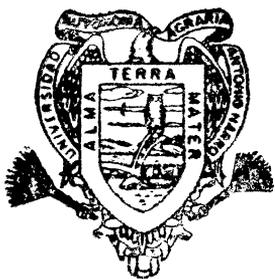


TEMPERATURA, FENOLOGIA Y CALIDAD FISICA
EN LA SEMILLA DE MAIZ (*Zea mays* L.)

WILSON ARTURO VASQUEZ CASTILLO

T E S I S

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



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

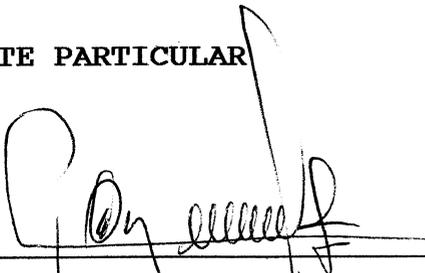
ENERO DE 1993

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

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

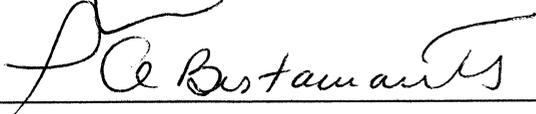
COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



M. C. Arnoldo Oyervides García

Asesor:



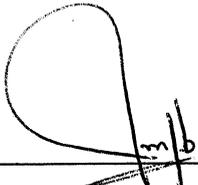
M. S. Leticia Bustamante García

Asesor:

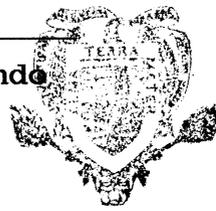


Dr. Juan M. Fernando Narváez Melo

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Postgrado



AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, por considerarme en el Programa de Capacitación y Formación Científica.

Al Programa de Desarrollo Tecnológico Agropecuario "PROTECA" por el apoyo económico brindado durante los estudios.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por las facilidades prestadas durante el tiempo de estudio.

Al personal docente y administrativo del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la UAAAN.

Al Ing. M.C. Arnoldo Oyervides G. por su acertada dirección en la presente investigación, haciendo posible la finalización de la misma.

A la M.S. Leticia Bustamante García por todo el apoyo científico y moral brindado durante los dos años de estudio.

A los Ingenieros M.C. Hugo Córdova, Manuel Estrella M. y Dr. Juan Narváez, por sus acertadas sugerencias en la realización de este trabajo.

A mis compañeros Carlos Morales, Carlos Reyes, Raúl Cervantes y Gerardo Ramírez por las enseñanzas obtenidas durante este tiempo.

A todos los amigos y compañeros que me apoyaron, de una u otra forma en la culminación de los estudios, en especial a la Sra. Lourdes Villarreal y Familia.

DEDICATORIA

OS: Por todo lo que me ha dado en la vida.

QUERIDA ESPOSA E HIJA. Laura Muñoz Espín y Laura abeth Vásquez Muñoz por todo el cariño y apoyo brindado i vida.

S PADRES. Luis Arturo Vásquez Muriel y Carmen Adriana illo Cevallos, quienes con su ejemplo y sacrificio eron formarme y enseñarme el camino del bien.

S HERMANOS . Nancy Margoth, Carlos Alfredo, Susana del en, Marco Vinicio y Eudocia Beatriz, quienes con sus udes y ejemplos ayudaron en mi formación.

S SOBRINOS. Tulio Eduardo y Diana Carolina, que les a de ejemplo y puedan superar esta meta alcanzada.

S TIOS Y PRIMOS en especial al Sr. Alfredo Castillo y on Pita por toda la ayuda brindada.

COMPENDIO

Temperatura, Fenología y Calidad Física de la Semilla
de maíz (*Zea mays* L.)

POR

WILSON ARTURO VASQUEZ CASTILLO

MAESTRIA EN

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, ENERO 1993
ING. M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA -Asesor-

Palabras clave: Fenología, unidades calor, fase vegetativa,
fase reproductiva, calidad física de
semilla

La presente investigación se realizó con el objetivo
de conocer el efecto de la temperatura sobre la fenología y
calidad física de la semilla de maíz.

Se evaluaron seis híbridos de maíz, originarios de
tres regiones climáticas diferentes, (trópico, zona
intermedia y valles altos), bajo tres fechas de siembra,
determinándose las unidades calor necesarias para el cambio
de fase vegetativa a reproductiva y poder determinar cuatro

fases fenológicas, así como la calidad física de la semilla. Los resultados indican, que los genotipos evaluados requieren acumular diferente número de unidades calor, para el cambio de fase vegetativa a reproductiva, siendo los híbridos de valles altos los que requieren menor número de unidades calor, respecto a los de zona intermedia y trópico, al momento de éste cambio de fase los híbridos tuvieron de 4 a 5 hojas totalmente desplegadas.

También existió efecto del ambiente sobre las etapas fenológicas evaluadas que son: espigamiento, floración masculina, floración femenina y madurez fisiológica, ya que a medida que se retrasó la fecha de siembra, el ciclo del cultivo se acortó. El efecto del ambiente se vió reflejado en la calidad física de la semilla por forma, tamaño, peso volumétrico y peso de mil semillas de los genotipos evaluados, con tendencia a disminuir la calidad conforme se retrasa la fecha de siembra, sin embargo con la clasificación se mejoró la calidad física respecto a la semilla del lote original.

ABSTRACT

Temperature, Phenology and Physical Quality of Seed
of Maize (*Zea mays* L.)

BY

WILSON ARTURO VASQUEZ CASTILLO

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHULA. ENERO, 1993

ING. M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA -Advisor-

Key words: Phenology, vegetative phase, reproductive phase, heat units, physical quality of seed.

The objective of this research, was to evaluate the effect of temperature on plant phenology and physical seed quality of maize.

Six hybrids of maize from three different climatic region (tropical, intermediate, and high land) were evaluated in three planting dates to determinate the heat units

or four phenological stage and physical quality of seed. The results indicate that different genotypes required different amount of heat units to change from vegetative to reproductive phase. The high land hybrids required less number of heat units with respect to intermediate and tropical hybrids at the stage of 4 to 5 leaves development.

It showed environmental effect on the different plant phenological stage; tasseling, anthesis, silking and physiological maturity, as planting was delayed. The plant cycle was decreased, and it showed the tendency to decrease the physical seed quality; form, size, volumetric weight, and weight of 1000 seeds on the different genotypes as planting was delayed, but conditioning the seed improved the quality with respect to the original seed lot.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
Crecimiento y Desarrollo.....	5
Factores que afectan el crecimiento y desarrollo	6
Factores genéticos	6
Factores ambientales.....	7
Temperatura.....	8
Humedad.....	11
Luz, Intensidad y Duración.....	12
Fenología.....	14
Unidades Calor.....	16
Calidad de la Semilla.....	19
Calidad física.....	20
Tamaño y Forma.....	20
MATERIALES Y METODOS.....	24
Descripción del Area de Estudio.....	24
Material Genético.....	24
Experimento 1 Cambio de fase vegetativa a reproductiva.....	25
Tratamientos y Diseño Experimental.....	25
Conducción del Experimento.....	26
Variables a Evaluar.....	27
Experimento 2. Fenología y Calidad Física de la Semilla de maíz.....	28
Tratamientos y Diseño Experimental.....	29
Conducción del Experimento.....	29
Unidades Calor.....	30
Variables a Evaluar.....	32
Análisis Estadístico.....	34

Calidad Física de la Semilla.....	35
RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
Experimento 1.....	39
Cambio de fase vegetativa a reproductiva.....	39
Experimento 2.....	43
Fenología.....	44
Períodos entre etapas fenológicas.....	51
Caracteres agronómicos.....	56
Altura de planta, mazorca y rendimiento.....	56
Calidad Física de la Semilla.....	61
Forma y Tamaño.....	61
Semilla Bola.....	64
Semilla Plana.....	67
Peso Volumétrico.....	71
Peso de mil semillas.....	76
CONCLUSIONES.....	81
RESUMEN.....	84
REFERENCIA CITADA.....	87
ÍNDICE.....	93

INDICE DE CUADROS

adro No.	Página
1. Comparación de medias de las unidades calor para el cambio de fase vegetativa a reproductiva y 3 caracteres fenológicos de 6 híbridos de maíz.....	42
2. Comparación de medias de las unidades calor para 4 etapas fenológicas de 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	46
3. Comparación de medias de las unidades calor para 4 etapas fenológicas a partir de la siembra de 6 híbridos de maíz.....	48
4. Comparación de medias de las unidades calor para 2 períodos fenológicos en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	50
5. Comparación de medias de las unidades calor para 3 períodos fenológicos de 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	52
6. Comparación de medias de las unidades calor para 3 períodos fenológicos de 6 híbridos de maíz.....	55
7. Comparación de medias para 3 caracteres agronómicos de 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	57
8. Comparación de medias para 3 caracteres agronómicos de 6 híbridos de maíz..	58
9. Comparación de medias para 2 caracteres agronómicos en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	60
10. Comparación de medias para 3 clasificaciones de semilla (%), de 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	62
11. Comparación de medias para 3 clasificaciones de semilla (%), de 6 híbridos de maíz.....	63
12. Comparación de medias de semilla plana y grano comercial (%), en 3 fechas de siembra	

de 6 híbridos de maíz.....	64
13. Comparación de medias para 3 tamaños de semilla bola (%), de 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	65
14. Comparación de medias en 3 tamaños de semilla bola (%), de 6 híbridos de maíz.....	66
15. Comparación de medias de 2 tamaños de semilla bola (%), en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	68
16. Comparación de medias para 3 tamaños de semilla plana (%), en 3 fechas de siembra 6 híbridos de maíz.....	69
17. Comparación de medias para 3 tamaños de semilla plana (%), de 6 híbridos de maíz..	70
18. Comparación de medias de 3 tamaños de semilla plana (%), en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	72
19. Comparación de medias del peso volumétrico (Kg/hl), de 2 tamaños de semilla plana y el testigo, en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	73
20. Comparación de medias para el peso volumétrico (Kg/hl), de 3 tamaños de semilla plana y el testigo de 6 híbridos de maíz.....	74
21. Comparación de medias del peso volumétrico (Kg/hl), de 3 tamaños de semilla plana y el testigo en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	76
22. Comparación de medias en 3 fechas de siembra del peso de mil semillas (g), en dos tamaños de semilla plana y el testigo de 6 híbridos de maíz.....	77
23. Comparación de medias para el peso de mil semillas (g), de 3 tamaños de semilla plana y el testigo de 6 híbridos de maíz.....	78
24. Comparación de medias para el peso de mil semillas (g), de 3 tamaños de semilla plana y el testigo en 3 fechas de siembra de 6 híbridos de maíz.....	80

El crecimiento y desarrollo de los cultivos, están influenciados por las variaciones ambientales, las cuales a su vez dependen en gran medida de la altitud y latitud de la región. Asimismo el comportamiento de algunos elementos como temperatura, intensidad y duración de luz, humedad y nutrientes de suelo, los que deben ser tomados muy en cuenta, para decidir que especie y cuando sembrar.

La temperatura, es uno de los elementos climáticos, que influyen sustancialmente en la velocidad de crecimiento de las plantas. Esta se halla limitada por temperaturas máximas y mínimas, fuera de las cuales se restringe o cesa el crecimiento, también a éste rango de temperatura se conoce con el nombre de temperaturas cardinales, que varía de especie a especie y entre variedades o híbridos de la misma especie. Dentro de éste rango, se encuentra la temperatura óptima para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Una forma de medir el efecto de la temperatura en el desarrollo de las plantas, es mediante el cálculo de las horas calor requeridas en las diferentes etapas

nidades calor requeridas en las diferentes etapas enológicas. El conocimiento de esto en la producción de semilla híbrida, permite sembrar en el tiempo oportuno los diferentes materiales, de tal forma que se logre su adecuada sincronización de la floración. El logro de lo anterior, permite disminuir el problema que se tiene en la producción de semilla híbrida.

La descripción del avance en crecimiento y desarrollo de un cultivo, se puede realizar a través de caracteres cualitativos y cuantitativos, y relacionar con las unidades calor que requieren acumular las plantas, para alcanzar sus cambios fenológicos. La fenología es considerada como una herramienta útil en el seguimiento de los cultivos, además es de gran apoyo en investigación y producción, ya que permite optimizar el manejo de los recursos (técnicos, económicos) disponibles y obtener buen rendimiento y mayor calidad de semilla.

En general, se consideran las siguientes tres fases en el desarrollo de las plantas: vegetativa, reproductiva y madurez. Cada una de éstas incluye varias etapas de desarrollo que son específicas para cada especie. Para el caso del maíz se considera que existen, desde la siembra hasta la madurez fisiológica de 11 a 15 etapas fenológicas (Ritchie y Hanway, 1989).

Lo anterior indica que las variedades o híbridos tienen diferentes necesidades térmicas y por lo tanto, la temperatura máxima, mínima y óptima para su desarrollo y crecimiento, serán diferentes dependiendo de la zona ecológica de adaptación.

Asimismo la fecha de siembra va a influir en la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla ya que existe una interacción genotipo ambiente durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Si las condiciones ambientales son favorables para el cultivo, se tendrá semilla de calidad reflejado en tamaño adecuado, alto peso volumétrico, libre de patógenos, alto porcentaje de germinación y vigor, garantizando con estos atributos buen establecimiento del cultivo y asegurando con un manejo adecuado altos rendimientos.

Objetivos

En base a lo anterior los objetivos de la presente investigación fueron:

1. Determinar las unidades calor, necesarias para el cambio de fase vegetativa a reproductiva y de las principales etapas fenológicas en seis híbridos de maíz.

2. Determinar el efecto de la fecha de siembra en la calidad física de la semilla de seis híbridos de maíz.

Hipótesis

1. Las unidades calor requeridas para alcanzar las diferentes etapas fenológicas varía entre híbridos de maíz, ya que existe una influencia de las condiciones ambientales existentes en la zona de adaptación.
2. La fecha de siembra influye en el rendimiento y calidad física de la semilla de maíz.

Crecimiento y Desarrollo

Para iniciar este estudio, es importante entender que es crecimiento y que es desarrollo, Bidwell (1979), indica que existe problema para definir y diferenciar estos términos, ya que están combinados en un proceso; así crecimiento es el aumento de peso, longitud u otro parámetro cuantitativo, y desarrollo es el cambio de función celular ordenado y progresivo, a menudo hacia un estado superior más complejo, por tal razón puede haber desarrollo sin que haya crecimiento o viceversa. Por su parte Aitken (1974) indica que el desarrollo total no puede ocurrir sin el crecimiento, que los dos procesos juntos permiten distinguir de manera general, a través del fenotipo y luego en base a la estructura del tallo.

Bonnett (1966), señala que la elongación del tallo del maíz, inicia inmediatamente después de la diferenciación, entre la fase vegetativa y reproductiva, debido al alargamiento de los entrenudos y esto por la actividad del meristemo intercalar, que está ubicado en la base del entrenudo.