

EFFECTO DEL AMBIENTE EN LA SINCRONIZACION DE
FLORACION DE LOS PARENTALES DE DOS HIBRIDOS
DE SORGO

P O R

Dorazio Lobo A.

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

PENDIENTE
INVENT

EL ZAMORANO, HONDURAS

ABRIL, 1994

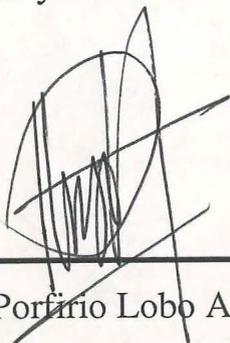
MICROFIS:	
FECHA:	2
ENCARGADO:	

EFFECTO DEL AMBIENTE EN LA SINCRONIZACION DE FLORACION DE LOS PARENTALES DE DOS HIBRIDOS DE SORGO

POR:

Porfirio Lobo A.

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.



Porfirio Lobo A.

Abril 1994

DEDICATORIA

Se lo dedico a Dios por ayudarme a lograr esta meta y estar siempre a mi lado, a la memoria de mis abuelos Porfirio Lobo Lopez (QDDG) y Rosa Sosa de Lobo (QDDG) por su esfuerzo y trabajo de toda una vida para darnos lo mejor y por inculcarnos el deseo de trabajar y superarnos. A mi papá Porfirio Lobo Sosa por su apoyo y paciencia y por darme esta oportunidad. A mi esposa Flavia y mis hijos Porfirio José y su hermano(a) que está por venir, porque ellos han sido mi aliento para seguir superandome y mejorar cada día. A mi mamá por su valiosa ayuda en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Dr. Francisco Gómez, por su gran empeño y dedicación en hacer de nosotros unos buenos profesionales, por ser un excelente amigo, por sus valiosos consejos los cuales me serán de gran ayuda en mi vida profesional y personal y por su enorme ayuda para la finalización de esta tesis, le estaré eternamente agradecido.

A mis amigos Marlon Villarreal, Alfredo Larach, Rommel Reconco y Ian Zelaya por su amistad sincera y por su valiosa compañía en todo este tiempo. Al Ing. Guillermo Cerritos por estar siempre dispuesto a brindarme su ayuda. Al Dr. Juan J. Alán por su bella amistad y ayuda cuando la necesité. A los ingenieros Alberto Morán y Faustino Reyes por su colaboración y ayuda en la realización de esta tesis. Y a todos mis compañeros y amigos que de una forma u otra contribuyeron en la realización de esta tesis.

RECONOCIMIENTO

Esta investigación fue realizada bajo el "Convenio para el Fortalecimiento de la Investigación en el Cultivo de Sorgo entre la Secretaría de Recursos Naturales y la Escuela Agrícola Panamericana, Acuerdo N° 3254-91, Tegucigalpa, D.C., 9 de Diciembre de 1991 y el Convenio de Cooperación Técnica entre la SRN y el Programa Internacional de Sorgo y Mijo (INTSORMIL), Acuerdo N° 0152, Tegucigalpa, D.C., 8 de Febrero de 1983, financiado por el gobierno de Honduras y la Agencia Internacional de Desarrollo (USAID), con fondos de PL-480 Título I, Dr. Francico Gómez Líder.

INDICE

TITULO.....	i
DERECHO DE AUTOR	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RECONOCIMIENTO	v
INDICE	vi
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
COMPENDIO	xii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
La industria del sorgo en Honduras	3
La planta de sorgo	6
Crecimiento y desarrollo	7
Morfología y apariencia.....	9
Fenología.....	10
La genética de la madurez.....	12
El Fenomeno de la reproducción en Sorgo	13
Iniciación y desarrollo de la panícula.....	13
Crecimiento de la inflorescencia.....	15
Estructura de la panícula.....	15
Antesis.....	16
Polinización.....	17
Factores ambientales que afectan la floración del sorgo.....	18
Fotoperíodo	18
Temperatura	20
Precipitación.....	20
Manejo de los parentales para una buena sincronización	20
Producción de semilla híbrida de sorgo	22
Mejoramiento del sorgo.....	22
Hibridación.....	23
MATERIALES Y METODOS	26
RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
Condiciones ambientales y de manejo del experimento	29
Análisis estadísticos	30

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
LITERATURA CITADA.....	35
DATOS BIOGRAFICOS.....	50
APROBACION.....	51

Anexo 9. Condiciones climatológicas en la localidad de Choluteca, desde la primera siembra el 4 de septiembre hasta el 8 de diciembre fecha en que se tomó el último dato.....	44
Anexo 10. Condiciones climatológicas en la localidad de Catacamas, desde la primera siembra el 27 de octubre hasta el 31 de enero fecha en que se tomó el último dato.	45
Anexo 11. Condiciones climatológicas en la localidad de Rapaco, desde la primera siembra el 30 de junio hasta el 31 de octubre fecha en que se tomó el último dato.....	46
Anexo 12. Condiciones climatológicas en la localidad de Zamorano, desde la primera siembra el 30 de junio hasta el 2 de diciembre fecha en que se tomó el último dato.....	47
Anexo 13. Precipitación acumulada durante la duración del experimento en cada localidad.....	48
Anexo 14. Disposición de tratamientos en el ensayo.....	49

COMPENDIO

La sincronización en floración de los parentales de sorgos híbridos es el problema más importantes que enfrentan los productores de semilla híbrida. La falta de sincronización puede ser debida a diferencias genéticas entre los parentales, al ambiente y a una interacción entre el genotipo*ambiente. Zamorano comercializa semilla del híbrido forrajero Ganadero desde 1989 y un nuevo sorgo híbrido granífero está en las últimas etapas de evaluación para su liberación. Los compradores de semilla, básica especialmente de los parentales de Ganadero, siembran en ambientes diferentes a los de Zamorano y algunas veces han expresado problemas de polinización. Este estudio se condujo con el objetivo de determinar el efecto ambiental en la sincronización de los parentales de Ganadero y Zamorano Rojo, como se designará el nuevo híbrido granífero. Para este propósito se sembraron los cuatro parentales en 16 ambientes que incluyeron 4 localidades y siembras en días largos y cortos. Se optimizó un modelo líneal con el paquete estadístico SAS®. Los resultados indican que la producción semilla de estos híbridos puede realizarse sin problemas de sincronización entre los parentales, si se utilizan las prácticas de manejo adecuadas como las utilizadas por la Sección de Producción del Departamento de Agronomía. Se recomienda diseñar una estrategia de asesoría por parte de Zamorano a los productores.

INTRODUCCION

La sincronización de la floración de los parentales es esencial para una óptima fertilización en la producción de los sorgos híbridos, y requiere de técnicas especiales al momento de la siembra o durante el ciclo de crecimiento para asegurar una floración simultánea. Las líneas parentales de los sorgos híbridos que difieren grandemente en las fechas de floración, generalmente no se usan en las combinaciones híbridas porque la producción del híbrido se torna muy complicada, más costosa e insegura (Wright, 1980). La amplia gama de variabilidad en días a flor representa problemas para la industria de semillas y para los mejoradores de sorgo.

Las condiciones del ambiente algunas veces influyen la sincronización de floración de los parentales, con el efecto detrimental de falta de polen en el momento de mayor receptividad de la hembra, dando como resultado una pobre producción de semilla (bajo rendimiento), lo que implica para los productores pérdidas económicas.

La Escuela Agrícola Panamericana produce y comercializa semilla básica de los parentales de el sorgo híbrido forrajero- Ganadero (ATx623 x RTx2784). En Zamorano, los parentales de este híbrido se siembran simultáneamente, ya que además de un adecuado manejo agronómico, es en esta zona donde se desarrolló y prácticamente no existen problemas con falta de polen durante antesis. Los agricultores que compran semilla de estos parentales, generalmente la siembran en regiones con condiciones ambientales y de manejo diferentes a las que acontecen en Zamorano. Es responsabilidad de Zamorano proveer a los productores de semilla certificada de híbridos de sorgo, con información sobre las fechas de

siembra de un parental con respecto a otro; sin embargo, actualmente no se cuenta con esta información disponible.

Por otro lado, un nuevo híbrido granífero está en las últimas etapas de evaluación para su liberación y también se hace necesario obtener esta información para recomendar su manejo adecuado. Hipotéticamente, la sincronización en los parentales de los sorgos graníferos es más importante que en los forrajeros como Ganadero, ya que la producción de macollos (ver anexos 5 y 6), alarga el período de liberación de polen.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del ambiente en la sincronización de la floración de los parentales de los híbridos Ganadero y Zamorano-Rojo, en localidades donde es factible producir semilla de buena calidad.

REVISION DE LITERATURA

LA INDUSTRIA DEL SORGO EN HONDURAS

El sorgo es el segundo cereal de importancia económica en Honduras. El grano de sorgo se utiliza tanto en la alimentación humana, como en la alimentación animal; el tallo de la planta y el follaje se utilizan como forraje verde picado, heno, ensilaje y pastura.

El sorgo tiene un potencial de rendimiento alto comparable al del arroz o maíz. En condiciones de campo los rendimientos pueden superar los 11,000 kg ha⁻¹ (242 qq ha⁻¹), con rendimientos promedio que fluctúan entre 7,000 a 9,000 kg ha⁻¹ (154-198 qq ha⁻¹), cuando la humedad no es un factor limitante. En aquellas áreas donde el sorgo se cultiva bajo temporal se obtienen rendimientos de 3,000-4,000 kg ha⁻¹ (66-88 qq ha⁻¹) bajo buenas condiciones, pero se reducen hasta 300-1,000 kg ha⁻¹ (22-66 qq ha⁻¹), cuando la humedad se vuelve limitante (House, 1982).

La producción de sorgo en el mundo para el año de 1991 fue de casi 58 millones de toneladas métricas. Estados Unidos produjo un 25.5 por ciento del total de sorgo producido, mientras que en Centro América se produjo solamente el 0.7 por ciento de la producción mundial FAO (1991).

La producción de sorgo en países como Estados Unidos, México y Argentina es muy eficiente, ya que el 100 por ciento de su producción proviene de cultivares híbridos. En Honduras, solamente un 30 por ciento de la producción proviene de cultivares híbridos (Gómez, 1993). En 1991 la producción de sorgo en Honduras fue de 93 TM con un rendimiento promedio de 1,125 kg ha⁻¹ (Cuadro 1). Los países donde el 100 por ciento de su producción proviene de cultivares híbridos tienen los rendimientos más altos, lo que indica que en nuestros países podemos

INTRODUCCION

La sincronización de la floración de los parentales es esencial para una óptima fertilización en la producción de los sorgos híbridos, y requiere de técnicas especiales al momento de la siembra o durante el ciclo de crecimiento para asegurar una floración simultánea. Las líneas parentales de los sorgos híbridos que difieren grandemente en las fechas de floración, generalmente no se usan en las combinaciones híbridas porque la producción del híbrido se torna muy complicada, más costosa e insegura (Wright, 1980). La amplia gama de variabilidad en días a flor representa problemas para la industria de semillas y para los mejoradores de sorgo.

Las condiciones del ambiente algunas veces influyen la sincronización de floración de los parentales, con el efecto detrimental de falta de polen en el momento de mayor receptividad de la hembra, dando como resultado una pobre producción de semilla (bajo rendimiento), lo que implica para los productores pérdidas económicas.

La Escuela Agrícola Panamerica produce y comercializa semilla básica de los parentales de el sorgo híbrido forrajero- Ganadero (ATx623 x RTx2784). En Zamorano, los parentales de este híbrido se siembran simultáneamente, ya que además de un adecuado manejo agronómico, es en esta zona donde se desarrolló y practicamente no existen problemas con falta de polen durante antesis. Los agricultores que compran semilla de estos parentales, generalmente la siembran en regiones con condiciones ambientales y de manejo diferentes a las que acontecen en Zamorano. Es responsabilidad de Zamorano proveer a los productores de semilla certificada de híbridos de sorgo, con información sobre las fechas de

siembra de un parental con respecto a otro; sin embargo, actualmente no se cuenta con esta información disponible.

Por otro lado, un nuevo híbrido granífero está en las últimas etapas de evaluación para su liberación y también se hace necesario obtener esta información para recomendar su manejo adecuado. Hipotéticamente, la sincronización en los parentales de los sorgos graníferos es más importante que en los forrajeros como Ganadero, ya que la producción de macollos (ver anexos 5 y 6), alarga el período de liberación de polen.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del ambiente en la sincronización de la floración de los parentales de los híbridos Ganadero y Zamorano-Rojo, en localidades donde es factible producir semilla de buena calidad.

REVISION DE LITERATURA

LA INDUSTRIA DEL SORGO EN HONDURAS

El sorgo es el segundo cereal de importancia económica en Honduras. El grano de sorgo se utiliza tanto en la alimentación humana, como en la alimentación animal; el tallo de la planta y el follaje se utilizan como forraje verde picado, heno, ensilaje y pastura.

El sorgo tiene un potencial de rendimiento alto comparable al del arroz o maíz. En condiciones de campo los rendimientos pueden superar los 11,000 kg ha⁻¹ (242 qq ha⁻¹), con rendimientos promedio que fluctúan entre 7,000 a 9,000 kg ha⁻¹ (154-198 qq ha⁻¹), cuando la humedad no es un factor limitante. En aquellas áreas donde el sorgo se cultiva bajo temporal se obtienen rendimientos de 3,000-4,000 kg ha⁻¹ (66-88 qq ha⁻¹) bajo buenas condiciones, pero se reducen hasta 300-1,000 kg ha⁻¹ (22-66 qq ha⁻¹), cuando la humedad se vuelve limitante (House, 1982).

La producción de sorgo en el mundo para el año de 1991 fue de casi 58 millones de toneladas métricas. Estados Unidos produjo un 25.5 por ciento del total de sorgo producido, mientras que en Centro América se produjo solamente el 0.7 por ciento de la producción mundial FAO (1991).

La producción de sorgo en países como Estados Unidos, México y Argentina es muy eficiente, ya que el 100 por ciento de su producción proviene de cultivares híbridos. En Honduras, solamente un 30 por ciento de la producción proviene de cultivares híbridos (Gómez, 1993). En 1991 la producción de sorgo en Honduras fue de 93 TM con un rendimiento promedio de 1,125 kg ha⁻¹ (Cuadro 1). Los países donde el 100 por ciento de su producción proviene de cultivares híbridos tienen los rendimientos más altos, lo que indica que en nuestros países podemos

incrementar la productividad mediante el uso de cultivares híbridos, para obtener mayores rendimientos y una mayor eficiencia en el uso de insumos. Además, esto es una gran ventaja ya que cada año la tierra utilizada para los cultivos va siendo más escasa y marginal.

Cuadro 1. Producción mundial de sorgo

Países	Area cosechada (ha x 1000)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Producción (TM x 1000)
MUNDIAL	44,702	1,292	57,763
EE.UU.	3,974	3,704	14,720
Mexico	1,380	3,164	4,367
Argentina	676*	3,330	2,251
Costa Rica	2*	1,500	3*
Nicaragua	40F	1,750	70F
El Salvador	123	1,324	163
Guatemala	50*	1,600	80F
Honduras	83	1,125	93

Fuente: Anuario FAO (1991). * = Cifras extraoficiales; F= Estimación de la FAO.

El caso de Honduras (Figura 1) es un ejemplo excelente y muy elocuente para ilustrar la ventaja en rendimiento de los cultivares mejorados y además muestra la tendencia actual a utilizar mejores cultivares para producir más eficientemente. En 1991, en Honduras se sembraron 83,000 ha de sorgo, con un promedio de rendimiento de 1,125 kg ha⁻¹ (SRN-UPSA, 1994).

Este rendimiento es bajo a simple vista; sin embargo, hay que aclarar que proviene de dos tipos de sorgo. Aproximadamente en un 70 por ciento del área cultivada (56,000 ha) se utilizan maicillos criollos, los cuales son sorgos altos y fotosensitivos, cultivados por pequeños agricultores de ladera y que expresan bajo rendimiento promedio (<900 kg ha⁻¹).

El restante 30 por ciento del área (24,000 ha) es sembrada con cultivares mejorados, de los cuales más del 80 por ciento corresponden a híbridos de alto potencial de rendimiento.

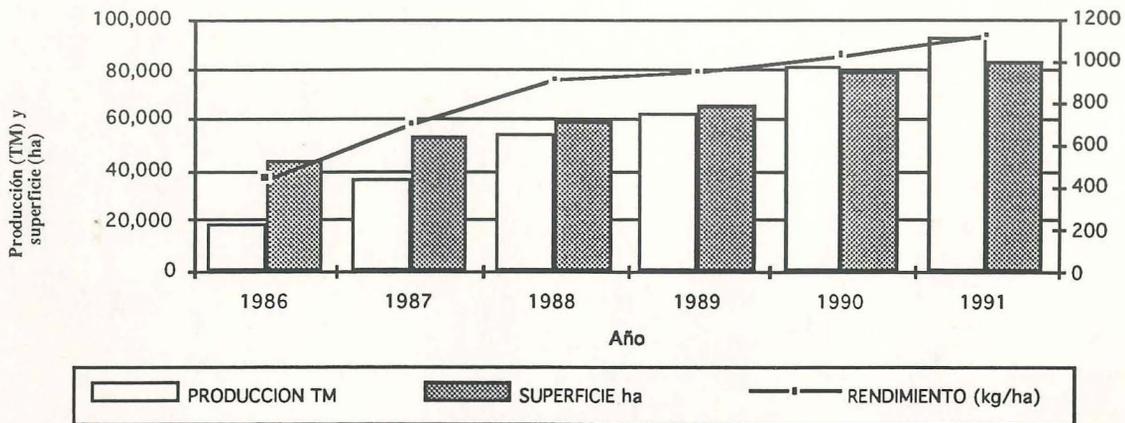


Figura 1. Producción y productividad del cultivo del sorgo en Honduras. Note que a partir de 1990 el índice de productividad supera los 1000 kg ha⁻¹ como resultado del uso de cultivares mejorados, en especial híbridos de alto potencial de rendimiento.

Honduras solamente con el 30 por ciento de su área bajo cultivo con sorgos mejorados, produce el mismo volumen de producción que con el 70 por ciento de su área en donde se utilizan los maicillos criollos.

La evolución de los índices de productividad del sorgo en Honduras, obedece a dos factores fundamentales. El primero está relacionado con el uso del sorgo en la alimentación animal. El sorgo reemplaza en casi 1:1 al maíz en las raciones para aves, lo que reduce la presión sobre el maíz haciendolo más disponible para la alimentación humana. El consumo de carne de aves ha cambiado de 11 a 14.5 kg/año/persona en los últimos cuatro años. En segundo lugar está la presión por aumentar la productividad.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial de sorgo	4
Cuadro 2. Etapas de crecimiento de la planta de sorgo con el tiempo aproximado, sobre la base del sorgo híbrido no sensible al fotoperíodo (RS10), muy similar a los híbridos graníferos cultivados en Honduras (Vanderlip, 1972).....	11
Cuadro 3. Características de las localidades donde se condujo el experimento de la sincronización de parentales de híbridos de sorgo.....	26
Cuadro 4. Análisis de varianza para los días a floración de los parentales de dos híbrido de sorgo (Ganadero y Zamorano Rojo), sembrados en 16 ambientes en Honduras, en 1993.....	31
Cuadro 5. Sincronización de los días a floración entre los parentales del híbrido Ganadero y Zamorano-Rojo.....	33

incrementar la productividad mediante el uso de cultivares híbridos, para obtener mayores rendimientos y una mayor eficiencia en el uso de insumos. Además, esto es una gran ventaja ya que cada año la tierra utilizada para los cultivos va siendo más escasa y marginal.

Cuadro 1. Producción mundial de sorgo

Países	Area cosechada (ha x 1000)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Producción (TM x 1000)
MUNDIAL	44,702	1,292	57,763
EE.UU.	3,974	3,704	14,720
Mexico	1,380	3,164	4,367
Argentina	676*	3,330	2,251
Costa Rica	2*	1,500	3*
Nicaragua	40F	1,750	70F
El Salvador	123	1,324	163
Guatemala	50*	1,600	80F
Honduras	83	1,125	93

Fuente: Anuario FAO (1991). * = Cifras extraoficiales; F= Estimación de la FAO.

El caso de Honduras (Figura 1) es un ejemplo excelente y muy elocuente para ilustrar la ventaja en rendimiento de los cultivares mejorados y además muestra la tendencia actual a utilizar mejores cultivares para producir más eficientemente. En 1991, en Honduras se sembraron 83,000 ha de sorgo, con un promedio de rendimiento de 1,125 kg ha⁻¹ (SRN-UPSA, 1994).

Este rendimiento es bajo a simple vista; sin embargo, hay que aclarar que proviene de dos tipos de sorgo. Aproximadamente en un 70 por ciento del área cultivada (56,000 ha) se utilizan maicillos criollos, los cuales son sorgos altos y fotosensitivos, cultivados por pequeños agricultores de ladera y que expresan bajo rendimiento promedio (<900 kg ha⁻¹).

El restante 30 por ciento del área (24,000 ha) es sembrada con cultivares mejorados, de los cuales más del 80 por ciento corresponden a híbridos de alto potencial de rendimiento.

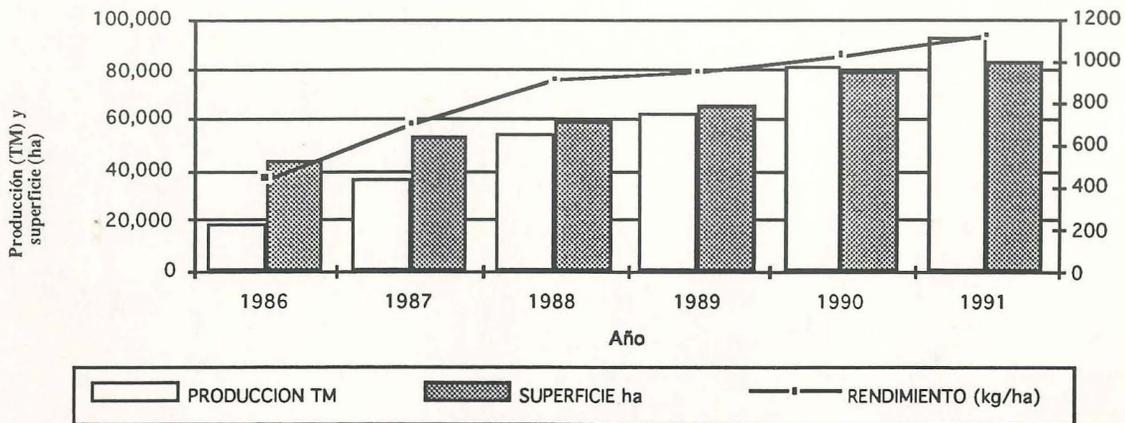


Figura 1. Producción y productividad del cultivo del sorgo en Honduras. Note que a partir de 1990 el índice de productividad supera los 1000 kg ha⁻¹ como resultado del uso de cultivares mejorados, en especial híbridos de alto potencial de rendimiento.

Honduras solamente con el 30 por ciento de su área bajo cultivo con sorgos mejorados, produce el mismo volumen de producción que con el 70 por ciento de su área en donde se utilizan los maicillos criollos.

La evolución de los índices de productividad del sorgo en Honduras, obedece a dos factores fundamentales. El primero está relacionado con el uso del sorgo en la alimentación animal. El sorgo reemplaza en casi 1:1 al maíz en las raciones para aves, lo que reduce la presión sobre el maíz haciendolo más disponible para la alimentación humana. El consumo de carne de aves ha cambiado de 11 a 14.5 kg/año/persona en los últimos cuatro años. En segundo lugar está la presión por aumentar la productividad.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial de sorgo	4
Cuadro 2. Etapas de crecimiento de la planta de sorgo con el tiempo aproximado, sobre la base del sorgo híbrido no sensible al fotoperíodo (RS10), muy similar a los híbridos graníferos cultivados en Honduras (Vanderlip, 1972).....	11
Cuadro 3. Características de las localidades donde se condujo el experimento de la sincronización de parentales de híbridos de sorgo.....	26
Cuadro 4. Análisis de varianza para los días a floración de los parentales de dos híbrido de sorgo (Ganadero y Zamorano Rojo), sembrados en 16 ambientes en Honduras, en 1993.....	31
Cuadro 5. Sincronización de los días a floración entre los parentales del híbrido Ganadero y Zamorano-Rojo.....	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción y productividad del cultivo del sorgo en Honduras.	5
Figura 2. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Ganadero.	31
Figura 3. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Zamorano-Rojo.	32

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en dos fechas de siembra en la localidad de Choluteca, Honduras.	38
Anexo 2. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en dos fechas de siembra en la localidad de Choluteca, Honduras.	38
Anexo 3. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en dos fechas de siembra en la localidad de Catacamas, Honduras.....	39
Anexo 4. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en dos fechas de siembra en la localidad de Catacamas, Honduras.....	39
Anexo 5. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en seis fechas de siembra en la localidad de Rapaco, Honduras.....	40
Anexo 6. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en seis fechas de siembra en la localidad de Rapaco, Honduras.....	41
Anexo 7. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en seis fechas de siembra en la localidad de El Zamorano, Honduras.	42
Anexo 8. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en seis fechas de siembra en la localidad de El Zamorano, Honduras.	43

Basado en los datos de importación de semilla híbrida, el Proyecto Sorgo de la EAP estimó parámetros de productividad para los cultivares híbridos en 1989-92 y con cifras proveídas por la SRN (Daccarett, 1992), se proyectó las necesidades de semilla híbrida y otros parámetros económicos para 1993-96.

La Secretaría de Recursos Naturales estima que Honduras debe producir para 1996 una cantidad de 114,000 TM de sorgo para reemplazar al maíz en la ración alimenticia para aves, y reducir la importación de este cereal (Daccarett, 1992). Se espera que para 1996 la cantidad de semilla híbrida que se utilizará será de 642,857 kg. También se espera un incremento en el valor de la producción de grano, alcanzando 58 millones de lempiras en 1996, lo que justificaría el fomento de la industria de semillas de sorgos híbridos. Además del reemplazo del maíz, el sorgo es el único cereal que Honduras ha comenzado a exportar al mercado centroamericano y tiene buenas perspectivas de aumentar su oferta.

La tecnología de producción de semilla de sorgos híbridos es muy simple, pero se requiere manejar información muy específica para lograr optimizar el rendimiento de semilla a través de prácticas de manejo adecuadas. La sincronización de floración entre los parentales de un híbrido, es de gran importancia para la producción de semilla certificada de híbridos de sorgo, ya que de ella depende en gran parte el obtener una buena producción.

LA PLANTA DE SORGO

El sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, es una planta tropical de tallo largo. Se le denominó sorgo por su capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada; el nombre procede del latín "surgo" que significa "surgir". En la Colección Mundial de sorgo existen aproximadamente 17,000 cultivares o variedades distintas. La mayor variabilidad tanto del sorgo cultivado como del sorgo silvestre

se encuentra en el cuadrante nor-oriental de Africa. Los tipos de sorgo de grano cultivado comúnmente tienen un tallo grande y erecto que termina en una panícula semi-compacta o compacta, mientras que los tipos forrajeros tienen tallos más pequeños, hojas más estrechas, un ahijamiento considerable y producen panículas largas y sueltas. En general el cultivo es de carácter anual, pero en ciertas condiciones también se utilizan los retoños de rastrojos anteriores.

Harlan y DeWett (1972), clasifican el sorgo en cinco razas básicas o principales: bicolor, caudatum, guinea, kafir y durra, y 10 razas híbridas que son combinaciones entre por lo menos dos razas principales. Por supuesto, la variabilidad del sorgo, que es resultado de cruzamientos, es tan grande que sería muy difícil preparar un sistema de clasificación de aplicación universal.

Crecimiento y Desarrollo

El crecimiento y desarrollo de la planta de sorgo es similar a los de otros cereales. El sorgo produce una planta de mayores dimensiones de lo que cabría esperar teniendo en cuenta el tamaño relativo de sus semillas. El tamaño de las semillas varía aproximadamente entre 7 a 70 gramos por 1,000 semillas maduras. Hay una escasa asociación entre el tamaño de la planta y el tamaño de la semilla. La temperatura óptima de crecimiento es aproximadamente de 27 a 32 °C, pero depende también de factores tales como la sequía, el viento y la humedad relativa.

El sorgo es una especie sensible a los días cortos (menos de 12 h) y retrasa su floración cuando los días son largos. Miller *et al.* (1968), demostraron que las variedades tienen diferentes necesidades en lo que se refiere al fotoperíodo y algunas variedades reaccionan a diferencias de pocos minutos en la duración del día.

Normalmente las variedades híbridas del sorgo necesitan de 100 a 140 días desde la siembra hasta la madurez. En las zonas tropicales el cultivo se siembra generalmente antes del comienzo de las lluvias, y la recolección se termina después del final de éstas. El rendimiento y la madurez son fenómenos relacionados entre sí. En general, el rendimiento aumenta conforme aumenta el tiempo necesario para la maduración hasta un punto en que las necesidades del crecimiento se hacen limitativas y entonces el rendimiento disminuye. Las variedades y los híbridos del sorgo difieren en su capacidad para tolerar distintas poblaciones de plantas, distintos niveles de fertilidad y de riego y algunos híbridos responden de manera diferente a los insecticidas y a los productos químicos utilizados en la lucha contra las malas hierbas. Como estos materiales responden de distinta manera a las condiciones difíciles y a las tecnologías de producción, su rendimiento también es variable. Deben utilizarse las mejores prácticas de cultivo para asegurar un rendimiento alto y estable del producto.

En el sorgo la madurez se ha utilizado para regular el momento de la recolección a fin de evitar el deterioro del grano, el moho de la semilla y los daños de los insectos y para aumentar al máximo el rendimiento. Hay una gama muy amplia de diferencias de tiempo de maduración, de 60 a 300 o más días para alcanzar la madurez. Cuando las variedades del sorgo difieren en su madurez, esto se debe a una reacción, a la temperatura y al fotoperíodo. La genética de la altura y la madurez de las variedades de sorgo cultivadas esencialmente en las Américas se explican adecuadamente para facilitar la manipulación de ese germoplasma.

Existen por lo menos cuatro genes que regulan la madurez: ma_1 , ma_2 , ma_3 y ma_4 , con alelos múltiples en cada loci. Cuando el ma_1 se encuentra dominante, como en los maicillos criollos de Centroamérica, la respuesta al fotoperíodo es máxima. Los sorgos que poseen esta condición se dice que son fotosensitivos. Sin

embargo, el material de los Estados Unidos utilizado en la mayoría de los híbridos comerciales constituye una base genética más bien limitada de la cual se han seleccionado mutaciones de genes individuales. Al parecer es muy poco probable que sobre esta base puedan explicarse todas las variaciones de altura y de madurez entre las diversas variedades de sorgo.

Morfología y Apariencia.

La apariencia del grano depende de la pigmentación y grosor del pericarpio, la presencia o ausencia de testa pigmentada y el color y textura del endospermo. Hay genes específicos que determinan el color de cada una de estas partes. Se prefiere el grano blanco sin testa pigmentada para la alimentación humana y la molienda, mientras que en general se ha considerado indeseable el color pardo debido a su sabor amargo y a la germinación retardada de la semilla, debido a que la testa es pigmentada y posee taninos. En muchas ocasiones se ha comprobado que el sorgo de semilla café o parda resiste en general a los hongos y a otros tipos de daños causados por el clima. Así mismo, tienden a ser menos aceptables para las aves.

El tallo y el nervio principal de las hojas son secos o jugosos y dulces o no dulces. Existen graduaciones de estas dos características. Estos rasgos son importantes en lo que se refiere a la calidad del sorgo para forraje. Las hojas de la planta del sorgo aparecen en forma alternada en el tallo. En las variedades enanas, las vainas de las hojas se sobreponen, pero generalmente en las variedades más altas se encuentran expuestas ciertas porciones de los entrenudos. El tamaño de la hoja es función del tamaño y madurez del tallo. Una cutícula cubre la hoja y retarda la desecación, y durante períodos de sequía las hojas del sorgo se doblan hacia adentro.

La inflorescencia del sorgo es una panícula y se le denomina "cabeza" o "espiga" o "bellota". La panícula varía de forma, pues oscila de compacta a muy abierta y suelta, y en el tamaño, de 10 a 51 cm de longitud. La panícula es una continuación del eje vegetativo. Las ramas primarias aparecen en nudos dentro de la panícula. Estas ramas están ordenadas en verticilos, uno encima de otro. Las ramas finales tienen una o varias espiguillas que producen las semillas. Las espiguillas aparecen en pares: una pedicelada y una sésil. La sésil contiene un flósculo o florecilla primaria y una secundaria. El ovario de la florecilla primaria se convierte en la semilla después de la fertilización. Algunas variedades que permiten el desarrollo de ambas florecillas dentro de la espiguilla producen semillas gemelas. Las semillas están encerradas en glumas y las cuales cubren al grano en distinto grado. En algunos tipos como en los forrajeros (*Sorghum sudanense*) las glumas cubren totalmente al grano.

Fenología

Vanderlip (1972) describió las etapas de crecimiento y desarrollo de un híbrido de sorgo insensitivo (R610) tal como se indica en el Cuadro 2. Este cuadro es útil a los investigadores para conocer las fases críticas de crecimiento. El Cuadro 2 indica aproximadamente el número de días entre cada etapa de crecimiento (EC). Para el investigador internacional es importante conocer el período variable entre EC2 y EC3. Una vez alcanzada EC3, cualesquiera que sea el número de días, éstos pueden añadirse o restarse de los días que se dan en este ejemplo.

La regla básica que debe adoptarse en lo que se refiere a las cantidades de nutrientes para el sorgo es que cada 1,000 kilogramos de rendimiento de grano extraen del suelo 30 kg de N, 10 kg de P_2O_5 y 30 kg de K_2O . El sorgo crece mejor cuando el pH del suelo oscila entre 6 y 7. En el momento de la antesis, o sea

aproximadamente 60 ó 70 días después de la germinación, se ha producido aproximadamente la mitad del peso total de la planta, y se ha extraído ya cerca del 70% del nitrógeno, 60% de P_2O_5 y 80% de K_2O . Estos valores indican la importancia de la nutrición durante las primeras etapas de crecimiento de la planta de sorgo.

Cuadro 2. Etapas de crecimiento de la planta de sorgo con el tiempo aproximado, sobre la base del sorgo híbrido no sensible al fotoperíodo (RS10), muy similar a los híbridos graníferos cultivados en Honduras (Vanderlip, 1972).

Etapas de Crecimiento	Días después de la germinación (aproximadamente)	Características
E0	0	Germinación. El coleóptilo es visible a través de la superficie del suelo.
E1	10	El cuello de la tercera hoja visible (Cuello = lígula).
E2	20	Cuello de la quinta hoja visible.
E3*	30+	Diferenciación del punto de crecimiento o floral. Aproximadamente fase de 8 hojas en los materiales de Estados Unidos, pero en el material sensible al fotoperíodo el número puede ser mucho mayor como en los maicillos criollos (+200 días).
E4	40+	Hoja final visible en el verticilo o cogollo. Hoja bandera.
E5	50+	Bota, panzoneo o hinchazón. La panícula se extiende dentro de la vaina de la hoja final.
E6	60+	50% antesis. La mitad de las plantas han alcanzado la antesis.
E7	70+	Etapa pastosa suave.
E8	80+	Etapa pastosa dura.
E9	90+	Madurez fisiológica. Se ha alcanzado el nivel máximo de peso seco del grano.

* Añadir días adicionales a la diferenciación floral entre EC2 y EC3.

En los primeros 30-35 días después de la aparición de la planta casi todo el crecimiento corresponde a las hojas. En el material no sensible al fotoperíodo la diferenciación floral se produce aproximadamente en esta etapa. El tallo comienza entonces a crecer rápidamente. Este rápido crecimiento se mantiene hasta que

alcanza el peso máximo de las hojas (aproximadamente 60 días) y el peso máximo del tallo, aproximadamente 65 días después de la siembra. El tamaño de la panícula sigue siendo pequeño y su peso aumenta lentamente hasta unos 18 días después de la diferenciación floral, a partir de la cual el peso aumenta aceleradamente. Después de la polinización el peso del grano aumenta enormemente, a veces a un ritmo más rápido que la acumulación total de materia seca. Esto se traduce en un menor peso del tallo ya que los fotosintatos almacenados pasan de éste a la semilla en desarrollo.

Casi todas las variedades del sorgo aumentan de peso seco aproximadamente hasta 34-38 días después de la antesis, que es el momento en que se registra el máximo nivel de peso seco. La tasa máxima de acumulación de materia seca se registra entre 8 y 14 días después de la antesis. La cantidad máxima de humedad en la semilla en desarrollo se presenta entre 14 y 18 días después de la antesis. Los granos con endospermo vítreo alcanzan la humedad de cosecha (12 a 15%) a los 45 a 60 días después de la antesis. Los tipos de grano con endospermo más suaves pierden la humedad a un ritmo inferior.

LA GENETICA DE LA MADUREZ

Roy Quinby (1967) identificó cuatro loci que influyen la madurez, Ma_1 , Ma_2 , Ma_3 , y Ma_4 . Generalmente los tipos tropicales tienen dominancia en estos cuatro loci y la condición recesiva de cualquiera de ellos da como resultado la adaptación a regiones más templadas. De hecho, la gran mayoría de las líneas progenitoras que se utilizan en las regiones templadas se han encontrado ser recesivas para Ma_1 . Las líneas que se utilizan en el programa de conversión (conversión de líneas adaptadas a los trópicos, a líneas con adaptación a zonas templadas) son probablemente recesivas en Ma_1 , y dominantes en los otros tres

loci (House, 1982). Aún así, el período a la floración varía de 60 a 85 días. Después de la conversión las variedades tropicales precoces tienden a ser precoces, y las líneas tropicales tardías tienden a ser tardías. Se cree que esto es debido a diferentes alelos en uno o más de los loci de madurez, y no a un grupo de genes modificadores en otros loci (House, 1982).

EL FENOMENO DE LA REPRODUCCION EN SORGO

Iniciación y desarrollo de la panícula.

Doggett (1988) indica que en la iniciación de la panícula se reconocen 8 estados de desarrollo:

Estado 1: Es la fase vegetativa, con el ápice produciendo hojas y tejido meristemático del tallo.

Estado 2: Es el inicio de la transición de la fase vegetativa hacia la fase reproductiva. El meristema apical se elonga sobre la última hoja que se formó y su volumen aumenta en algunos casos hasta 30 veces su tamaño inicial.

Estado 3: Es la iniciación del primordio de la rama primaria. Estos aparecen como protuberancias sobre el ápice.

Estado 4: Es la iniciación de un primordio de rama secundaria. El primordio de la rama secundaria se origina distante de el primordio de la rama primaria, dándole a la rama primaria una apariencia laminar achatada. Los primordios de las ramas terciarias y cuaternarias usualmente se forman en las ramas más bajas, raramente en las ramas superiores, por lo que la producción de ramitas disminuye acrópetamente. Entre más se desarrollan los primordios de rama, la forma de las ramas laterales se transforma en estructuras voluminosas y de consistencia carnosa con una gran cantidad de primordios orientados en forma

irregular. La nueva inflorescencia inicia un incremento bastante rápido en sus dimensiones debido a una elongación del raquis y de las ramas y ramitas de la parte más alta.

Estado 5-6: Son la iniciación del primordio de la espiguilla. Al inicio de la etapa no hay diferencia entre el primordio que se convertirá en rama lateral y los que se diferenciarán en espiguillas. Al inicio del desarrollo de las espiguillas, el último primordio de ramas se divide en dos partes, que constituyen los primordios de los dos pares de espiguillas. El primordio de la gluma aparece como dos protuberancias, una apenas encima de la otra, ambas rodeando parcialmente el tejido meristemático del primordio de la espiguilla. Las partes de la florecilla se diferencian acrópetamente, apareciendo en el siguiente orden, lema, palea y lodículos. Los estambres aparecen como una papila circular, seguida por la diferenciación del pistilo. Las partes de las florecillas que se diferenciaron inicialmente son casi idénticas entre florecillas fértiles y estériles, pero la espiguilla estéril está delicadamente sostenida encima de la espiguilla fértil. Aunque el origen de el primordio de la rama primaria es acrópeta, el desarrollo de la espiguilla es basipetal, o sea que el desarrollo de las espiguillas de la parte superior de la panícula ocurre antes que las de ramas inferiores.

Estado 7: Consiste en el desarrollo de la espiguilla y se observa a lo largo de la inflorescencia.

Estado 8: La elongación y emergencia de la inflorescencia.

El estado 3 ocurre alrededor de 5 días después de la iniciación del estado 2, el estado 5 aproximadamente 10 días y el estado 7 más o menos 21 días. Después de que las partes de la florecilla se han iniciado, las ramas laterales, ramitas, y el raquis se elongan bastante rápido.

Crecimiento de la inflorescencia

La nueva inflorescencia es forzada hacia arriba a través de la vaina de la hoja superior (la bota) después de que la hoja más alta (hoja bandera) se ha expandido, distendiendo la vaina a medida que pasa a través de ella. La inflorescencia puede quedarse en la parte más baja todavía rodeada por la vaina de la hoja bandera, o esta puede salir de la bota (exercción). Cuando la panícula no sale claramente de la vaina de la hoja bandera hay a menudo problemas de plagas como gusanos, gusano elotero (*Heliothis* spp) y áfidos, los cuales se protegen en la vaina. Bajo condiciones de humedad los mohos también pueden desarrollarse en la porción de la panícula que está cubierta por la vaina de la hoja (Doggett, 1988). El control de la longitud del pedúnculo de la panícula está controlado genéticamente, aunque existe un efecto ambiental.

Estructura de la panícula

La panícula es una inflorescencia que tiene un raquis central, del cual se originan las ramas primarias, esto lleva desde luego a que se desarrollen también ramas secundarias o terciarias que llevarán los racimos.

Las ramas primarias son homólogas con la vaina de la hoja, y ocasionalmente se encuentran formas aberrantes en aquellas panículas inferiores que puede ser que salgan de la vaina de la hoja, las cuales daran origen a ramas secundarias de racimos de espiguillas en la parte de enmedio, continuando más allá de la rama para dar una hoja pequeña como lígula. La rama interior de la panícula puede ser que se desarrolle como una bráctea, variando de unos pocos milímetros a varios centímetros de longitud, y este puede tener en su punta a una hoja como la lígula (Doggett, 1988).

Antesis

La antesis se produce durante la noche o en las primeras horas de la mañana (10:00 PM a 8:30 AM). Existen diferencias causadas por la constitución genética del cultivar por las condiciones climáticas. El ritmo de floración es afectado principalmente por la obscuridad y la temperatura. En la India la floración comienza más o menos a la media noche de 2:00 AM a 8:00 AM o más, abriéndose la mayoría de las flores a las 4:00 AM. En el Este de Africa el sorgo florea entre la madrugada durante la época seca y el polen es liberado un poco después de la salida del sol (Doggett, 1988).

La floración se inicia en la parte superior de la rama de la panícula y desciende en progresión regular y en un plano horizontal alrededor de la panícula. Si las espículas pediceladas son estaminadas, en la punta se inicia una segunda serie de floraciones que descienden después de que la primera ha avanzado hasta la mitad inferior de la panícula. Progenitores machos con esta característica se consideran buenos polinizadores.

El proceso de floración de una espiguilla puede completarse en 20 a 30 minutos, pero la espícula puede permanecer abierta 2 ó 3 horas. Este proceso puede durar de 6 a 15 días, dependiendo del tamaño, la temperatura y el cultivar. El período de floración es generalmente de 6 a 9 días (en promedio 7 días), y el mayor porcentaje de las espiguillas en una panícula florece entre 3 y 6 días. Un híbrido uniforme plantado en una tierra uniforme generalmente completa la antesis en 10 a 15 días, pero muchos factores que perturban la uniformidad, y la floración en superficies más extensas puede tomar de 15 a 25 días o más.

La dehiscencia de las anteras se produce conforme salen de la espiguilla, o poco después, y sueltan una pequeña nube de polen. Doggett (1988), indica que

las flores del sorgo se abren rápidamente, debido a la presión aplicada por el ensanchamiento de las dos lodículas, siendo completado este movimiento en alrededor de 10 minutos. A medida que las glumas se riegan, los estigmas y las anteras emergen. Hay diferencias varietales en cuanto a si es el estigma o las anteras las que emergen juntas, o si una precede a la otra. En variedades con glumas cortas y amplias, o con anteras y estigmas largos las partes esenciales pueden engrandecerse antes que las glumas se habran. A medida que los estambres emergen de las glumas abiertas, estas se rotan y se riegan, y los filamentos se alargan rápidamente, las anteras se doblan un poco y se vuelven colgantes. Algunas veces ésta comienza su dehiscencia a medida que se va inclinando, pero a menudo ellas permanecen colgantes por un corto tiempo antes de la dehiscencia.

El tiempo de dehiscencia parece ser influido por las condiciones de tiempo. En mañanas húmedas en los trópicos, la dehiscencia puede ser que se retarde por algun tiempo después que las anteras han emergido. El tiempo desde que comienzan a abrirse las glúmulas hasta la terminación del cierre fue reportado en India que es alrededor de tres cuartos de una hora.

Polinización

Aunque el sorgo es una especie autopolinizada, los cruzamientos naturales se producen y pueden oscilar de 0 al 30 por ciento o más. La cantidad está influenciada por factores como la dirección del viento y el tipo de panícula, Panículas abiertas son más propensas a la polinización cruzada. El cruzamiento es de dos a cuatro veces más frecuente en el cuarto superior de la panícula que en los tres cuartos inferiores.

El polen es viable de tres a seis horas, y los estigmas pueden ser receptivos hasta una semana después de floración, pero son mejor polinizados durante las primeras 72 h. Estigmas también son receptivos por un día o dos después de brotar (Doggett, 1988). El polen recogido para efectuar cruzamientos pierde rápidamente su viabilidad, pero se le puede usar varias horas después si se le almacena adecuadamente. Los estigmas son receptivos 1 ó 2 días antes de la anthesis de la flor, y siguen siéndolo durante 8 a 16 días.

El número de flores en una inflorescencia simple de sorgo granífero cultivado es, estimado por Ayyangar y Rao (1931), citados por Doggett (1988), como de 2000 a 4,000. Stephens y Quinby (1,934) encontraron 1600 como el promedio de cuatro panículas de Spur Feterita, y registraron que las semillas en una panícula larga de Blackhull Kafir X Hegari el número era de 6700. Ellos también estimaron que cada antera de Spur Feterita tiene acerca de 5000 granos de polen (Doggett, 1988).

Factores ambientales que afectan la floración del sorgo

El tiempo de la siembra a la floración varía considerablemente en diferentes variedades, dependiendo de la fecha de siembra, del manejo del cultivo, latitud y temperatura (House 1982).

Fotoperíodo

Como el sorgo es una planta de día corto; es decir, la yema vegetativa permanece como tal hasta que la longitud del día se vuelve suficientemente corta. Se conoce como fotoperíodo corto al punto en el cual la longitud del día se vuelve suficientemente corta para que se desarrolle la yema floral. Las variedades tienen diferentes fotoperíodos críticos. Generalmente las variedades tropicales no

florearán en las regiones templadas porque la longitud del día durante el período de verano nunca es suficientemente corto para que la variedad alcance el fotoperíodo crítico. Para cuando la longitud del día es suficientemente corta, las variedades son muy altas y exhuberantes, el tiempo es frío, y las plantas generalmente mueren por las heladas (House, 1982)

La descripción de la interrelación entre los conceptos de día corto y respuesta al fotoperíodo puede ser muy compleja. Durante los meses de verano, la longitud del día es más larga en las regiones templadas que en los trópicos; en el invierno sucede lo contrario; mientras que en los equinoccios de primavera y otoño, las longitudes del día tienden a ser iguales (alrededor de 12 h). Las variedades adaptadas al crecimiento de verano en las regiones templadas tienen un fotoperíodo crítico más alto que aquellas variedades de los trópicos; es decir, florecen en días más largos o mejor que las variedades tropicales. Por ejemplo, una variedad tropical puede florear durante días de menos de 12 horas; las variedades de regiones templadas también florecen. Cuando se movilizan las plantas a regiones templadas, la longitud del día puede ser mayor de 13 horas. Este es un día más largo que el de los trópicos, y excede el fotoperíodo crítico del tipo tropical, y por lo tanto la planta permanece vegetativa. La variedad de una región templada puede tener un fotoperíodo crítico de 13.5 horas; una longitud del día de 13 horas es todavía más corta que el período crítico, y por tanto la variedad florea (House, 1982).

House (1982) indica que la floración de líneas diferentes, hablando en forma general, ocurre en forma más cercana si se hacen las siembras cuando los días se están volviendo más cortos; mientras que el tiempo de floración será más diferente si las siembras se hacen cuando aumenta la longitud del día. A una latitud de aproximadamente 12° N, la floración será más simultánea en siembras

hechas de julio a diciembre (siendo más coincidente en siembras de fines de noviembre y diciembre). Los tiempos a la floración serán mas diferentes en siembras hechas a fines de marzo y abril. Algunas líneas sembradas en abril permanecen vegetativas hasta septiembre.

Temperatura

La temperatura es importante ya que el sorgo crece muy lentamente a temperaturas abajo de 15° C; el cruzamiento a temperaturas de 40° C (con humedad baja) normalmente da como resultado el fracaso en la formación de semilla. En regiones templadas y en elevaciones altas en los trópicos el sorgo se cultiva normalmente sólo durante una determinada temporada, mientras que en los trópicos húmedos puede sembrarse en cualquier tiempo. Las temperaturas mas adecuadas son entre 25 y 30° C.

Precipitación

La lluvia es también importante ya que los continuos aguaceros durante la floración vuelven más difíciles las condiciones de trabajo y originan las pérdidas de cruza. La lluvia y humedad excesiva durante la maduración puede originar deterioro de las semillas y pérdidas de viabilidad.

Manejo de los parentales para una buena sincronización

La consideración de la respuesta fotoperiódica y de otras condiciones ambientales es de gran valor para el fitomejorador en la planeación de lotes de cruzamiento, y una gran ayuda para los productores de semilla híbrida de sorgo (House, 1982).

Para lograr la coincidencia entre padres que van a cruzarse es necesario en algunos casos sembrar los dos padres en tiempos diferentes. Sin embargo, si la diferencia en fechas de floración de dos padres es por ejemplo de seis días, el intervalo entre las dos siembras puede ser más largo. En Pakchong, Tailandia (12° N) se hicieron siembras en un bloque de cruzamiento con intervalos de 12 días en diciembre 4, 16 y 28; aún así hubo diferencias de cuatro a ocho días al 50% de floración. Si esta siembra se hubiera hecho a principios de marzo, el intervalo entre la floración podría haber sido de más de 12 días en algunas líneas.

Cuando la longitud del día es más larga que el fotoperíodo crítico la variedad permanece vegetativa; cuando la longitud del día es más corta que el fotoperíodo crítico, ocurre la iniciación floral.

La longitud del día no solamente cambia cuando se viaja hacia el norte o hacia el sur del Ecuador, sino que también cambia con la época del año. El cambio en longitud del día con la época del año, tiene básicamente el mismo efecto sobre la iniciación floral, que la latitud (puede haber algunas diferencias debidas a la temperatura).

En el hemisferio norte, los materiales sembrados en un lote de cruzamiento en septiembre, octubre o principios de noviembre, requieren de menos escalonamiento en las siembras para lograr la coincidencia de floración entre padres, que el que se requiere en siembras en cualquier otra época del año.

El manejo agronómico de los parentales para optimizar la sincronización es fundamental. Una vez que conocemos la floración de ambos parentales, algunas prácticas de manejo ayudarán a uniformizar la floración de la siguiente manera:

1. Escoger un terreno nivelado apropiadamente para evitar problemas de aniego y optimizar riego.
2. Realizar una excelente preparación de suelo para lograr una emergencia buena y uniforme.
3. Sembrar a las densidades recomendadas para ambos parentales y asegurarse una abundante producción de polen con el mínimo de plantas machos.
4. Realizar los controles de malezas y plagas oportunamente.
5. Manejar un adecuado programa de fertilización con los elementos recomendados por el análisis del suelo.
6. Manejar un programa de riegos calendarizados basado en la demanda del cultivo, especialmente antes de la antesis.

Producción de semilla híbrida de sorgo

La producción de semillas de hoy día constituye una industria especializada y esencial. Es análoga a la producción de fertilizantes o pesticidas, a la manufactura de implementos agrícolas, y de equipo de manejo y procesado de cultivos, y al desarrollo y producción de herbicidas. En cada una de estas industrias, los especialistas proporcionan al agricultor los insumos necesarios para un nivel alto en la producción de sus cultivos (House,1982).

Mejoramiento del Sorgo

Los mejoradores de plantas, pueden desarrollar nuevos materiales o variedades de capacidad o potencial de rendimiento alto. También pueden incorporar nuevos materiales con factores que mejoran la calidad de grano y la resistencia a insectos

y enfermedades. Los científicos agrícolas proveen así al agricultor, cultivares mejorados que pueden ayudarle a cambiar de una agricultura tradicional a una de tipo moderno. Con estos cultivares mejorados, el agricultor progresista encontrará beneficio o utilidad al utilizar otros insumos como fertilizantes, mejores implementos agrícolas, y un mejor manejo del suelo, del cultivo y del agua (House, 1982).

En gran parte de las zonas sorgueras del mundo solo se usan variedades seleccionadas o mejoradas, mientras que en áreas de agricultura intensiva predominan los híbridos F₁. Los sorgos híbridos, ya sean para grano o forraje, son mejores en rendimiento que las variedades. Los sorgos graníferos o forrajeros provenientes de híbridos de cruce simple expresan 20-50% más rendimiento que sus parentales (Poehlman, 1987).

Hibridación

Dada la inmensa importancia del sorgo híbrido, es indispensable describir brevemente el sistema utilizado para producir híbridos. La esterilidad masculina confiere la función normal de la parte femenina de la flor e inhibe la función masculina. Como las plantas con esterilidad masculina no diseminan polen viable, dichas plantas pueden ser fertilizadas sólo con polen procedente de plantas normales. Este fenómeno permite la producción y utilización de híbridos de sorgo. Hay por lo menos dos tipos de esterilidad masculina, citoplasmática y genética. La esterilidad genética se hereda normalmente y en la progenie puede apreciarse la influencia de la planta masculina. Sin embargo, en la esterilidad masculina citoplasmática la herencia es maternal. Toda la progenie de una planta madre masculinamente estéril citoplasmática polinizada por su contraparte normal será estéril como la planta madre. Esta forma de herencia permite mantener fácilmente

una planta masculina con esterilidad citoplasmática mediante el cultivo simultáneo de las líneas A (planta con esterilidad masculina-citoplasmática) y B (plantas reproductoras de líneas masculinamente estériles) en parcelas de cruzamiento de progenitores. Pueden producirse híbridos fértiles del sorgo cultivando conjuntamente líneas A y R (restauración de la viabilidad del polen genéticamente) en parcelas de cruzamiento de semillas.

La expresión del vigor híbrido en el sorgo muestra que los híbridos son ligeramente más tempranos, algo más altos y tienen un rendimiento de granos bastante mayor que los progenitores. Los materiales evaluados en los Estados Unidos y otras partes del mundo indican que el mayor rendimiento procede de un mayor número de granos por planta. La diferencia de tamaño de las semillas no es muy importante. El híbrido tiene una mayor superficie foliar y una mayor superficie fotosintética. Se ha sugerido que el mayor rendimiento puede atribuirse a una división celular más rápida del meristema apical.

En el sur Estados Unidos (Texas) se han desarrollado híbridos de sorgo, y la mayor parte los materiales para los progenitores masculino y femenino se obtuvieron de germoplasma seleccionado en una zona de clima templado. La floración se produce después de los días más largos del verano y el llenado de grano en los días calientes con noches frescas que permiten almacenar el fotosíntato en la semilla en vez de utilizarlo en la respiración. Como resultado de esta selección previa, los híbridos desarrollados en una primera etapa en Texas no eran los más adecuados para zonas de carácter más tropical, donde la diferenciación floral se produce en días cortos y el llenado de grano se realiza en noches cada vez más cálidas, lo cual reducía el rendimiento cosechable. Se han aislado materiales que permiten superar este problema de adaptación limitada. La "adaptación tropical del sorgo de zona templada", o sea adaptación de carácter

muy amplio, está extendiéndose rápidamente a las zonas plenamente tropicales donde este cereal constituye un cultivo importante.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio consistió en la determinación de la sincronización de la floración de los parentales de dos sorgos híbridos. Los parentales utilizados fueron los siguientes: ATx623 y RTx2784, padres del híbrido forrajero Ganadero; y ATx626 y RTx8503 padres del híbrido granífero Zamorano-Rojo. Estos parentales se arreglaron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de 3 surcos de 5 m de largo, a una distancia entre surco de 0.8 m.

Réplicas del ensayo se establecieron en diferentes épocas distanciadas 15 días en 4 localidades situadas en distintas zonas ecogeográficas del país. Las características de las localidades en que se llevó a cabo el ensayo se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características de las localidades donde se condujo el experimento de la sincronización de parentales de híbridos de sorgo.

Localidad	Altitud (msnm)	Precipitación anual (mm)	Temperatura anual	
			Min °C	Max °C
EAP, Zamorano	820	1,487	16.3	29.2
EAP, Rapaco	614	1,124	----- *	-----
ENA, Olancho	387	1,309	19.6	30.2
La Lujosa, Choluteca	44	1,941	22.9	34.3

* = No se dispone de datos de temperatura.

En Zamorano el ensayo fue establecido en la terrazas N° 8 de Agronomía, en la cual se sembraron 6 fechas entre el 30 de junio al 14 de septiembre. En Rapaco también se sembraron 6 fechas durante el mismo período que en Zamorano. En Catacamas se establecieron solamente 2 fechas de siembra entre el 27 de octubre y

13 de noviembre. En Choluteca se sembraron dos fechas entre el 4 de septiembre y el 21 de septiembre. Cada fecha de siembra se hizo con un intervalo de 15 días.

La preparación de la tierra se hizo de acuerdo al manejo de la localidad. Las camas fueron hechas con una surcadora. La semilla fue proporcionada por el Proyecto de Sorgo EAP-SRN-INTSORMIL. La siembra fue llevada a cabo en forma manual a chorro corrido, con semilla tratada con Promet 400CS (Furatiocarb) a una dosis de 40 cc/kg de semilla para controlar insectos del suelo y del establecimiento temprano. La cantidad de fertilizante aplicado correspondió a 286-90-0 kg ha⁻¹ de N-P-K. A la siembra se aplicaron 36-90-0 kg ha⁻¹ y a los 30 días, 250-0-0 kg ha⁻¹.

A los 10 días después de siembra se hizo el raleo dejando unas 50 plantas por surco, para obtener una densidad final de 125,000 plantas/ha. Cuando se requirió control de malezas se hizo en forma manual con azadón.

Los días a floración se estimaron de la siguiente manera: Se muestrearon 10 plantas del surco central (parcela útil) por medio de una randomización en computadora (SAS®). Cada planta muestreada fue etiquetada y en ésta se anotó el día juliano en que alcanzó su floración.

Los datos obtenidos fueron analizados usando el paquete estadístico SAS® (Statistical Analysis System) versión 6.04 de acuerdo con el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = M + L_i + P_j + LP_{ij} + F(LP)_{k(ij)} + B(LPF)_{l(ijk)} + E_{ijkl}$$

en donde,

Y_{ijk} = respuesta

L_i = efecto de la i^{th} localidad

P_j = efecto del j^{th} parental

LP_{ij} = efecto debido a la interacción de la i^{th} localidad con el j^{th} parental

$F(LP)_{k(ij)}$ = efecto de la k^{th} fecha de siembra dentro de la interacción de la i^{th} localidad con el j^{th} parental

$B(LPF)_{l(ijk)}$ = efecto debido a la l^{th} repetición dentro de la interacción de la i^{th} localidad con el j^{th} parental y con la k^{th} fecha de siembra.

E_{ijkl} = error esperado.

Se estimaron las medias y desviaciones estandar de los 4 parentales en todos los ambientes evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSION

CONDICIONES AMBIENTALES Y DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

Las condiciones ambientales en Zamorano, especialmente la precipitación, fueron muy buenas en las primeras fechas de siembra. Una canícula inusual húmeda ayudó a que las siembras durante el mes de julio y agosto se establecieran bastante bien. En algunos lugares del experimento el aniego fue un problema, debido a la poca nivelación y posiblemente compactación del suelo. Problemas con zompopos (*Atta mexicana*), causaron defoliación entre el estadio E0.5 y E1.0 (3-10 dds), y retrazaron el crecimiento, desuniformizando la floración. Se utilizó Mirex (Dodecacloro Octahidro) y fuego en los nidos para su control.

Las condiciones ambientales en Rapaco fueron más secas que en Zamorano. Las fechas establecidas durante el periodo de la canícula necesitaron riego para evitar perder plantas por desecación. Sin embargo las condiciones de establecimiento en las fechas de siembra entre el 14 de agosto y el 14 de septiembre, fueron mejores. La defoliación causada por zompopos fue problema pero en menor grado que en Zamorano.

Las condiciones ambientales en Choluteca, no fueron muy buenas especialmente porque la precipitación fue muy alta, lo que causó un anegamiento inesperado. El terreno tuvo que ser drenado al momento de la siembra para reducir la saturación del suelo y lograr establecer el experimento. Estas condiciones causaron un pobre establecimiento del cultivo y baja densidad.

Las condiciones ambientales en Olancho fueron normales, pero las labores de preparación de suelos fueron muy deficientes. El suelo tenía muchos terrones que

dificultaron una buena siembra manual y por consiguiente no hubo un buen establecimiento y la población de plantas se vió reducida.

ANALISIS ESTADÍSTICOS

La variabilidad total expresada en días a flor entre los parentales de los dos híbridos fue explicada satisfactoriamente por el modelo descrito en materiales y métodos ($Y_{ijk} = M + L_i + P_j + LP_{ij} + F(LP)_{k(ij)} + B(LPF)_{l(ijk)} + E_{ijkl}$). Este modelo explica 73 por ciento de las diferencias en sincronización a floración exhibidas entre los parentales de Ganadero; y 78 por ciento entre los parentales de Zamorano-Rojo.

La partición de la variabilidad total (Cuadro 4 y Figura 2 y 3) indica que las condiciones de manejo en cada ambiente, fueron importantes en la sincronización entre los parentales de ambos híbridos. Las fechas de siembra de esta evaluación representan una gama de condiciones de manejo y ambientales, similares a las que algunos agricultores utilizan para sembrar y probablemente someterán estos parentales. Si no utilizan las recomendaciones de manejo generadas por la Sección de Producción del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, posiblemente tendrán problemas en sincronización.

Los parentales mostraron perfecta sincronización de floración ($P > 0.5$), independientemente de la localidad. Esto indica claramente que Zamorano puede recomendar su siembra simultánea y que cualquier problema de pobre polinización no será debido a los parentales adquiridos por el productor de semilla certificada, sino a su manejo en el campo. Las localidades aparentemente tendrán un efecto pequeño en la floración, pero afectarán de igual manera a ambos parentales.

Cuadro 4. Análisis de varianza para los días a floración de los parentales de dos híbrido de sorgo (Ganadero y Zamorano Rojo), sembrados en 16 ambientes en Honduras, en 1993.

Fuente de variación	ATx623 vrs. RTx2784		ATx626 vrs. RTx8503	
	GL	Días a floración	GL	Días a floración
Localidad	3	0.0125*	3	0.0003*
Parental	1	0.8218	1	0.5628
Localidad*Parental	3	0.5136	3	0.9808
Fecha de siembra(Localidad*Parental)	24	0.0001	24	0.0001
Réplica (Localidad*Parental*Fecha de Siembra)	60	0.0001	60	0.0001
Error	843		802	
Total	934		893	
	R ²	0.73		0.78
	CV	5.1		4.4

*Probabilidad de que el valor F observado sea mayor que el valor F tabular.

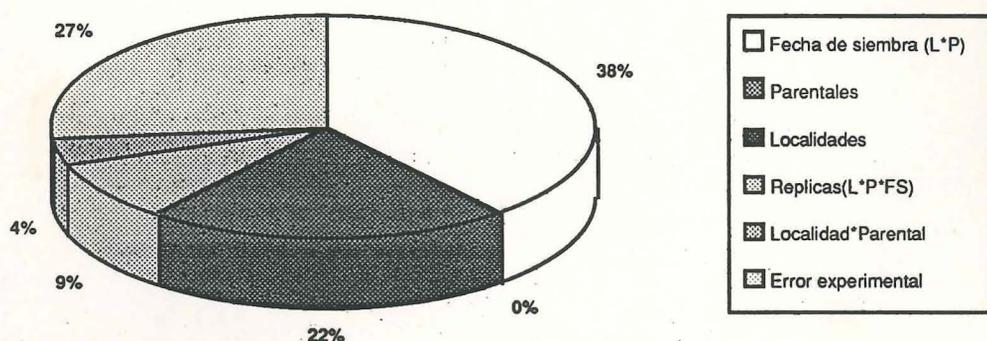


Figura 2. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Ganadero.

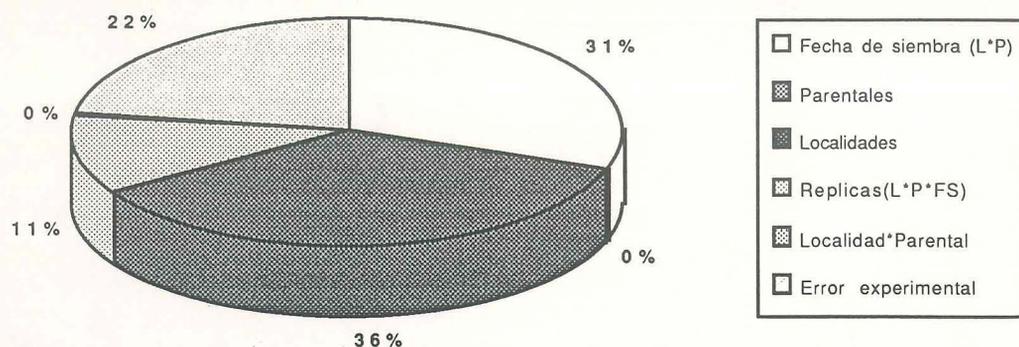


Figura 3. Causas de la variabilidad en la sincronización de los parentales de Zamorano-Rojo.

La floración observada (Cuadro 5) en cualquier ambiente para los parentales del híbrido Ganadero fue de 71 ± 4 días después de siembra; mientras que para los parentales de Zamorano-Rojo fue de 72 ± 3 días después de siembra. Bajo condiciones subóptimas, la floración llegó a distanciarse hasta 10 días como en la primera fecha de siembra en Choluteca, en donde el parental RTx2784 se atrazó más.

En la mayoría de los casos los machos florecieron antes que las hembras (1-2 días). Esto es muy recomendable ya que lo contrario resultaría en una pobre polinización y reduciría los ingresos económicos.

Aparentemente el acortamiento en la duración del día a medida que las fechas de siembra progresaron en el año, no redujo el número de días a floración como hubiera pasado si hubiera existido una respuesta al fotoperíodo. Esto fortalece aún más el efecto del manejo en la sincronización de los parentales en estudio.

Cuadro 5. Sincronización de los días a floración entre los parentales del híbrido Ganadero y Zamorano-Rojo.

Localidad	Ganadero			Zamorano Rojo		
	ATx623	RTx2784	Diferencia ²	ATx626	RTx8503	Diferencia
<u>Cholulteca</u>	69 (±3)	75 (±7)	6	70 (±5)	69 (±4)	-1
4 de septiembre ¹	70 (±1)	80 (±6)	10	72 (±4)	71 (±3)	-1
21 de septiembre	67 (±3)	70 (±5)	3	67 (±3)	67 (±4)	0
<u>Olancho</u>	74 (±3)	73 (±6)	-1	78 (±6)	76 (±5)	-2
27 de octubre	75 (±3)	75 (±7)	0	81 (±7)	76 (±6)	-5
13 de noviembre	73 (±3)	71 (±4)	-2	75 (±3)	76 (±4)	1
<u>Rapaco</u>	68 (±6)	67 (±8)	-1	68 (±5)	68 (±5)	0
30 de junio	67 (±2)	66 (±4)	-1	68 (±3)	66 (±4)	-2
14 de julio	75 (±3)	73 (±3)	-2	75 (±5)	76 (±4)	1
30 de julio	67 (±2)	67 (±3)	0	69 (±2)	68 (±2)	-1
14 de agosto	64 (±2)	62 (±4)	-2	64 (±2)	63 (±3)	-1
30 de agosto	67 (±2)	68 (±4)	1	69 (±3)	69 (±2)	0
14 de septiembre	67 (±3)	67 (±3)	0	65 (±3)	65 (±3)	0
<u>Zamorano</u>	75 (±6)	73 (±8)	-2	76 (±6)	75 (±5)	-1
30 de junio	69 (±3)	63 (±4)	-6	71 (±5)	69 (±2)	-2
14 de julio	74 (±4)	75 (±4)	1	81 (±5)	81 (±5)	0
28 de julio	80 (±4)	76 (±5)	-4	79 (±4)	76 (±3)	-3
14 de agosto	76 (±4)	78 (±8)	2	80 (±6)	79 (±4)	0
1 de septiembre	82 (±5)	81 (±7)	-1	78 (±3)	77 (±3)	-1
14 de septiembre	70 (±3)	68 (±4)	-2	72 (±3)	72 (±3)	0
Media general	71	71	0	72	72	0
Error estándar	4			3		

1= Fecha de siembra.

2= Número de días a floración del macho antes o después de los días a floración de la hembra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El problema principal en la producción de sorgos híbridos es la sincronización de los parentales. Esta investigación determinó algunos factores que afectaron la sincronización en 16 ambientes con potencial para producir semilla híbrida de sorgo. Los parentales del híbrido de sorgo forrajero Ganadero (ATx623*RTx2784) y del híbrido granífero Zamorano Rojo (ATx626*RTx8503), pueden sembrarse al mismo tiempo en cualquiera de los ambientes en que se llevó a cabo el experimento sin tener problemas de falta de sincronización entre parentales. Se debe tener especial cuidado en lo que corresponde al manejo agronómico del cultivo como son buena preparación de suelos, fertilización, buen control de plagas y siembra en la época adecuada para producir buena calidad de semilla. Zamorano puede vender semilla de estos parentales y recomendar las prácticas básicas de manejo, generadas por la Sección de Producción del Departamento de Agronomía, con la seguridad que si el comprador de semillas tiene problemas de sincronización, será causa del manejo que él utilice.

Se recomienda al Departamento de Agronomía dar asesoría a los productores de semilla híbrida de sorgo, que incluya manejo y control de calidad durante el ciclo, con el objetivo de fomentar el cultivo de sorgos híbridos en Honduras.

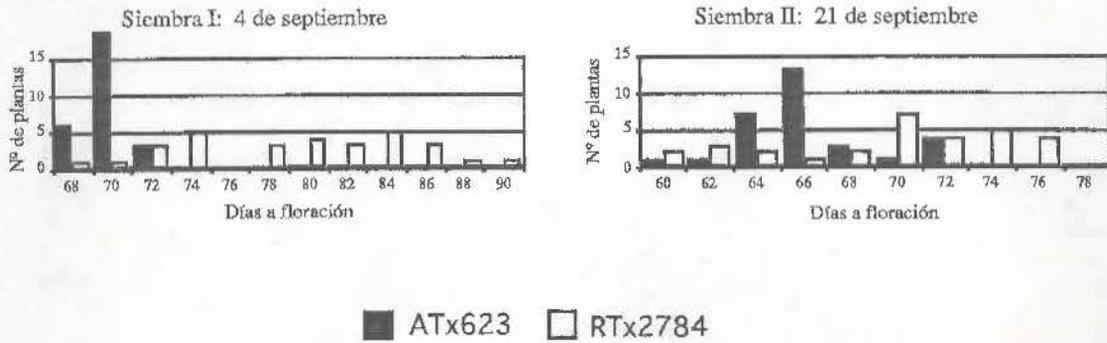
LITERATURA CITADA

1. Aitken, Y. 1974. Flowering time climate and genotype. 1 ed. Australia, Melbourne University Press. pp. 55-56.
2. Doggett, H. 1988. Sorghum; Morphology and reproduction. 2 ed. Singapore, Longman Group UK Limited. pp 74-85.
3. FAO (Italia). 1988. Anuario de producción 1987. Roma, Italia. Vol. 41. 351 p. (Colección FAO: Estadística N° 82).
4. FAO (Italia). 1989. Anuario de producción 1988. Roma, Italia. Vol. 42. 351 p. (Colección FAO: Estadística N° 88).
5. FAO (Italia). 1992. Anuario de producción 1991. Roma, Italia. Vol. 45. 351 p. (Colección FAO: Estadística N° 104).
6. Gómez, F.A. 1993. Mejoramiento y conservación de sorgos tropicales. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. Informe DÍA.
7. Gómez, F.A., D.H. Meckenstock, H. Sierra. 1993. Transferencia de nuevas tecnologías de sorgo: Lotes demostrativos de sorgo, 1993. EAP/SRN/INTSORMIL. Escuela Agrícola Panamericana.
8. Gómez, F.A., J.C. Rosas 1994. Producción de granos básicos; guía de estudio. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. pp 116-131.
9. Harlan, J.R. y J.M. DeWett. 1972. A simplified Clasification of Cultivated Sorghum. Crop Sci. 12:172-176.
10. House, L.R. 1982. El Sorgo; La Genética del Sorgo. México, Grupo Editorial Gaceta. 425 p.
11. Miller, F.R. 1980. The breeding of sorghum. *In* Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants. Ed by M.K. Harris. Proceedings of a short course entitled "International short course in host plant resistance". Texas A&M University. College station, Texas. July 22-August 4, 1979. pp. 128-167.

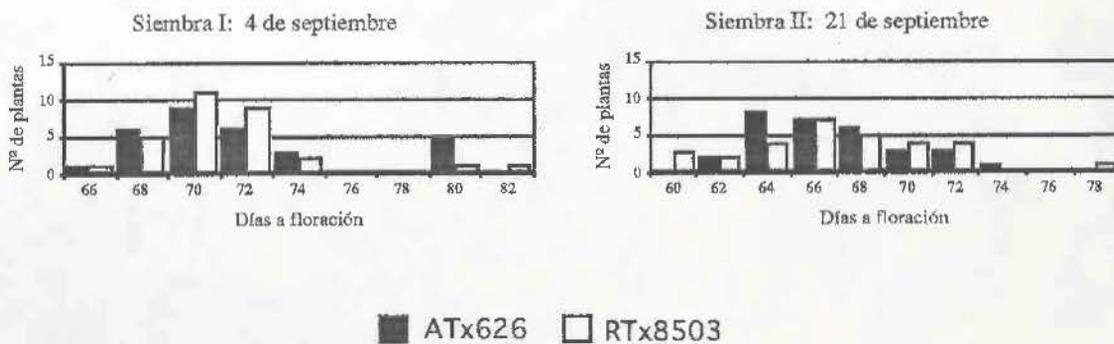
12. Miller, F.R., D.K. Barnes y H.J. Cruzado. 1968. Effects of Tropical Photoperiods on the growth of Sorghum when Grown in 12 Monthly Plantings. *Crop Sci.* 8:499-502.
13. Jaster, J.R., F.R. Miller. 1985. Sorghum Seed Production: Receptivity Among Various Sorghum A-lines. Texas A&M University, College Station. 21 p
14. Poehlman, J.M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas; mejoramiento genético de los sorgos. Trad. por Nicolás Sánchez Durón. 1 ed. Mexico, D.F., Limusa. pp 313-314.
15. USDA. Culture and use of grain sorghum. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook N° 385.
16. Vanderlip, R.L. 1972. How a Sorghum Plant Develops. Kansas Agricultural Experiment Station, Manhattan, KS 66502.

ANEXOS

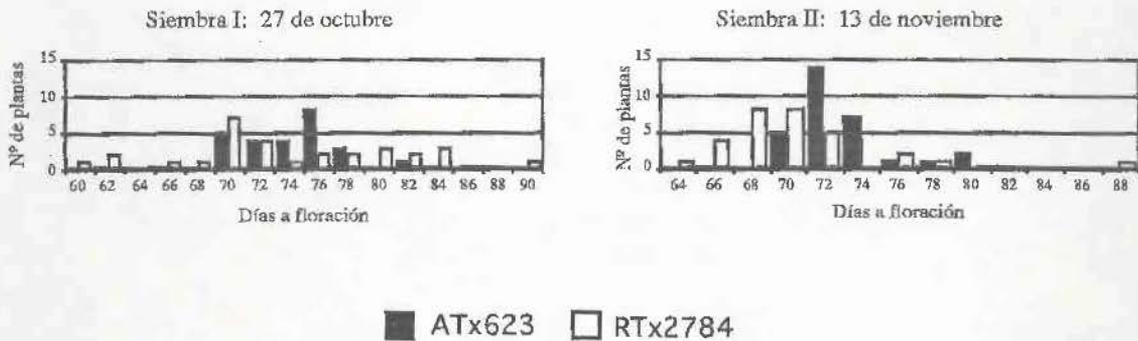
Anexo 1. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en dos fechas de siembra en la localidad de Choluteca, Honduras.



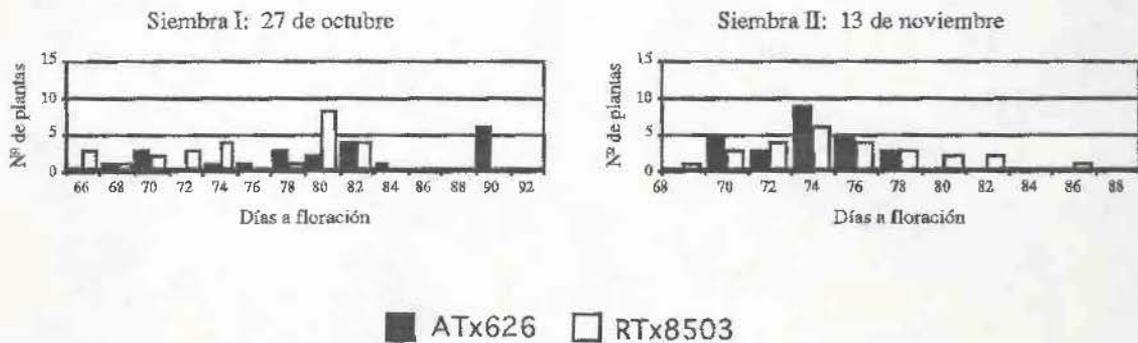
Anexo 2. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en dos fechas de siembra en la localidad de Choluteca, Honduras.



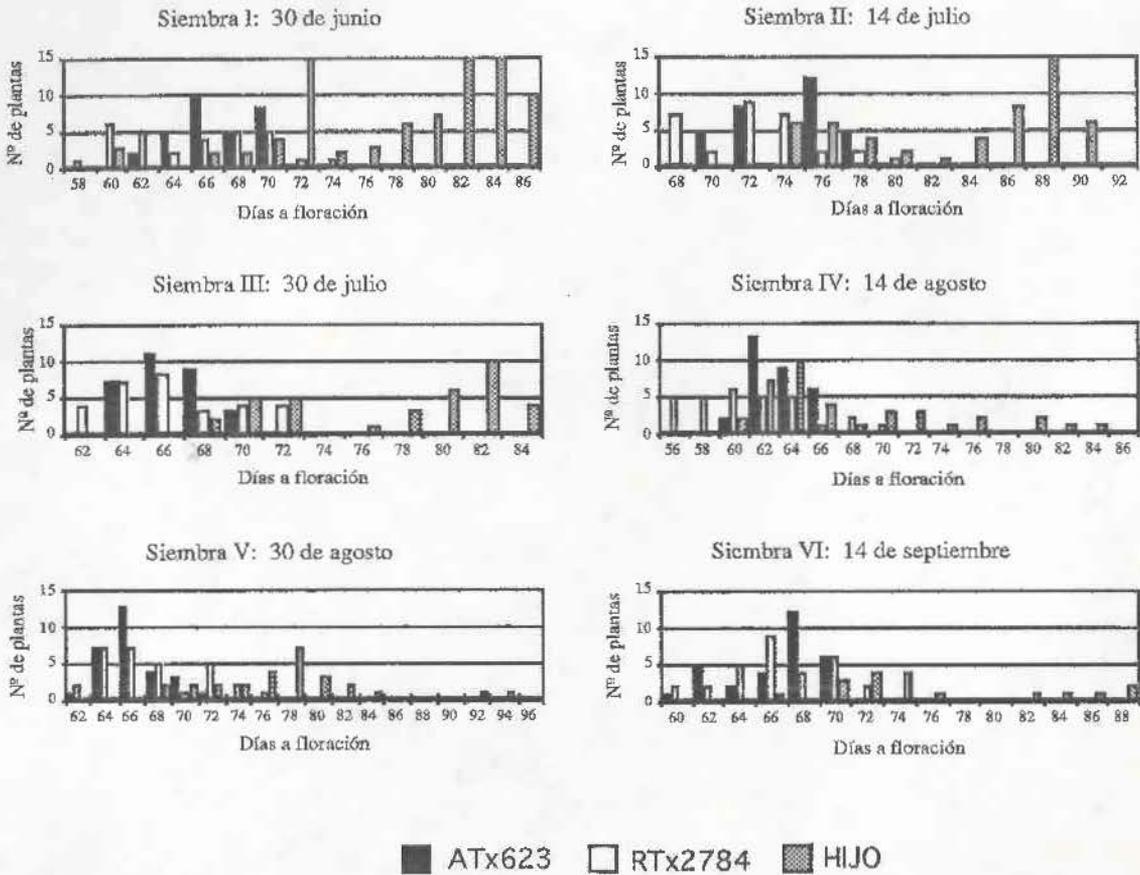
Anexo 3. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en dos fechas de siembra en la localidad de Catacamas, Honduras.



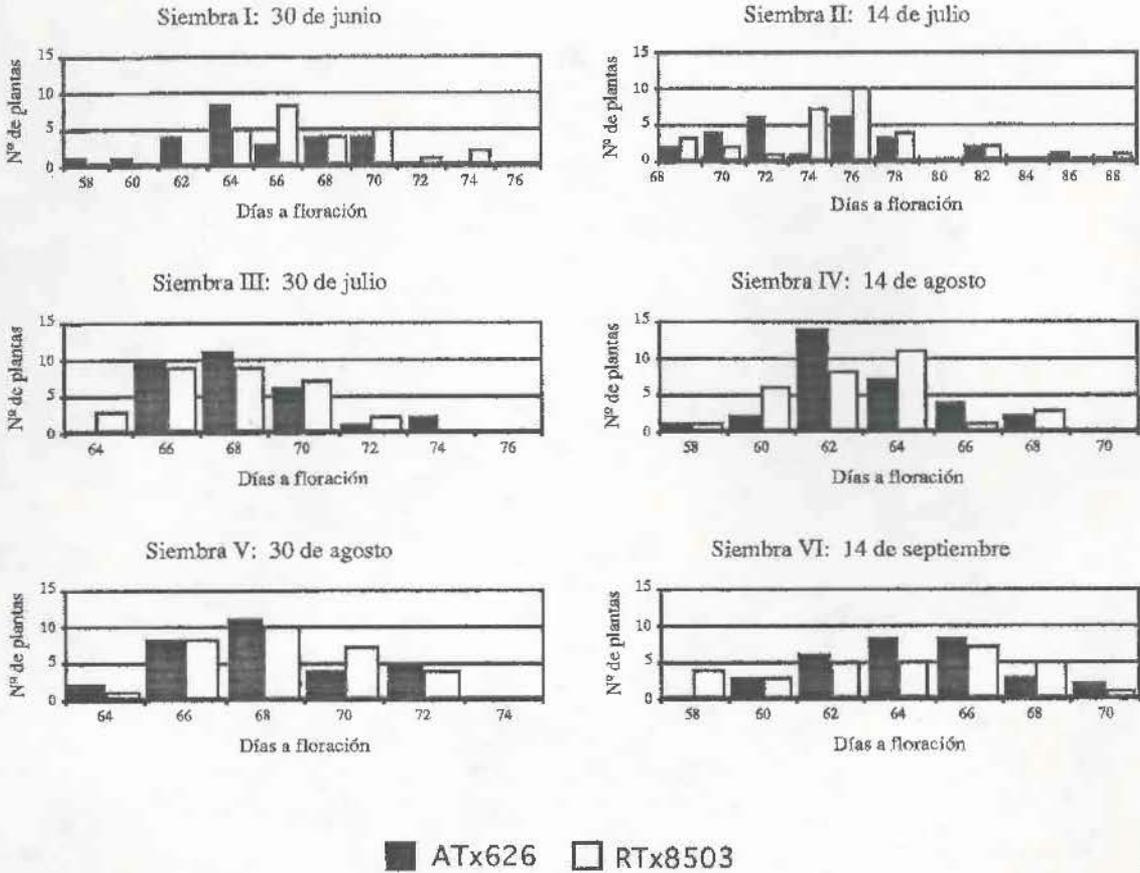
Anexo 4. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en dos fechas de siembra en la localidad de Catacamas, Honduras.



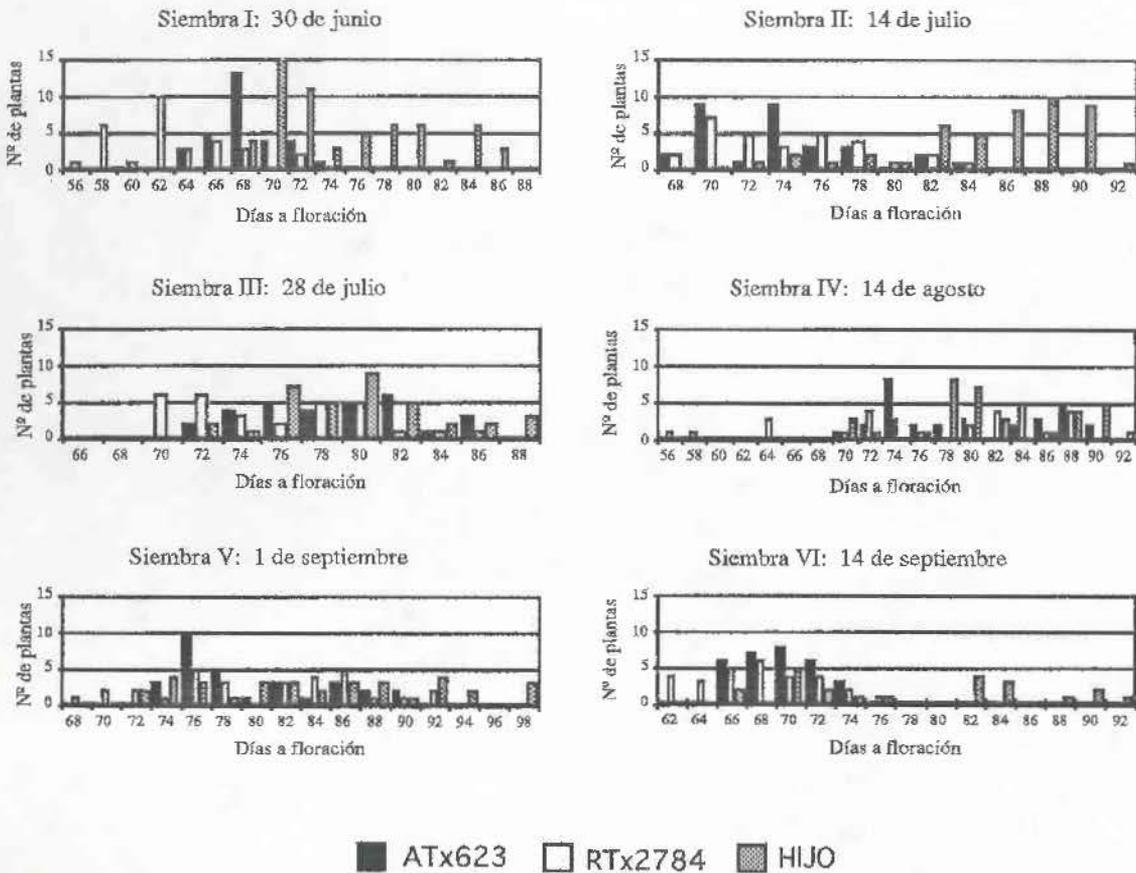
Anexo 5. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en seis fechas de siembra en la localidad de Rapaco, Honduras.



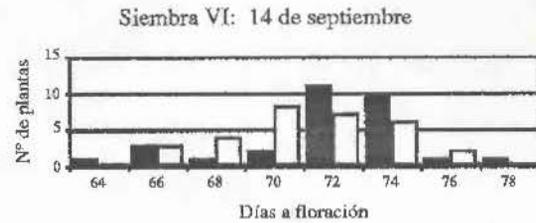
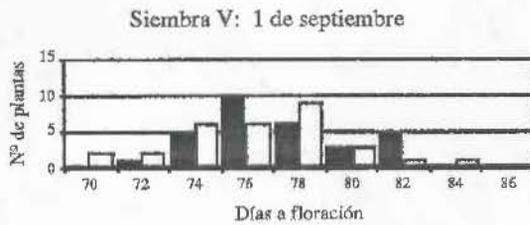
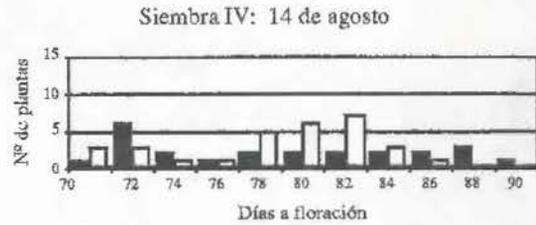
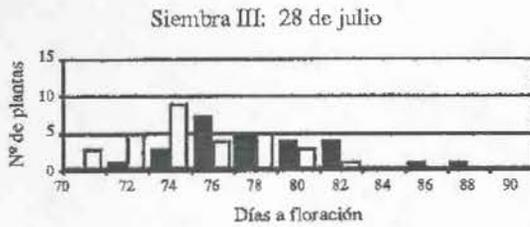
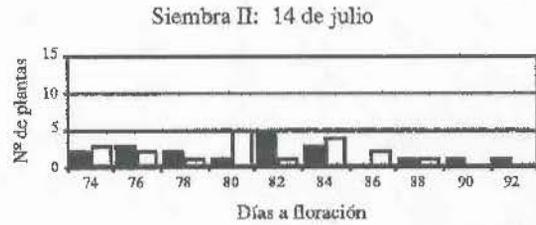
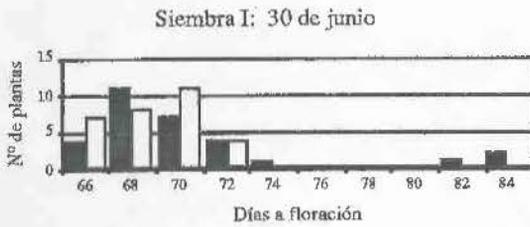
Anexo 6. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en seis fechas de siembra en la localidad de Rapaco, Honduras.



Anexo 7. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Ganadero en seis fechas de siembra en la localidad de El Zamorano, Honduras.

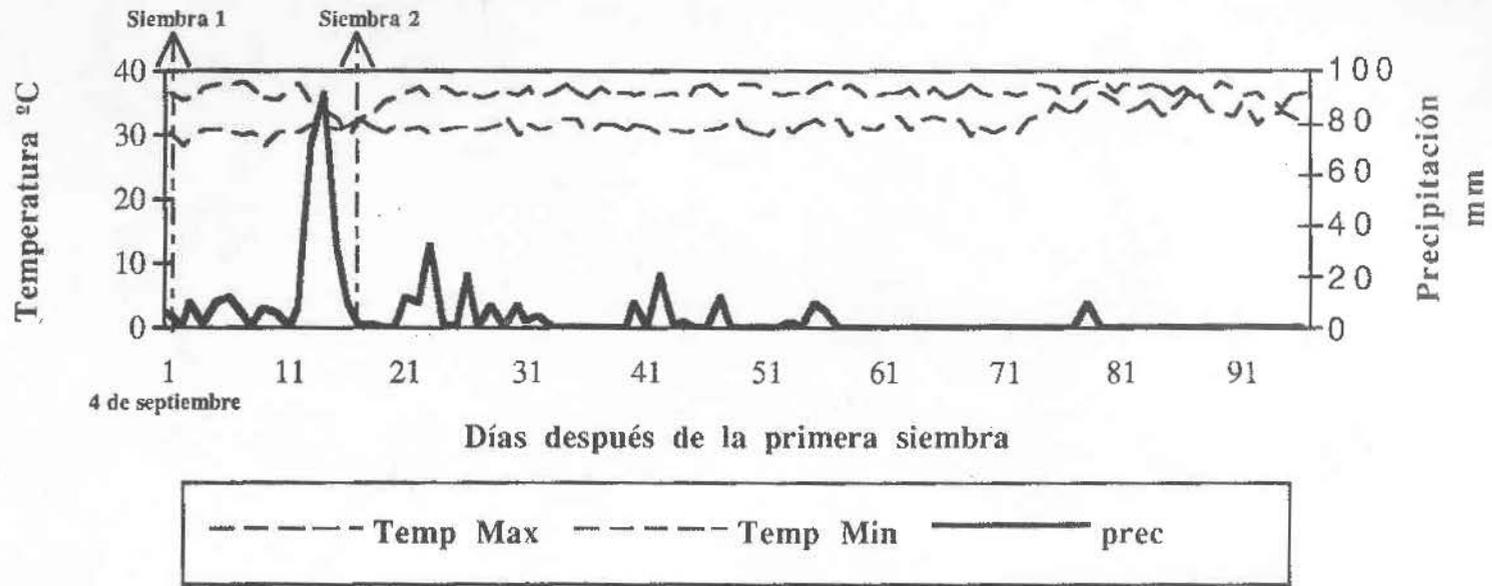


Anexo 8. Distribución de la sincronización de los parentales del híbrido Zamorano-Rojo en seis fechas de siembra en la localidad de El Zamorano, Honduras.

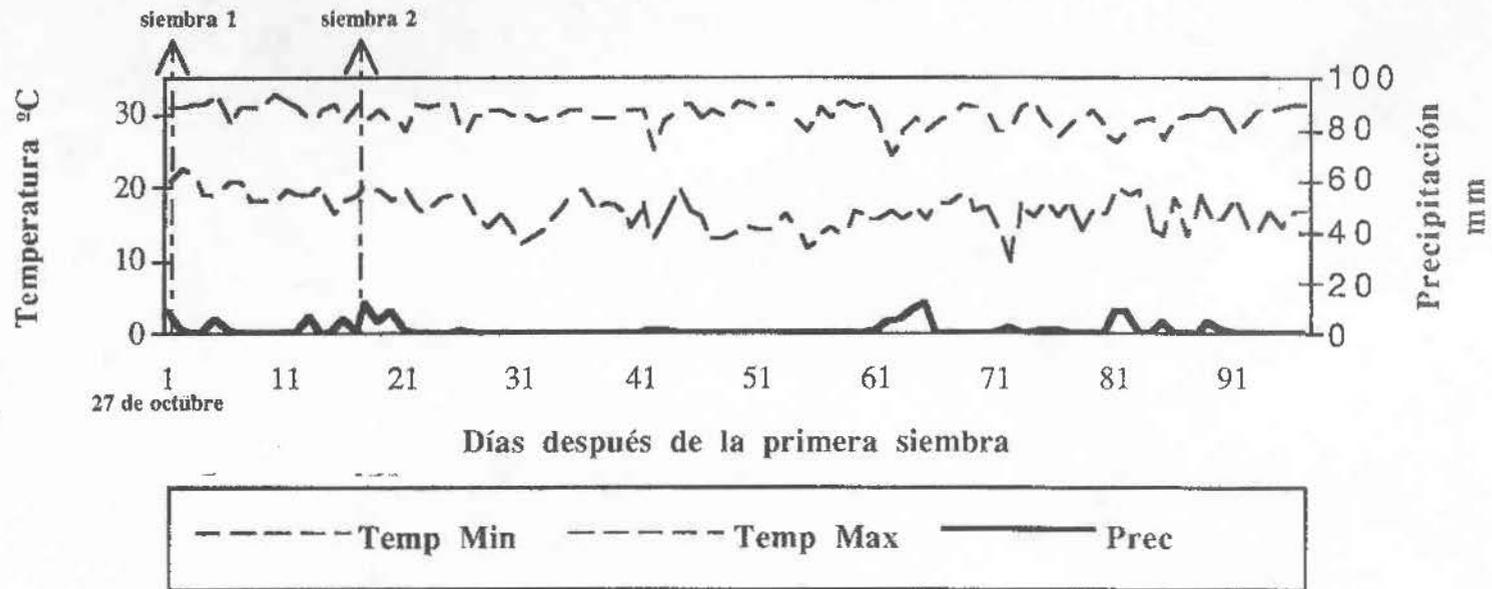


■ ATx626 □ RTx8503

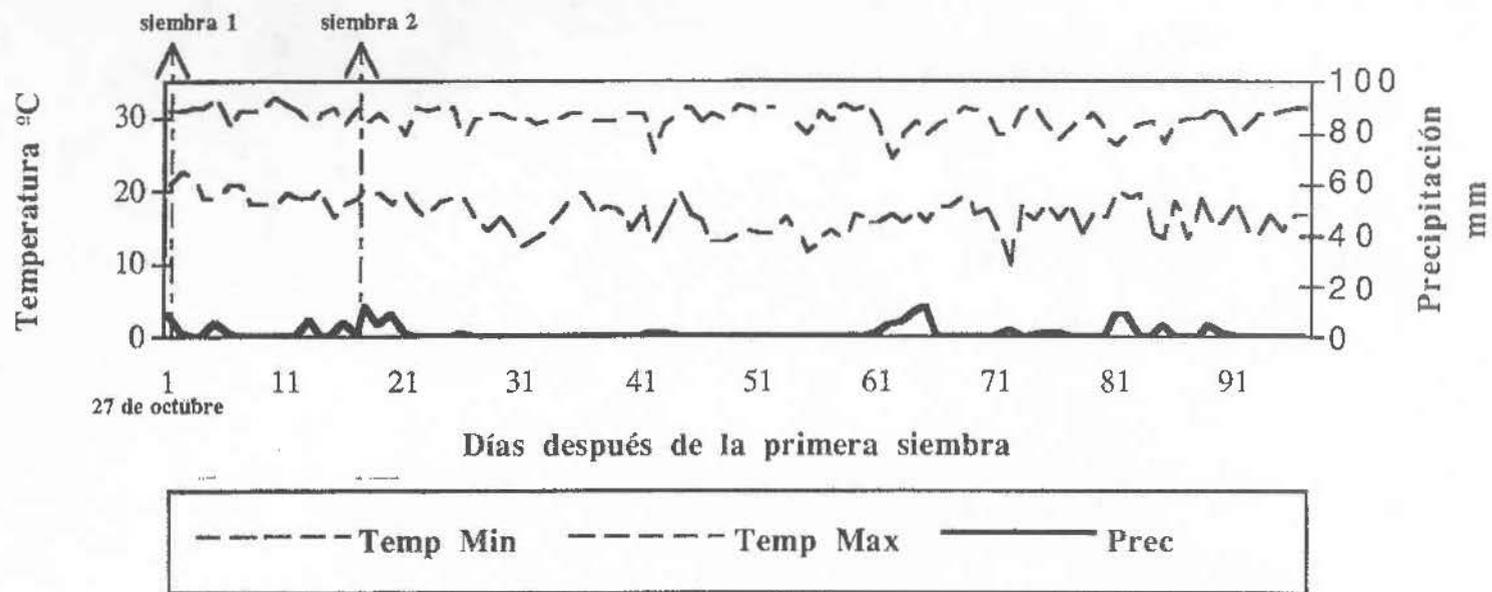
hasta el 8 de diciembre fecha en que se tomó el último dato.



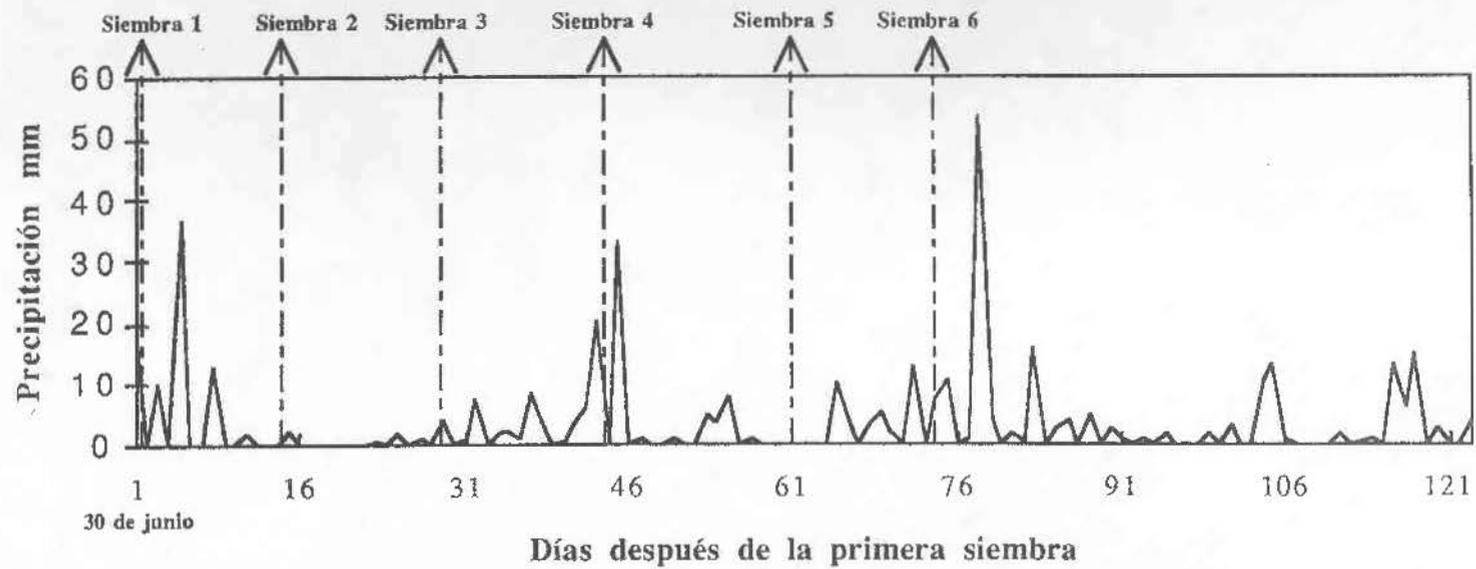
Anexo 10. Condiciones climatológicas en la localidad de Catacamas, desde la primera siembra el 27 de octubre hasta el 31 de enero fecha en que se tomó el último dato.



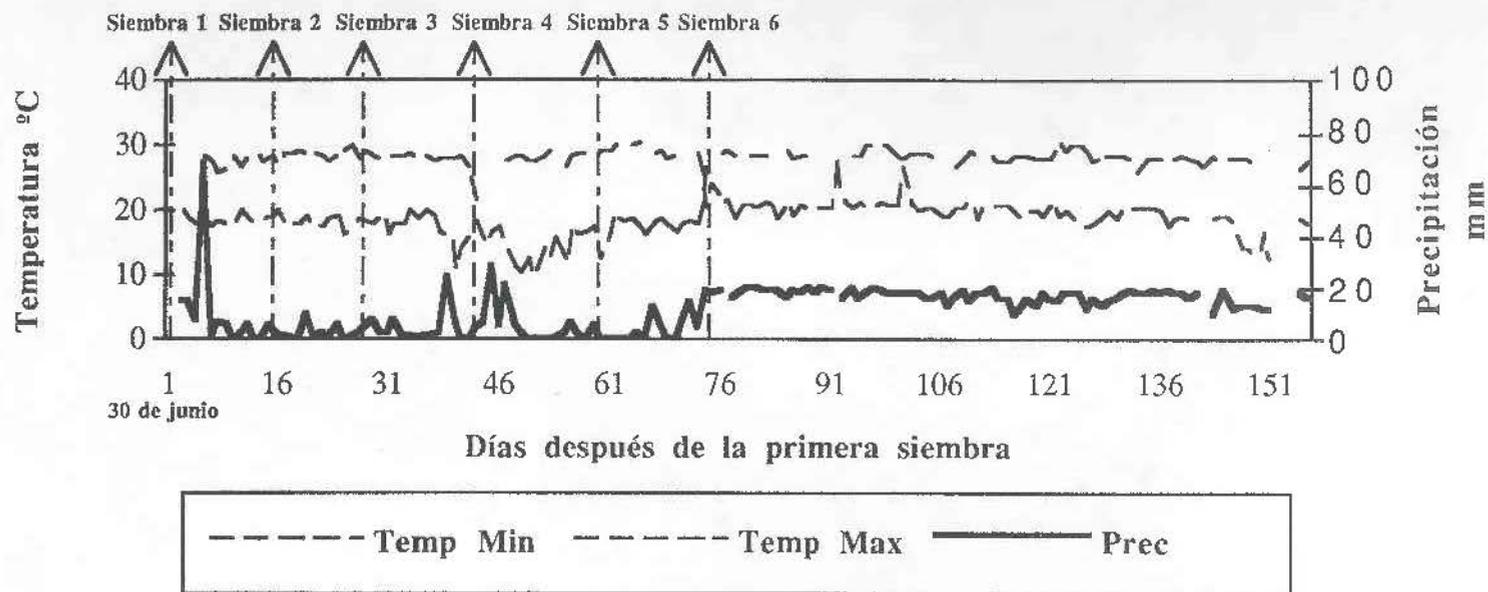
Anexo 10. Condiciones climatológicas en la localidad de Catacamas, desde la primera siembra el 27 de octubre hasta el 31 de enero fecha en que se tomó el último dato.



Anexo 11. Condiciones climatológicas de la localidad de Rapaco, desde la primera siembra el 30 de junio hasta el 31 de octubre fecha en que se tomó el último dato.



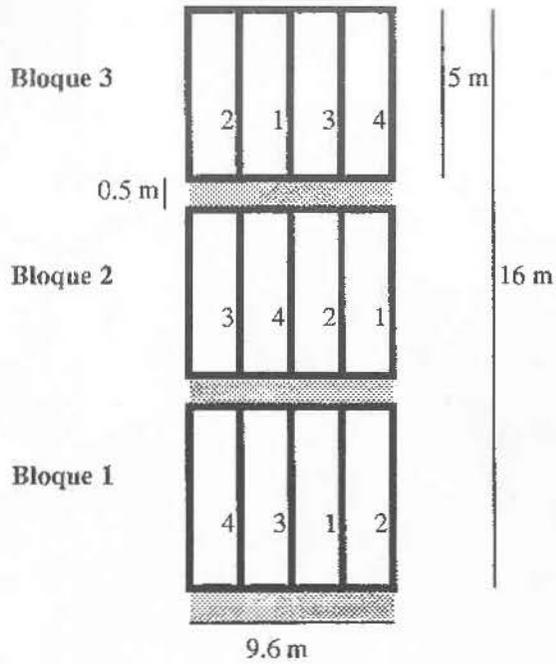
Anexo 12. Condiciones climatológicas en la localidad de Zamorano, desde la primera siembra el 30 de junio hasta el 2 de diciembre fecha en que se tomó el último dato.



Anexo 13. Precipitación acumulada durante la duración del experimento en cada localidad.

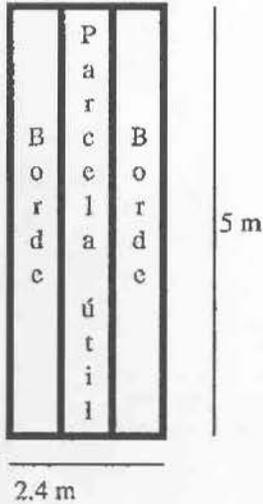
Localidad	Precipitación acumulada (mm)
Cholulteca	437.5
Catacamas	126.8
Rapaco	419.8
Zamorano	1,618.8

Anexo 14. Disposición de tratamientos en el ensayo.

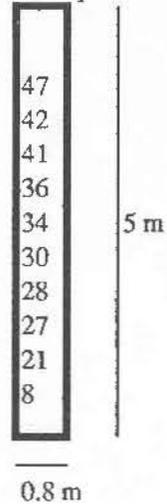


1=ATx623 3=ATx626
 2=RTx2784 4=RTx8503

3 surcos/Tratamiento



Randomización de plantas a etiquetar



DATOS BIOGRAFICOS

Nombre: Porfirio José Lobo Alonzo
Fecha de Nacimiento: Octubre 4, 1972.
Lugar de Nacimiento: Comayagua, Honduras.
Estado Civil: Casado.
Dirección: Barrio El Centro, Juticalpa, Olancho,
Honduras

EDUCACION:

Agrónomo	Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras	1992
Secundaria	Colegio Politécnico Nido de Aguilas	1989
Primaria	Escuela Centro América, juticalpa, Olancho, Honduras	1984