo errático de las lluvias y áreas donde el riego es imposible y este cultivo tolera esas condiciones.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Para el crecimiento de plántula del mijo perla las temperaturas óptimas son de 20-35°C.
2. No hubo diferencia significativa entre los genotipos de mijo perla en la misma fecha, pero sí hubo diferencia significativa entre las diferentes fechas de siembra.
3. Las temperaturas altas (20-25°C) y también las bajas (10-20°C) determinan la expansión, elongación y extensión de las hojas (tercer hoja).
4. Las temperaturas altas (20-35°C) determinan un crecimiento acelerado y vigoroso en las plántulas de mijo perla.
5. Existe una correlación altamente significativa entre las diferentes variables consideradas en el crecimiento de las plántulas de mijo perla.
6. Hubo una alta correlación entre las UCA Y el crecimiento de plántula; encontrándose que un aumento en la altura de plántula es debido a un aumento de las mismas.

En base a los resultados obtenidos, podemos recomendar lo siguiente:

1. Que el experimento se repita por dos o tres ciclos consecutivos para tener suficiente evidencia y determinar las fechas de siembra a las cuales el cultivo es remunerativo pudiendo así considerarse como una alternativa.
2. No realizar trabajos de experimentos enfocados a probar las respuestas del mijo perla bajo temperaturas menores a los 10°C, ya que no se han obtenido respuestas favorables a estas temperaturas.

VIII. RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la UANL durante el ciclo de Invierno de 1985, con el fin de estudiar la respuesta a altas y bajas temperaturas en la etapa de plántula del mijo perla, para lo anterior se realizó un experimento en el campo y otro bajo ambiente controlado.

Los objetivos de este estudio son: a) conocer la variabilidad genética en relación a su respuesta a altas y bajas temperaturas en la etapa de plántula de mijo perla y seleccionar genotipos tolerantes a éstas; b) conocer los efectos de las temperaturas altas y bajas sobre elongación, extensión y expansión de la hoja tres.

El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con tres repeticiones y 10 tratamientos y posteriormente, se utilizó el análisis de una serie de experimentos (4 fechas en la fase de campo y 3 fechas en la fase de ambiente controlado). La parcela estuvo constituida por dos surcos de 1 mt de largo espaciado a 4 cm.

El material genético fue proporcionado por el Programa de Mejoramiento de Mijo Perla en el ICRISAT.

Las variables cuantificadas fueron: el índice de emergencia, porcentaje de emergencia, altura de plántula a los 7, 14, 21 y 30 días en el campo y a los 7, 14, 21 y 25 días bajo ambiente controlado, elongación de la hoja tres a la emergencia

y a los 30 y 35 días, unidades calor acumulada a los 7, 14, 21 y 30 días en la fase de campo y a los 7, 14, 21 y 25 días en la fase de ambiente controlado.

Del análisis de los resultado, se encontró que sí existe respuesta de la plántula a las temperaturas altas, lo que dá como resultado un crecimiento acelerado y vigoroso, las altas temperaturas generan una mayor acumulación de unidades calor, mientras que a temperaturas bajas ($< 20^{\circ}\text{C}$), se tiene un menor número de unidades calor acumuladas y por lo tanto, un crecimiento lento en la plántula, en ocasiones estas temperaturas son tan bajas ($< 10^{\circ}\text{C}$) que el crecimiento se detiene o la plántula muere. De lo anterior, podemos concluir que el mijo perla se desarrolla mejor a temperaturas superiores a 20°C .

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ARNOTT, R.A. 1975. A quantitative analysis of the endosperm dependent seedling growth in grasses. *Ann. Bot.* 39:757-765.
- ARGAWAL, R.P. and SHARMA, D.P. 1980. Management practices improving seedling emergence of pearl millet (Pennisetum americanum (L.) under surface crusting. *Z. Acker-Und Pflanzbau (J. Agronomy & Crop Science)*, 149:398-405.
- ANGUS, J.P.; CUNNINGHAM, R.B.; MANCUR, M.W. and MACHENZIE, D.H. 1981. Phasic development in field crops. 1. Thermal response in the seedling phase. *Field Crops Research*. 3:365-378.
- BOYD, W.R.H.; GONRDON, A.C. and LACROX, J.L. 1971. Seed size germination resistance and seedling vigour in barley. *Can. J. Plant. Sci.* 51:93-99.
- BRUNKEN, J.; De WENT, J.M.J. and HARLAN, J.R. 1977. The morphology and domestication of pearl millet. *Economic Botany*. 31:(2):163-174.
- BIDINGER, F.R.; MAITI, R.K. and RAJU, P.S. 1985. Research on seedling vigour in pearl millet. Pearl Millet Physiology Progress Report ICRIAT, Patancheru P.O. 50324, A.P. India.
- CLYATON, W.D. 1972. Germineae 101 Pennisetum IN: F.N. Hepper (ed.), flora of west tropical Africa, ed. 2 vol. 3 pt. 2, Crown Agent, London.
- WILLIAM, G., COCHRAN y GERTUDES, M. COX. 1980. Diseños experimentales pág. 132-145.
- CONOVER, W.J. 1980. Practical nonparametric statistics. Texas Teach. University. New York Chichester Brisbane Toronto. pag. 300-301.
- CHHINA, B.S. and PHUL, P.S. 1982. Association of seed size and seedling vigour with various morphological traits in pearl millet. *Seed Sci. and Technology*. 10:541-545. 15 ref. (Sumaries: De, Fr.).
- FUSSELL, L.K.; PEARSON, C.J. and NORMAN, M.J.T. 1980. Effect of temperature during various growth stages on grain development and yield of Pennisetum americanum. *Journal of Experimental Botany* 31:621-633.

- FREERE, M. 1984. Ecological zones and production of sorghum and millet. IN: ICRISAT. Agrometeorology of sorghum and millet in the semi-arid tropics. ICRISAT, Patancheru, P.O. 50234, A.P. India.
- GASSNER, G. 1918. Pflanzen. *Z. Bot.* 10:417.
- GELMOND, H. 1978. Physiological aspects of seed germination. *Seed. Sci. and Technol.* 6, 625-639. 22 ref.
- GBUR, E.E.; THOMAS, G.L. and MILLER, F.R. 1979. Use of segmented regression in the determination of the base temperature in heat accumulation models *Agron. J.* 71: 949-953.
- GARCIA-HIDABRO, J.; MONTEITH, J.L. and SQUIERE, G.R. 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum thyphoides* S. and H.) 1 constant temperature. *Journal of Experimental Botany.* 33(133):288-196. 22 Ref.
- GARCIA-HIDABRO, J.; MONTEITH, J.L. and SQUIERE, G.R. 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum thyphoides* S. and H.) 11 Alternating temperature. *Journal of Experimental Botany* 33(133); 197-302. 5 Ref.
- HART, R.H. and WELLS, H.D. 1965. *Agron. J.* 57:636-637.
- HARLAN, J.R. 1971. Agricultural origins center and non-center. *Science.* 14:468-474.
- HARLAN, J.R. and DE WENT, J.M.J. 1971. Towards a rational classification of cultivated plants. *Taxon.* 20:509-517.
- HARROCKS, R.D. and CANINGER, F.D. 1974. Model for prediction emergence of grain sorghum. *Crops Sci.* 14:363-367.
- KOERICK, E. and WERNER, H. 1885. *Handbuck der getresdes bases verlang van.* Paul Paery Berlin.
- KNEEBONE, W.R. and C.L. CREMER. 1955. The relationship of seed size to seedling vigour in some native grass species. *Agron. J.* 47:472-477.
- KNEEBONE, W.R. 1956. Breeding for seedling vigour in sand bluestem (*Andropogon hallii* Hack) and other native grasses. *Agron. J.* 48:37-40.

- KAUFMANN, M.L. and A.A. GUITARD. 1967. The effect of seed size on early plant development in barley, *Can. J. Plant. Sci.*, 47:73-98.
- KANEMASU, E.T.; BARCK, D.L. and CHIN CHOY, E. 1975. Effect of soil temperature on sorghum emergence, plant and soil. 43:411-417.
- LAUDER, T.E. 1971. *Aust. J. Exp. Agric. An Husb.* II:39-44.
- MARTIN, J.H.; TAYLOR, J.W. and LEUKEL, R.W. 1935. Effect of soil temperature on seedling emergence in sorghum, *Indian J. Agric. Sci.*, 58:848-951.
- MURDOCK, G.R. 1959. *Africa, its people and their cultural history.* Mc Graw Hill, N.Y.
- McDANIELS, R.G. 1969. Relationship of seed weight, seedling vigour and mitochondrial metabolism in barley. *Crop Sci.* 8:823-827.
- MARANYILLE, J.W. and M.D. CLEGG. 1977. Influence of seed size and density on germination, seedling emergence and yield of sorghum. *Agron. J.* 69:329-330.
- MYERS, S.P.; NELSON, C.J. and HARROCK, R.D. 1984. Temperature effects on inhibition, germination and respiration of grain sorghum. *Field Crops Research.* 8:135-142.
- MAITI, R.K. y ULRICO R. L.D. 1986. Potencial de mijo perla (*Pennisetum americanum*) en las regiones semiáridas del noreste de México, *Fac. de Agronomía de la UANL.*
- MAITI, R.K. 1986. *Morfología, Crecimiento y Desarrollo del Sorgo.* UANL, Fac. de Agronomía. San Nicolás de los Garza, N.L. Monterrey México, pp 419.
- ONG, C.K. 1983a. Response to temperature in a stand of pearl millet (*P. thyphoides* S.&H.) I. vegetative development. *Journal of Experimental Botany.* 34:322-336.
- ONG, C.K. 1983b. Response to temperature in a stand of pearl millet (*P. thyphoides* S.&H.) 2 reproductive development. *Journal of Experimental Botany.* 34:337-348.

- ONG, C.K. and MONTEITH, J.L. 1984. Response of pearl millet to light and temperature. Proceeding of the Symposium International Agrometeorology of Sorghum and Millet in the Semi-Arid Tropics, ICRISAT, Center Patancheru, India, pp. 129-142.
- PORTERS, R. 1962. Berceaux agricole primaires sur le continent Africain. J. Afr. Hist. 3:195-210.
- PURSEGLOVE, J.W. 1972. Millet Eleusine Coracana, Pennisetum americanum
- PEARSON, C.J. 1975. Thermal adaptation of Pennisetum: Seedling development Austs. J. Plant Physiol. (2):413-424.
- PEACOCK, J.M. 1982. Response and tolerance of sorghum to temperature stress IN: Sorghum in the eighties. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, pp. 143-160.
- QUIROGA, V.L. 1971. Análisis de alimentos utilizados en nutrición animal. Fac. de Agronomía
- ROGLER, G.A. 1954. Seed size and seedling vigour in crested wheat grass. Agron. J. 46:216-220.
- RIES, S.K. and E.H. EVERSON, 1973. Protein content and seed size relationship with seedling vigour of wheat cultivars. Agron. J. 65:884-886.
- RIES, S.K.; G. AYESR; V. WERT and E.H. EVERSON, 1976. Variation in protein size and seedling vigour with position of seed in heads of winter wheat cultivars. Can J. Plant Sci. 56:823-827.
- ROY, M. and GUPTA, K. 1976. Geobier. 3:210.
- RAZA, S.H. 1977. Effect of temperature pretreatment on germination of seed of P. thyphoides var. HB. I. India J. Agr. R. 1977. II(4):241-242.
- SAMYGIN, G.A. and VARLAMOV, V.N. 1964. Fisol. Rest. II:308.
- SING, N.F. and DHALIWAL, G.S. 1972. Effect of soil temperature on seedling emergence in different crops. Plant and Soil 37:441-444.
- SHARMA, D.P. and R.P. AGRAWAL, 1979a. Seedling emergence behaviour of bajra, cotton and guar as affected by surface crust strength, Mysore J. Agric. Sci. 13:400-404.

- SIBAND, P.; I. DIEYE and B.C. FAYE. 1979, Evolution ponderale du système grain-plantule chez le mil (*P. typhoides*) au cours de l'époussement du grain. *Agron. Trop.* 34:250-257.
- SQUIRE, G.R.; MARSHALL, B.; TERRI, A.C. and MONTEITH, J.L. 1984, Response to temperature in a stand of pearl millet. VI Light interception and dry matter production. *Journal of Experimental Botany* 35(153):599-610
20 ref.
- TOSSELL, W.E. 1960. Early seedling vigour and seed weight in relation to breeding in smooth bromegrass *Bromus intermis* Lyss. *Can. J. Plant. Sci.* 40:268-280.
- YAVILOV, N.I. 1949/1950. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica* 13:1-366.
- VOIGT, P.W. and H.W. BROWN. 1969. Phenotypic recurrent selection for seedling vigour in sideoats gramma. *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. *Crop Sci.* 9:664-666.
- WHALLEY, D.B.; C.M. MCKELL and D.R. GREEN. 1966. Seedling vigour and the early non-photosynthetic stage of seedling growth in grasses. *Crop Sci.* 6:147-150.
- WILSON, G.L.; RAJU, P.S. and PEACOCK, J.M. 1982. Effect of soil temperature on seedling emergence in sorghum. *India J. Agric. Sci.* 52(12):848-851.

IX. APENDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla a temperatura controlada de 36.4 - 28.5°C. Marín, N.L. Invierno de 1985 (Cuadrados Medios).

Var.												
F.V.	GL	IE	%E	A7	A14	EH3	A21	A25	P.S.25			
CM Rep.	2	0.025	15.43	3.63	6.31	0.13	3.66	1.36	0.01			
CM Trat.	9	0.12	60.06	3.83	1.69	0.30	2.70	9.43	0.003			
CM Error	18	0.06	81.91	3.53	3.59	0.24	2.85	6.54	0.002			
CM Total	29	0.08	7742.1	3.63	3.19	0.25	2.86	7.08	0.003			
$\bar{y}..$		4.72	97.11	14.92	19.37	1.92	26.04	31.90	0.23			
C.V.		5.43	9.32	12.6	9.79	25.94	6.49	8.02	19.44			
ExpH3 E-3												
	EH3T	EXH3	NHT	CHCN	L.R.	N.R.	V15	V25				
CM Rep.	29.35	0.30	0.002	0.02	21.19	0.006			X^2			
CM Trat.	2.32	0.16	0.01	0.01	17.91	0.13**			42.28**			
CM Error	6.04	0.15	0.007	0.01	14.23	0.02			3.72			
CM Total	6.51	0.16	0.009	0.01	15.86	0.06						
$\bar{y}..$	21.49	9.20	4.62	0.44	26.43	3.54						
C.V.	11.44	4.23	1.81	25.91	14.28	4.64						

Cuadro 2. Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (*P. americanum*) a 35°C, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.

Tratamiento	No. total de raíces \bar{X}	Vigor a los 15 días
G ₁	3.07 b	21.78 ab
G ₂	2.60 cd	18.64 bc
G ₃	3.27 b	18.64 bc
G ₄	3.87	16.78 c
G ₅	2.43 d	25.14 a
G ₆	4.63 a	16.78 c
G ₇	4.83 a	16.78 c
G ₈	4.73 a	23.5 a
G ₉	2.77 c	16.78
G ₁₀	3.20 b	20.14 abc

Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (*P. americanum*) a temperatura controlada de 30.0-13.7°C. Marín, N.L. Invierno de 1985 (Cuadrados Medios).

Var.	G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	A21	A25	P.S.25
CM Rep.	2	0.01	58.29	0.66	0.59	0.75	2.19	0.57	0.001
CM Trat	9	0.02	160.8	3.8**	5.48*	0.13	17.9**	13.3**	0.002
CM Error	18	0.01	165.6	0.72	1.81	0.19	2.86	3.53	0.001
CM Total	29	0.02	6815.9	1.72	2.86	0.21	7.50	6.38	0.001
$\bar{Y}..$		1.3	93.0	9.13	15.5	1.63	23.11	25.3	0.11
C.V.		10.6	13.83	9.66	8.69	27.0	7.31	7.40	28.7

	EH37	ExH3	NHT	CHCN E-3	ExpH3	L.R.	N.R.	V15	V30
CM Rep	2.44	0.03	0.001	0.21	0.004	29.26	0.03		
CM Trat	17.3**	0.24	0.01	0.13	0.007	148.5	0.05*	6.43	
CM Error	2.35	8.21	0.003	0.32	0.003	90.9	0.01		14.3
CM Total	7.0	0.21	0.007	0.26	0.004	104.5	0.03		
$\bar{Y}..$	17.18	9.83	3.43	1.03	0.53	31.8	4.28		
C.V.	8.93	4.76	1.59	55.6	10.3	29.9	3.22		

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 4. Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (*P. americanum*) a 15°C, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.

Trat.	A l t u r a				Elong. Hoja 3	No. de	
	7 días	14 días	21 días	25 días		Hojas totales	Raíces totales
G ₁	8.43 bc	14.39 ab	20.90 bcd	24.11 ab	19.18 abc	3.20 ef	3.50 e
G ₂	9.37 abc	14.03 ab	24.94 abc	27.29 ab	18.47 abcd	3.87 a	4.90 b
G ₃	9.35 abc	14.49 ab	23.53 abcd	24.17 ab	19.27 ab	3.40 cd	4.10 c
G ₄	11.34 a	15.35 ab	24.34 abcd	26.36 ab	18.25 abcd	3.63 b	5.17 ab
G ₅	9.95 ab	16.61 ab	26.39 a	28.35 a	20.43 a	3.20 ef	3.97 cd
G ₆	9.90 ab	16.32 ab	25.73 ab	28.43 a	16.55 abcd	4.00 a	5.40 a
G ₇	7.16 c	13.42 b	18.67 d	22.11 b	12.85 d	3.10 f	3.67 de
G ₈	8.92 abc	16.30 ab	23.45 abcd	24.42 ab	15.03 bcd	3.50 bc	3.97 cd
G ₉	8.40 bc	17.45 a	22.55 abcd	24.70 ab	17.10 abcd	3.10 f	4.07 cd
G ₁₀	8.51 bc	16.65 ab	20.72 cd	23.89 ab	14.63 cd	3.30 de	4.10 c

Cuadro 5. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (*P. americanum*) a temperatura controlada de 34-25°C. Marín, N.L. Invierno de 1985 (Cuadrados Medios). "

Var	G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	A21	A25	P.S.25
CM Rep	2	0.02	15.4	0.44	2.28	0.22	2.35	0.46	0.00
CM Trat.	9	0.18	60.0	3.18*	3.03	0.23	4.64	9.30	0.00
CM Error	18	0.12	81.9	0.92	1.78	0.27	9.19	9.63	0.00
CM Total	29	0.13	7742.1	1.59	2.20	0.26	7.31	8.89	0.00
$\bar{Y}..$		3.57	97.6	11.32	19.06	1.42	23.6	26.6	0.07
C.V.		9.98	9.27	8.50	8.0	35.9	12.8	11.6	0.00

	EH3T	EXH3	NHT	CHCN E-3	ExpH3	L.R.	N.R.	V15	V25
CM Rep	0.30	0.00	0.01	0.002	0.00	98.4	0.01	21.7*	χ^2
CM Trat.	5.60	0.18	0.005	0.02**	0.004**	126.7*	0.06*		
CM Error	3.33	0.25	0.006	0.006	0.001	35.6	0.02		8.47
CM Total	3.82	0.21	0.006	0.01	0.002	68.2	0.03		
$\bar{Y}..$	20.9	10.7	3.30	0.39	0.41	33.1	3.08		
C.V.	8.71	4.75	2.34	19.8	7.71	18.0	4.59		

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 6. Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (P. americanum) 34 a 25°C, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.

Trat.	Altura 7 días	Contenido de HCN	Expansión Hoja 3	Elongación Radicular	Numero total de raíces	Vigor 15 días
E-3						
G ₁	11.50 ab	0.55 a	0.36 bc	25.17 b	3.00 ab	20.37 ab
G ₂	13.15 a	0.29 b	0.38 abc	46.10 a	4.67	15.32 c
G ₃	11.81 ab	0.35 ab	0.35 c	34.02 ab	3.17 ab	15.37 c
G ₄	11.20 ab	0.31 b	0.43 abc	26.42 b	3.00 ab	15.37 c
G ₅	9.77 b	0.35 ab	0.42 abc	28.47 b	3.00 ab	15.37 c
G ₆	11.22 ab	0.29 b	0.42 abc	32.02 ab	3.00 ab	19.87 abc
G ₇	12.44 ab	0.46 ab	0.42 abc	37.17 ab	2.83 bc	18.5 bc
G ₈	11.05 ab	0.49 ab	0.45 ab	38.27 ab	2.50 cd	21.37 ab
G ₉	9.85 b	0.38 ab	0.37 abc	27.85 b	3.33 a	23. a
G ₁₀	11.23 ab	0.38 ab	0.46 a	36.15 ab	2.33 d	15.37 c

Cuadro 7. Análisis de varianza de los resultados en una serie de experimentos ó análisis combinado del experimento realizado bajo ambiente controlado. Marín, N.L. Invierno de 1985 (Cuadrados Medios).

Var.	F.V.	G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	A21	A25	P.S.25
	Trat	9	0.01	16.4	0.53	0.47	0.01	0.77	0.78	0.0003
	Fecha	2	10.1**	51.6	28.4**	15.4*	0.16	8.11	39.9	0.02**
	Lineal	1	2.25**	2.33	21.5**	0.15	0.32	9.72	46.6*	0.04**
	Cuadrat.	1	18.0**	210.7	35.3**	30.6**	0.01	6.51	33.2*	0.003
	T x F	18	0.01	18.6	0.33	0.32	0.03	1.01	1.38	0.0001
	E. Comb		0.07	109.8	1.74	2.39	0.24	4.97	6.56	0.001
					CHCN E-3	ExpH3	L.R.	N.R.		
	Trat	0.41	0.03	0.03	0.005	0.0003	12.1	0.17		
	Fecha	18.4*	1.89**	1.77**	0.42*	0.03**	42.4	1.22		
	Lineal	0.50	3.76**	2.91**	0.004	0.07**	75.5	0.34		
	Cuadrat.	36.2*	0.02	0.62*	0.83*	0.0003	9.40	2.10		
	T x F	1.19	0.01	0.02	0.006	0.0003	10.1	0.18		
	E. Comb.	3.91	0.21	0.10	0.11	0.001	46.9	0.40		

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 8. Correlación de las variables consideradas en los primeros 25 días de crecimiento en plántulas de Mijo Perla (*P. americanum*) en el experimento bajo ambiente controlado. Marín, N.L. Invierno de 1985.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I.E.	1.00																	
% E.	0.52**	1.00																
ALT 7	0.74**	0.16	1.00															
ALT.14	0.59**	0.08	0.69**	1.00														
ELH3	0.27	0.07	0.40*	0.03	1.00													
VIG.15	0.13	0.54**	0.26	0.37*	0.11	1.00												
ALT.21	0.55**	0.18	0.74**	0.46**	0.52**	0.06	1.00											
ALT.25	0.68**	0.09	0.89**	0.58**	0.50**	0.04	0.88**	1.00										
VIG.29	0.62**	0.16	0.79**	0.52**	0.56**	0.10	0.92**	0.91	1.00									
P.5.25	0.48**	0.00	0.72**	0.27	0.66*	0.01	0.61**	0.78**	0.68	1.00								
ELH325	0.76**	0.44**	0.70**	0.66**	0.30	0.42**	0.63**	0.64**	0.70**	0.37**	1.00							
Ext.H3	0.22	0.12	0.43**	0.02	0.58**	0.15	0.46**	0.55**	0.43**	0.82**	0.07	1.00						
NHT	0.62**	0.02	0.76**	0.37*	0.60**	0.05	0.66**	0.78**	0.69**	0.91**	0.08	0.16	1.00					
CHCN	0.83**	0.55**	0.59**	0.81**	0.02	0.50**	0.34**	0.43**	0.41*	0.15	0.40*	0.21	0.15	1.00				
EXH3	0.26	0.003	0.50**	0.03	0.64**	0.03	0.56**	0.64**	0.57**	0.86**	0.09	0.13	0.09	0.02	1.00			
ELR	0.26	0.21	0.27	0.13	0.25	0.26	0.05	0.26	0.18	0.44**	0.14	0.27	0.16	0.30	0.26	1.00		
NRT	0.43**	0.34**	0.13	0.49**	0.12	0.29	0.12	0.02	0.02	0.21	0.09	0.14	0.13	0.31*	0.07	0.13	1.00	
P.M.S.	0.007	0.11	0.15	0.08	0.24	0.06	0.06	0.001	0.006	0.01	0.11	0.18	0.25	0.06	0.06	0.17	0.26	1.00

Cuadro 9. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (P. americanum) en el campo 15 Octubre. Marín, N.L., Invierno de 1985 (Cuadrados Medios).

Var.	G.L.	IE	%E	A7	/	A14	EH3	PS15	A21	A30	PS30	EH3T
F.V.												
CM Rep	2	20.8	678.4	0.23	0.18	0.11	0.01	10.6	185.3	8.15	1.77	
CM Trat	9	6.9	207.2	1.64**	8.3**	0.01	0.01**	14.0**	68.7**	2.6*	5.1**	
CM Error	18	3.24	120.2	0.43	2.11	0.05	0.002	5.1	16.1	0.96	1.30	
CM Total	29	5.6	185.7	0.79	3.9	0.04	0.006	8.2	44.1	1.97	2.52	
$\bar{y}..$		7.19	68.3	8.24	13.7	1.5 \ddagger	0.34	16.6	35.0	5.57	11.9	
C.V.		25.0	16.0	7.98	10.6	14.9	13.1	13.6	11.4	17.6	9.58	

	ExH3	NHT	EH4	EH4T	CHCN E-3	AFHS	AFH6	V15	V30
CM Rep	0.00	0.01	0.001	1.80	0.08	41.9	160.5		
CM Trat	0.00	0.006	0.008	11.3**	0.08	51.8	135.7	24.0	
CM Error	0.00	0.009	0.02	2.07	0.06	24.2	63.0		13.9
CM Total	0.00	0.008	0.02	4.92	0.05	34.0	92.4		
$\bar{y}..$	10.0	7.49	1.11	14.5	0.33	23.2	35.7		
C.V.	0.00	1.26	14.5	9.86	74.8	21.1	22.2		

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 10. Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (*P. americanum*) en la fase de campo 15 Octubre, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.

Trat.	Altura 7 días	Altura 14 días	Peso seco 15 días	Altura 21 días	Altura 30 días	Peso seco 30 días	Elongación Hoja 3	Elongación Hoja 4
G ₁	7.36 ab	11.51 b	0.38 ab	15.89 ab	35.15 ab	5.22 ab	10.40 b	12.61 b
G ₂	9.28 a	15.45 ab	0.38 ab	18.27 ab	40.39 ab	5.85 ab	12.51 ab	15.12 ab
G ₃	8.10 ab	12.65 ab	0.33 abc	15.49 ab	32.73 ab	5.74 ab	10.99 ab	15.26 ab
G ₄	8.11 ab	12.07 ab	0.42 a	16.96 ab	34.63 ab	6.42 ab	13.17 ab	15.10 ab
G ₅	9.10 ab	16.27 a	0.40 ab	20.49 a	43.70 a	6.72 a	13.39 ab	16.00 ab
G ₆	6.89 b	12.18 ab	0.30 abc	15.05 ab	31.13 b	4.70 ab	10.89 ab	13.14 ab
G ₇	8.25 ab	13.27 ab	0.22 c	14.54 ab	29.52 b	4.55 ab	10.75 ab	12.19 b
G ₈	8.76 ab	13.60 ab	0.31 abc	16.17 ab	35.51 ab	6.36 ab	11.97 ab	15.31 ab
G ₉	7.96 ab	12.88 ab	0.28 bc	13.81 b	29.02 b	3.91 b	10.91 ab	12.72 b
G ₁₀	8.60 ab	16.15 a	0.39 ab	19.39 ab	38.91 ab	6.26 ab	14.09 a	18.49 a

Continúa.-

Continuación Cuadro 10.

Trat.	Vigor 15 días
G ₁	22.0 ab
G ₂	23.0 ab
G ₃	15.5 cd
G ₄	19.0 bc
G ₅	6.5 e
G ₆	22.5 ab
G ₇	20.5 abc
G ₈	12.5 d
G ₉	25.0 a
G ₁₀	4.5 e

Cuadro 11. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (P. americanum) en el campo. 15 Noviembre. Marín, N.L. Invierno de 1985. (cuadrados Medios).

Var.	G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	PS15	V15
CM Rep	2	0.16	59.7	6.25	13.8	0.11	0.01	χ^2 0.52
CM Trat	9	0.70	57.3	0.83	1.27	0.05	0.008	
CM Error	18	0.85	58.0	0.61	1.07	0.02	0.002	
CM Total	29	0.75	57.9	1.07	2.01	0.04	0.005	
$\bar{y}..$		5.69	74.9	7.56	8.82	1.39	0.21	
C.V.		16.2	10.1	10.3	11.7	12.2	21.2	

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 12. Promedio de algunas variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (*P. americanum*) en la fase de campo. 15 de Noviembre, así como la prueba de rango múltiple de Tukey. Marín, N.L. Invierno de 1985.

Tratamiento	Peso Seco 15 días
G ₁	0.22 ab
G ₂	0.19 b
G ₃	0.19 b
G ₄	0.20 b
G ₅	0.20 b
G ₆	0.16 b
G ₇	0.20 b
G ₈	0.35 a
G ₉	0.18 b
G ₁₀	0.21 b

Cuadro 13. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (P. americanum) en el campo 15 Diciembre, Marín, N.L. Invierno de 1985 (Cuadrados Medios).

Var.	F.V.	-G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	PS15	A21	A30
Rep.		2	1.16	143.9	0.55	0.73	0.05	0.01	2.39	0.69
Trat		9	0.37	47.0	0.13	0.20	0.03	0.000	0.43	0.62
Error		18	0.32	50.3	0.11	0.18	0.01	0.00	0.27	0.81
Total		29	0.39	55.7	0.15	0.23	0.02	0.002	0.46	45.9
$\bar{y}..$			2.54	51.6	2.19	4.44	1.56	0.22	4.68	6.60
C.V.			22.4	13.7	15.4	9.68	8.60	14.3	11.1	13.6

	PS30	EH3T	ExH3	NHT	V15	V30
Rep	0.000	0.31	0.00	0.004		
Trat.	0.00	0.17	0.00	0.009	15.5	
Error	0.00	0.29	0.00	0.01		4.43
Total	0.00	0.26	0.00	0.001		
$\bar{y}..$	0.06	4.43	12.0	6.52		
C.V.	0.00	12.2	0.00	1.68		

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 14. Análisis de varianza de las variables consideradas en el crecimiento y desarrollo del mijo perla (P. americanum) en el campo. 15 Enero. Marín, N.L. Invierno 1985 (Cuadrados Medios).

Var.	F.V.	G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	PS15	A21	A30
Rep		2	0.42	21.4	0.40	0.27	0.006	0.001	0.72	1.33
Trat.		9	0.41	43.7	0.31	0.31	0.01	0.001	0.30	0.44
Error		18	0.38	50.7	0.28	0.42	0.05	0.001	0.35	0.67
Total		29	0.39	46.5	0.30	0.38	0.03	0.001	0.36	0.65
$\bar{Y}..$			2.36	46.8	2.72	5.05	1.43	0.21	5.36	8.10
C.V.			26.3	15.2	19.6	12.9	15.9	15.0	11.0	10.1

	PS30	EH3T	EXH3	NHT	V15	V30
Rep.	0.001	0.83	0.000	0.006		
Trat.	0.001	0.40	0.000	0.002	4.58	
Error	0.001	0.48	0.000	0.002		7.72
Total	0.001	0.48	0.000	0.002		
$\bar{Y}..$	0.11	5.73	11.0	5.14		
C.V.	28.7	12.1	0.000	0.87		

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 15. Análisis de varianza de los resultados de una serie de experimentos ó análisis combinado del experimento realizado en el campo. Marín, N.L. Invierno de 1985 (Cuadrados Medios).

Var.	G.L.	IE	%E	A7	A14	EH3	PS15	A21	A30
F.V.									
Trat.	9	0.24	9.15	0.11	0.28	0.004	0.0004	0.60	2.29
Fecha	2	21.3**	246.8**	38.8**	68.2**	0.02	0.01**	149.3**	852.2**
Lineal	1	51.8**	472.8*	80.1**	153.3**	0.0007	0.02**	210.5**	1212.6**
Cuadrat.	1	1.46	36.7	1.23	25.1**	0.0002	0.01*	88.0**	491.7**
T x F	18	0.23	9.72	0.06	0.27	0.002	0.0006	0.51	2.70
E. Comb.		1.20	69.8	0.36	0.95	0.03	0.001	1.90	5.87

	PS30	EH3T	EXH3	NHT
Trat.	0.09	0.16	0.000	0.001
Fecha	33.4**	53.2**	0.000	0.18
Lineal	49.7**	63.7**	1.66	0.36
Cuadrat.	17.1**	42.7**	5.00	0.005
T x F	0.09	0.23	0.000	0.0005
E. Comb.	0.32	0.69	0.000	0.23

* Significativo

** Altamente significativo

Cuadro 16. Correlación de las variables consideradas en los primeros 30 días de crecimiento en plántulas de Mijo Perla (*P. americanum*) en el experimento en la fase de campo. Marín, N.L. Invierno de 1985.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I.G.	1.00																			
% E.	0.87**	1.00																		
ALT.7	0.92**	0.79**	1.00																	
ALT.14	0.91**	0.65**	0.91**	1.00																
ELH 3	0.07	0.15	0.09	0.01	1.00															
VIG.15	0.43**	0.56**	0.39**	0.33**	0.47**	1.00														
P.S.15	0.25	0.30*	0.36*	0.20	0.95**	0.57**	1.00													
ALT.21	0.94**	0.74**	0.98**	0.99**	0.03	0.36*	0.90**	1.00												
ALT.30	0.88**	0.67**	0.93**	0.94**	0.06	0.31*	0.83**	0.94**	1.00											
VIG.30	0.70**	0.84**	0.58**	0.60**	0.04	0.49**	0.67**	0.61**	0.56**	1.00										
P.S.30	0.95**	0.75**	0.98**	0.98**	0.03	0.34*	0.90**	0.99	0.94**	0.63**	1.00									
ELH3T	0.93**	0.73**	0.98**	0.98**	0.07	0.42*	0.88	0.98**	0.92**	0.57**	0.97	1.00								
ExtH3	0.79**	0.53**	0.89**	0.87**	0.22	0.40*	0.71**	0.86	0.79**	0.29	0.85	0.91	1.00							
NHT	0.77**	0.68**	0.73**	0.74**	0.33*	0.00	0.67**	0.74**	0.76**	0.66*	0.77**	0.57**	0.39*	1.00						
ELH4	0.08	0.02	0.64*	0.40	0.07	0.27	0.14	0.20	0.32	0.18	0.17	0.01		0.19	1.00					
ELH4T	0.49	0.54	0.58*	0.75**	0.05	0.83**	0.62*	0.79**	0.70*	0.79**	0.79**	0.87**		0.26	0.17	1.00				
CHCN	0.43	0.40	0.01	0.21	0.11	0.56*	0.21	0.09	9.11	0.15	0.07	0.18		0.12	0.13	0.36	1.00			
AFH5	0.34	0.30	0.19	0.19	0.21	0.09	0.67*	0.32	0.37	0.19	0.32	0.42		0.15	0.06	0.45	0.34	1.00		
AFH6	0.50	0.26	0.85**	0.82**	0.38	0.44	0.73**	0.82**	0.84**	0.42	0.83**	0.86**	0.86**	0.69**	0.01	0.46	0.41	0.98**	1.00	
P.M.S.	0.06	0.10	0.04	0.09	0.03	0.17	0.03	0.04	0.03	0.18	0.00	0.08	0.02	0.08	0.07	0.36	0.30	0.23	0.03	1.00

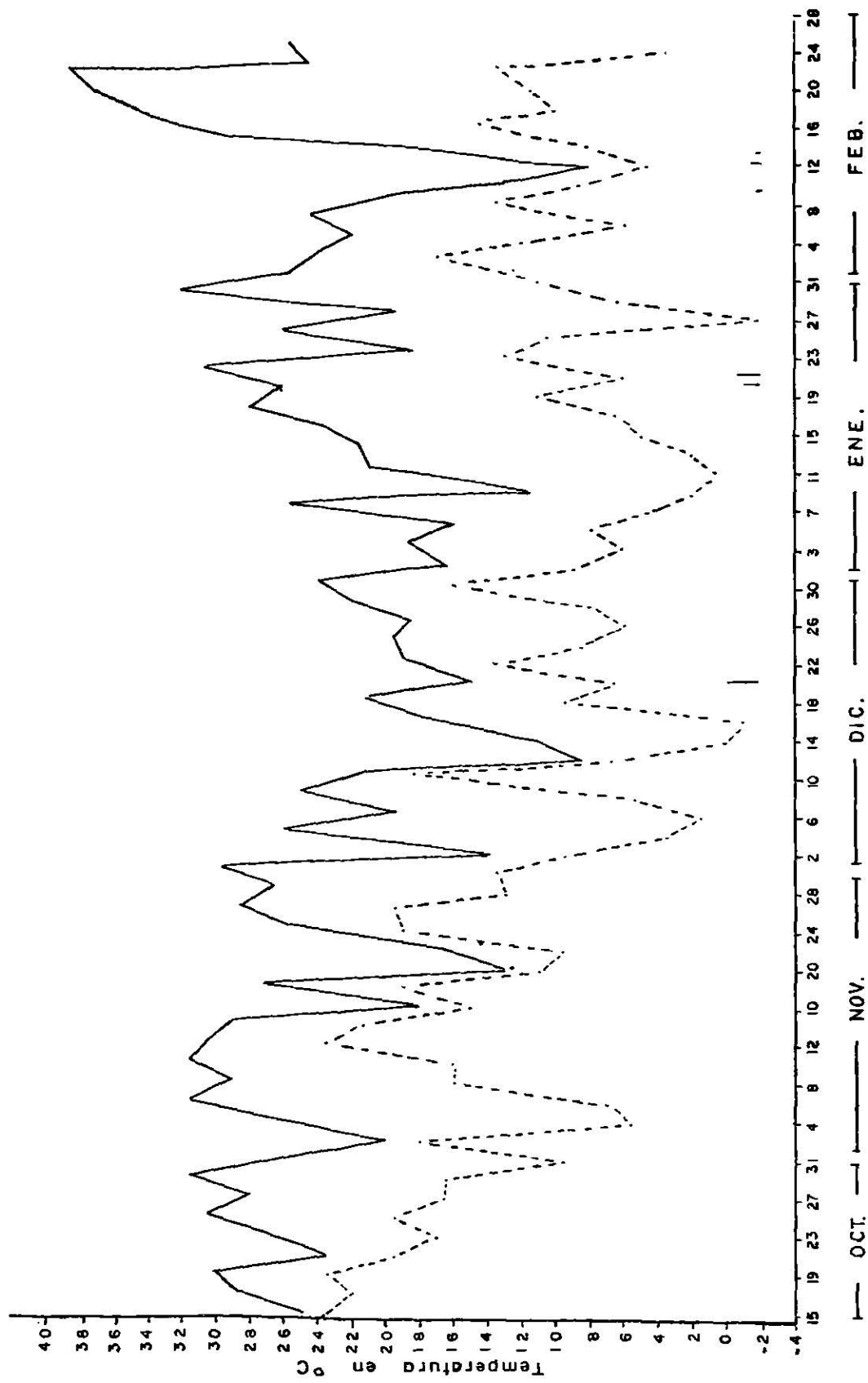
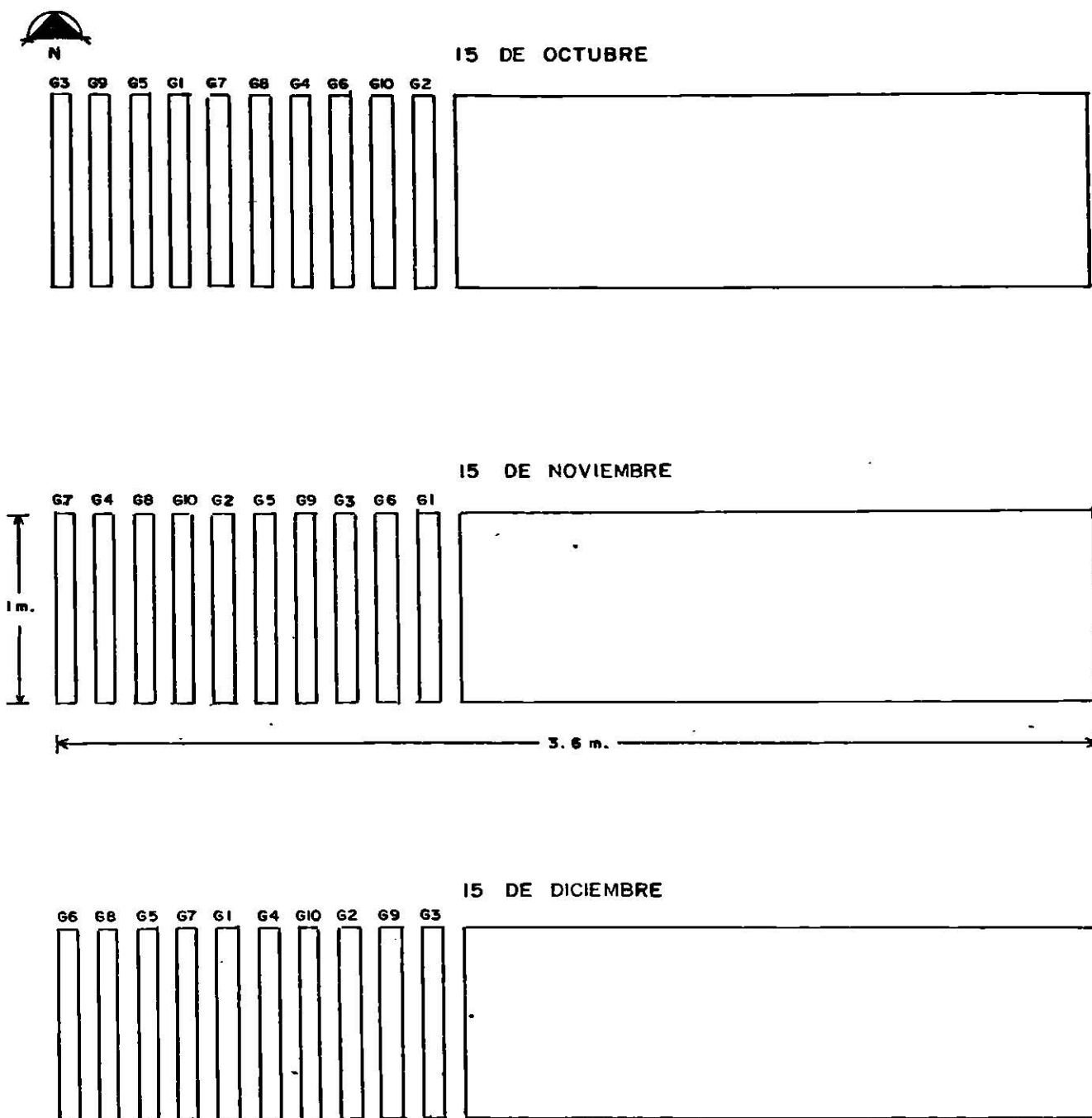
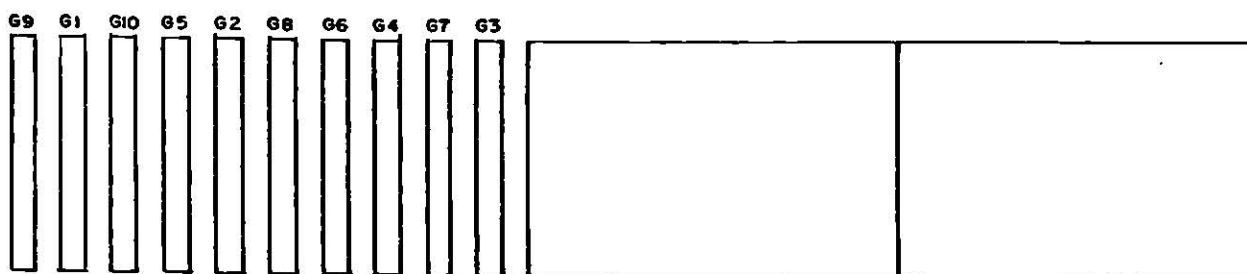


Figura 8. Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el experimento de la respuesta a altas y bajas temperaturas en la etapa de plántula del mijo perla en la región de Marín, N.L. Invierno de 1985 (Estación Agrometeorológica de la Facultad de Agronomía de la UANL).



Figurá 9. Croquis del experimento y distribución de los tratamientos en la respuesta al efecto de temperaturas altas y bajas en el crecimiento de plántulas de mijo perla (P. americanum) Marín, N.L. Invierno de 1985.

15 DE ENERO



FASE DE AMBIENTE CONTROLADA

35°C 12 DE NOVIEMBRE T° 28.5°C A 36.4°C

G7	G1	G4	G10	G2	G9	G8	G5	G6	G3
G10	G6	G8	G5	G7	G3	G9	G4	G1	G2
G2	G8	G3	G9	G1	G4	G20	G6	G7	G5

15°C (14 DE ENERO T° 13.7°C A 30.0°C)

G2	G8	G6	G3	G9	G4	G	G1	G10	G5
G4	G9	G7	G2	G1	G5	G10	G8	G6	G3
G5	G1	G4	G7	G6	G9	G	G10	G8	G2

28°C (23 DE ABRIL T° 25°C A 34°C)

G8	G3	G6	G5	G2	G9	G7	G4	G10	G1
G1	G9	G10	G4	G6	G3	G8	G7	G5	G2
G4	G8	G2	G9	G1	G7	G6	G5	G10	G3

Figura 9. Continuación.

Anexo 1

Metodología para determinar contenido de Ac. Cianhídrico

Primeramente se procede a coleccionar el material verde, del cual ocuparemos 0.15 g de cada genotipo, dicho material es colocado en tubos de ensaye adicionádoles 3-4 gotas de cloroformo, se suspende una tira de papel húmedo en solución saturada de picrato de sodio, el papel filtro es sostenido con un tapón de hule o corcho, el cual sirve para sellar el tubo. Este con su contenido se incuba a temperatura ambiente (20°C) por 12-24 horas. El picrato de sodio presente en el papel filtro es reducido a un compuesto en proporción a la cantidad de Ac. Cianhídrico presente en la muestra. El compuesto presente en el papel filtro es disuelto en 10 ml de agua destilada. Esta solución es llevada al espectofotómetro, realizándose la lectura a 520 nanómetros de absorbencia y los resultados obtenidos se multiplican por el factor 0.02 y se obtiene el contenido de Ac. Cianhídrico presente en la muestra. El espectofotómetro fue estandarizado con agua destilada.

La solución de picrato de sodio alcalina se prepara al disolver 25 g de Na_2CO_3 y 5 g de Ac. Pítrico en 1000 ml de agua destilada (Quiroga, 1971).

