

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado
para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

Efecto de la defoliación sobre la sincronía floral
en líneas endocriadas de maíz

NOMBRE DEL ALUMNO: Piñol María Angélica

DNI: 30.010.198

NOMBRE DEL DIRECTOR: IBAÑEZ, MERCEDES ALICIA

NOMBRE DEL CO-DIRECTOR: MAYOR, PATRICIO

Río Cuarto-Córdoba

Diciembre de 2008

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Titulo del Trabajo Final: **Efecto de la defoliación sobre la sincronía floral en líneas endocriadas de maíz**

Autor: Piñol María Angélica

DNI: 30.010.198

Director: Ibañez, Mercedes Alicia

Co-Director: Mayor, Patricio

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

Fecha de Presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaria Académica: ____/____/____

Secretario Académico _____

A mis padres Oscar y Alicia

A mi hermana Ma. Eugenia

A Carola y Marcelo

AGRADECIMIENTOS

-A Dios por las gracias concedidas.

-A Mercedes Ibáñez por impulsarme siempre a dar un paso más y porque su dedicación, su paciencia y sus consejos fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

-A Patricio Mayor, Vicente Kenny y Eduardo Brum por el tiempo brindado, sus correcciones y sus aportes bibliográficos.

-Al personal del Centro de Investigación Syngenta Seed, cátedra de Mejoramiento Genético y Luciana Barucca por sus aportes, compañía y por hacer posible la realización de este trabajo.

-A quienes forman parte de Oro Verde Servicios Fitosanitarios por responder mis inquietudes, colaborar con este trabajo y por el cariño brindado.

-A mis padres Oscar y Alicia por confiar en mí, apoyar mis decisiones y acompañarme siempre juntos en este camino recorrido. A mi hermana por su paciencia por tener siempre una sonrisa para dar y por haberme hecho el regalo más lindo, María Carola.

-A Marcelo por escucharme, comprenderme, aconsejarme y por permitirme caminar a su lado.

-A la familia García, por brindarme la calidez de su hogar, por apoyarme y acompañarme siempre, y por sobre todo hacerme sentir “como en casa”.

-A Lucía García, amiga y compañera, por su paciencia y consejos sobre la realización de este trabajo y sobretodo por compartir conmigo los códigos del alma.

-A Victoria Guazzaroni, Débora Muñiz, Ainalén Tazzioli por ser mi familia durante estos años.

-A mis amigas y compañeros de la facultad por formar parte de mi vida.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Características del maíz.....	1
1.2. Mejoramiento genético y líneas endocriadas	2
1.3. Sincronía floral	3
1.4. Hipótesis	5
1.5. Objetivo general	5
1.6. Objetivos específicos	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. Material genético	6
2.2. Experimento de campo	6
2.3. Análisis estadístico	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4. CONCLUSIONES	17
5. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	18
6. ANEXOS.....	21

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.	Análisis de varianza con estructura anidada de la variable intervalo antesis-estigma (IAE) al 10, 50 y 100% de floración para los factores origen y línea.....	9
Cuadro 2.	Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de los distintos orígenes para el 10, 50 y 100% de floración.....	10
Cuadro 3.	Análisis de varianza de la variable intervalo antesis-estigma (IAE) del 10% de floración en las distintas procedencias para los factores analizados.....	10
Cuadro 4.	Análisis de varianza de la variable intervalo antesis-estigma (IAE) del 50% de floración en las distintas procedencias para los factores analizados.....	11
Cuadro 5.	Análisis de varianza del 100% de floración en las distintas procedencias de la variable intervalo antesis-estigma (IAE) para los factores analizados.....	12
Cuadro 6.	Medias de los niveles de defoliación para cada uno de los orígenes cuando presentaron el 10, 50 y 100% de floración.....	13
Figura 1.	a. Defoliación en el estadio V4 – V5 removiendo el 100% del área foliar, b Cogollo de la planta.....	7
Figura 2.	a. Defoliación en el estadio V6 – V7 removiendo el 60% del área foliar, b Remanente de la planta luego del corte.....	8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de las distintas líneas de origen argentino para el 10, 50 y 100% de floración.....	19
Anexo 2.	Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de las distintas líneas de origen estadounidense para el 10, 50 y 100% de floración.....	19
Anexo 3.	Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de las distintas líneas de origen brasileño para el 10, 50 y 100% de floración.....	20

RESUMEN

La producción de semilla híbrida de maíz, *Zea mays*, por unidad de área depende de la cantidad de polen liberado por la línea endocriada masculina y de la sincronía entre la floración masculina y femenina de las líneas. La sincronía del desarrollo floral es crítica para asegurar que la emisión del polen coincida con la emisión de los estigmas y que las panojas produzcan suficiente polen para asegurar la polinización de los estigmas expuestos. El objetivo de este trabajo fue cuantificar la sincronía floral en líneas endocriadas de maíz sometidas a distintos niveles de defoliación en dos fechas de siembra distintas. Se evaluaron líneas endocriadas de Syngenta Seed de tres orígenes: 14 líneas argentinas, 14 líneas brasileñas y 9 líneas estadounidenses. El ensayo se sembró en la localidad de Santa Isabel, provincia de Santa Fe. Tres niveles del factor defoliación se aplicaron: un nivel en el estadio V4-V5, removiendo el 100% del área foliar, otro nivel en el estadio V6-V7 removiendo el 60% del área foliar y un tercer nivel en el que no se realizó defoliación utilizándose como testigo. Los caracteres evaluados fueron: número de días transcurridos desde que el 10%, 50% y 100% del total de las plantas presentaron floración masculina y floración femenina; con estas variables se estimó el intervalo antesis-estigma (IAE) como la diferencia en días entre floración femenina y floración masculina para el 10, 50 y 100% de floración. Se utilizó un diseño en parcelas sub-subdivididas, y se realizaron dos análisis de varianza el primero surgió del arreglo jerárquico que permitió comparar el efecto de los orígenes y de las líneas dentro de los orígenes y el segundo análisis surgió del arreglo factorial entre las fechas de siembra, líneas pertenecientes a cada origen y los niveles de defoliación. El análisis de varianza con estructura anidada mostró diferencias altamente significativas entre los distintos orígenes de los materiales genéticos para el 10, 50 y 100% de floración. Líneas dentro de cada origen, independientemente del momento de floración, presentaron diferencias altamente significativas. El segundo análisis de varianza indicó que las fechas de siembra no afectaron significativamente el IAE, los niveles de defoliación removiendo el 60 y 100% del área foliar aumentaron la asincronía floral en líneas de origen brasileño, la defoliación removiendo el 60% del área foliar presentó mayor sincronía floral para líneas de origen argentino y estadounidense independientemente del momento de floración. La respuesta de distintos germoplasmas a la defoliación nos permite seleccionar los genotipos con mayor sincronía floral para facilitar la posterior producción de semilla comercial.

Palabras clave: *Zea mays*, líneas endocriadas, defoliación, sincronía floral, intervalo antesis-estigma (IAE).

SUMMARY

The production of seeds of hybrid maize, *Zea mays*, per unit of area depends on the quantity of pollen released by the male inbred line and on the synchrony between male and female flowering of the lines. Floral development synchrony is critical to ensure that the pollen emission matches the emission of the silks and that panicles produce enough pollen to ensure pollination of the exposed silks. The purpose of this work was to quantify floral synchrony on maize inbred lines which underwent several levels of defoliation in two different sowing dates. Syngenta Seed inbred lines from three different origins were assessed: 14 Argentine lines, 14 Brazilian lines, and 9 American lines. The trial was sown in the town of Santa Isabel, Santa Fe province, Argentina. Three levels of the defoliation factor were applied: a level in the V4-V5 phase, by removing 100% of the foliar area; another level in the V6-V7 phase, by removing 60% of the foliar area; and a third level in which there was no defoliation and which was used as control sample. Characteristics assessed were: number of days elapsed from the moment in which 10%, 50%, and 100% of the plants showed male flowering and female flowering. Taking into account these variables, the anthesis-silking interval (ASI) was estimated as the difference in days between female flowering and male flowering for the 10, 50 and 100% of the flowering. A split-split-plot design was used, and two analyses of variance were made. The first one resulted from the hierarchical arrangement which made it possible to compare the effect of the origins and the lines within the origins. The second analysis resulted from the factorial arrangement between sowing dates, lines of each origin, and defoliation levels. The analysis of variance with nested structure showed highly significant differences between the various origins of the genetic materials for the 10, 50, and 100% of the flowering. The lines from each origin, regardless of their time of flowering, showed highly significant differences. The second analysis of variance revealed that sowing dates did not significantly affect the ASI, with defoliation levels removing 60 and 100% of the foliar area increased floral synchrony in Brazilian lines, defoliation removing 60% of the foliar area showed higher floral synchrony for Argentine and American lines regardless of their time of flowering. The response of various germplasms to defoliation allows us to select those genotypes with higher floral synchrony in order to ease subsequent production of commercial seeds.

Key words: *Zea mays*, inbred lines, defoliation, floral synchrony, anthesis-silking interval (ASI).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Características del maíz

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia Poáceas, subfamilia Panicoideas y tribu Maideas, y se caracteriza porque sus plantas son diclino-monoicas dado que los dos sexos que concurren a formar una flor completa se hallan separados, pero en el mismo pie. La inflorescencia masculina es una panoja laxa y apical, mientras que la femenina es una espiga compuesta y axilar (Parodi, 1972).

El antecesor silvestre del maíz es originario de América Central, fue domesticado en una pequeña región de México, antes de la llegada de los europeos y constituyó para las civilizaciones precolombinas unas de las especies de mayor importancia socio-económica. El maíz cultivado al ser una planta completamente domesticada, no crece en forma silvestre y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Wilkes, 1985; Dowswell *et al.*, 1996).

Luego de ingresar al viejo mundo, se extendió tanto para alimentación humana, como para forraje. En la actualidad tiene difusión mundial, a tal punto que es cultivado en una amplia diversidad de ambientes, siendo uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial junto con el arroz y el trigo, los cuales son considerados como las tres gramíneas más cultivadas en el mundo (Paliwal, 2001).

Entre las principales características de este cultivo se destacan: la producción de frutos almidonosos aptos para el consumo, su gran plasticidad ecológica, la elevada producción, la facilidad de cultivo, cosecha y conservación y su equilibrada composición química (Cubero, 1999). Es la materia prima de diversos productos como bebidas, alcohol, azúcares. Del grano se extraen harinas, variados subproductos y puede ser destinado para consumo directo.

El maíz es uno de los cereales más cultivados en el mundo. Ocupa la tercera posición a nivel mundial, luego del arroz y del trigo. Según los datos proporcionados por la FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- en 2004 se sembraron en el mundo 145 millones de hectáreas de este cereal, y la producción alcanzó las 700 millones de toneladas. La Argentina se ubica en un lugar destacado en la producción de maíz, luego de Estados Unidos, China, Unión Europea, Brasil y México. Argentina exporta el 70% de su producción a países como Chile, Brasil y Unión Europea, quienes transforman los granos en productos de alto valor. En cuanto al contexto nacional hay sembradas

3.180.000 hectáreas, siendo la región pampeana la que más superficie posee (SAGPYA, 2006).

La intensificación de la agricultura en la región pampeana se encuentra motivada entre otros factores por una mejor rentabilidad de los cultivos con respecto a la ganadería, la permanente superación de nuevos materiales genéticos, la disponibilidad de propuestas biotecnológicas y el importante aumento de la siembra directa.

Es previsible que la demanda de maíz con destino a la alimentación humana y animal crezca en las próximas décadas. Por lo tanto, este cultivo debe ser debidamente explotado a fin de alimentar la creciente población mundial, sumándose a todo esto las promisorias perspectivas que presenta el cultivo en la producción de biocombustibles.

1.2. Mejoramiento genético y líneas endocriadas

El cambio en la forma de vida del hombre, de recolector-cazador al agrícola, se realizó por su contacto permanente con algunas plantas y animales que se modificaron en el tiempo tras ser sometidas a una fuerte presión de selección. Así surgió el mejoramiento genético de las especies cultivadas, aplicando modificaciones continuas a las mismas a favor de las necesidades del hombre. Estas modificaciones se transmitieron de generación en generación mediante cambios en la información hereditaria del material que se cultiva (Cubero, 1999).

En el siglo XX ocurre un desarrollo espectacular en el mejoramiento genético a causa del conocimiento de las leyes de la herencia, con ello se describen y explican los efectos de consanguinidad y vigor híbrido (Cubero, 1999). De los primeros conceptos relacionados con la explotación del vigor híbrido en maíz se destaca el de línea pura, que ha sido el punto de partida para el estudio de la heterosis y sus orígenes genéticos.

Líneas de diferente origen se utilizan para explotar la gran diversidad genética presente en el maíz. Manejando adecuadamente este material se puede incrementar la respuesta heterótica entre ellas (Bernardo, 2001). Una eficiente evaluación y clasificación de las fuentes de germoplasma disponibles permiten identificar potenciales grupos y patrones heteróticos (Hallauer *et al.*, 1988). Por lo tanto, es necesario conocer su comportamiento con base en la evaluación de varios ambientes representativos del área de interés, con el fin de generar estimaciones de parámetros genéticos y predicciones más precisas, lo que hará más confiable la selección de las mismas y permitirá tomar decisiones más acertadas en los programas de mejoramiento (Crossa, 1990).

Uno de los resultados más tangibles que tienen estos programas es el desarrollo de híbridos y materiales sintéticos con excelente potencial de rendimiento y con un buen

comportamiento agronómico, siendo su objetivo principal desarrollar nuevas y mejores líneas en forma *per se*, además de combinar bien con otras líneas (Trifunovic *et al.*, 2003).

De lo expuesto anteriormente se demuestra la importancia de las líneas en la obtención de híbridos comerciales, siendo necesaria la evaluación de las mismas, su mantenimiento garantizando su identidad a lo largo del tiempo y la posterior producción de la semilla comercial.

1.3. Sincronía floral

La dinámica de la floración en el cultivo de maíz puede ser analizada a través de dos enfoques: el primero teniendo en cuenta la planta en forma individual, y el segundo considerando el total de la población (Borrás *et al.*, 2007).

A nivel individual, la antesis o floración masculina se define como la aparición de las anteras de las flores en las espiguillas de la panoja y el comienzo de liberación del polen. Una planta ha llegado a antesis cuando por lo menos presenta una antera dehiscente que libere polen. En cambio la floración femenina es definida por la progresiva aparición de los estigmas fuera de la envoltura de las chalas. Los rasgos cualitativos para ambas floraciones definen los cambios de estado en la planta.

Si se consideran las plantas a nivel de población, las etapas de floración masculina y femenina se alcanzan cuando una predeterminada proporción de las mismas, generalmente el 50%, llegan a la floración. Esto demuestra que no todas las plantas de la población alcanzan esta etapa al mismo tiempo, por el contrario la floración es un proceso continuo pero finito. Esto se explica a nivel cuantitativo y nos indica que la población cambió de etapa fenológica.

La necesidad de entender el proceso de floración a nivel de planta se hace evidente cuando la variabilidad planta-planta a nivel de población es muy grande como sucede en el cultivo de maíz.

La polinización ocurre cuando el polen de las flores estaminadas de la panoja se adhiere a los estigmas de las flores pistiladas de la espiga (Andrade *et al.*, 1996). Por otra parte la producción óptima de semilla híbrida de maíz por unidad de área depende de la cantidad de polen liberado por la línea endocriada masculina y de la sincronía entre la floración masculina y femenina de las líneas (Fonseca *et al.*, 2004). La sincronía del desarrollo floral es crítica para asegurar que la emisión del polen coincida con la emisión de los estigmas y que las panojas produzcan suficiente polen para asegurar la polinización de los estigmas expuestos (Lauer *et al.*, 2004).

En condiciones ambientales normales la aparición de los estigmas en general ocurre

poco después del comienzo de la antesis (protandria), aunque este proceso puede invertirse (protoginia) (Fischer y Pandey, 1984). El progreso de la floración femenina, depende de las condiciones presentes en el período de floración, por lo que, condiciones ambientales y factores que inhiben el desarrollo del cultivo, producen cambios en la floración femenina y variaciones en la asincronía floral o intervalo entre las floraciones masculina y femenina, conocido como intervalo antesis-estigma (IAE) (Hall *et al.*, 1982; Westgate y Bassetti, 1990; Bolaños y Edmeades, 1993). Un incremento en el IAE produce severas reducciones en el rendimiento. La correlación significativa y negativa entre el intervalo de floración y el rendimiento de grano ha sido estudiada por muchos autores (Bolaños *et al.*, 1993; Edmeades *et al.*, 1995; San Vicente *et al.*, 1996; Nájera y Moreno, 2004).

El IAE aumenta cuando el maíz es sometido a condiciones de estrés por: déficit hídricos, bajos niveles de luz, deficiencia en nutrientes o remoción de hojas. Estudios realizados por Yao *et al.* (1991) demostraron que la defoliación de plantas antes de floración redujo sustancialmente la captación de luz y recursos en la población, esto produjo efectos diferentes en el comportamiento de la floración masculina y femenina. La floración masculina no se vio afectada por la menor captación de recursos, mientras que el tiempo para alcanzar la floración femenina se prolongó, poniendo en evidencia que menos de la mitad de las plantas no florecieron.

Las investigaciones sobre defoliación están asociadas principalmente a factores climáticos y bióticos tales como granizo, heladas, viento e insectos, estos afectan la polinización, el rendimiento y sus principales componentes. La reducción del rendimiento puede ser proporcional al área removida y altamente influenciada por el estado de desarrollo del cultivo cuando ocurre la defoliación (Vasilas y Seif, 1985a). En la emergencia del cultivo de maíz, el punto de crecimiento está debajo de la superficie del suelo y envuelto en hojas, hasta dos o tres semanas después por lo que defoliaciones en estas etapas no resultan en pérdidas significativas de plantas y rendimiento. Aproximadamente tres semanas después de la emergencia todos los nudos y entrenudos se han desarrollado, y el punto de crecimiento comienza a elevarse por sobre la superficie del suelo debido a la elongación de los entrenudos. Durante las siguientes cuatro a cinco semanas las plantas crecen rápidamente y se hacen más vulnerables a los daños por defoliación hasta el estado de antesis que es el período más crítico de la planta. La producción, luego de un daño foliar, está en función del área foliar remanente, de la capacidad de recuperar la intercepción de radiación y de la estabilidad del rendimiento.

Defoliaciones en etapas tempranas en el desarrollo del cultivo produce retrasos en la antesis y la emisión de estigmas (Dungan y Gausman, 1951; Cloninger *et al.*, 1974; Vasilas y Seif, 1985a; Mangen *et al.*, 2005), acortan la duración del período de emisión de polen

(Vasilas y Seif, 1985a, 1985b) y reducen la cantidad de polen producido (Dungan y Gausman, 1951). Vasilas y Seif, (1985a) encontraron que la defoliación en maíz en el estadio V12-V13, produjo un efecto diferencial sobre la liberación de polen y emisión de estigmas en líneas puras e híbridos. Johnson (1978) realizó la defoliación de 9 híbridos en el estadio V5 y los resultados demostraron que se retrasó tanto la liberación del polen como la floración femenina, pero no hubo cambios en el intervalo anthesis-estigma. Coincidiendo con la bibliografía Mangen *et al.* (2005) observaron a través de dos años de ensayos que la defoliación retardó entre 4 a 5 días la emisión de polen y la emergencia de estigmas; pero afectando a los dos componentes por igual. Cuando los híbridos fueron completamente defoliados en la etapa de V5 se produjo un retraso entre 5 a 7 días. Vasilas y Seif (1985c) discutieron retardos similares en la floración de líneas con defoliaciones en V5-V6 y V12-V13 aunque algunas líneas mostraron mayores diferencias que otras en respuesta a la floración.

Hasta el momento no hay datos disponibles sobre la respuesta relativa de distintos germoplasmas al efecto de la defoliación en distintas fechas de siembra sobre el intervalo anthesis-estigma. El conocimiento de la respuesta de distintos germoplasmas a la defoliación puede ayudar a los mejoradores vegetales a seleccionar genotipos con mayor sincronía floral para facilitar la posterior producción de semilla comercial.

1.4. Hipótesis

La sincronía de la floración masculina y femenina en distintos genotipos de maíz se logra mediante la reducción del área foliar.

1.5. Objetivo general

Cuantificar la sincronía floral en líneas de maíz con distintas fechas de siembra sometidas a distintos niveles de defoliación.

1.6. Objetivos específicos

Verificar la influencia de las fechas de siembra en el IAE de líneas de maíz sometidas a defoliación.

Evaluar la variabilidad en el comportamiento del IAE en distinto germoplasma (origen y líneas) frente a la defoliación.

Caracterizar la relación existente entre defoliación, fechas de siembra y líneas dentro de los distintos orígenes de germoplasma.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en forma conjunta con la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto y el Centro de Investigación de Syngenta Seed SA.

2.1. Material genético

En el ensayo se sembraron 41 líneas endocriadas propiedad de Syngenta Seed SA. En la evaluación solo se utilizaron 37 líneas, las 4 restantes fueron descartadas del análisis al no haberse obtenido los datos de floración. Este faltante se debió a la pérdida de la totalidad de plantas de la parcela y en algunos casos a que los materiales no florecieron. Los orígenes del material genético son: 14 líneas argentinas (numeradas del 1-14), 14 líneas brasileñas (numeradas del 15-28) y 9 líneas estadounidenses (numeradas del 29-37).

2.2. Experimento de campo

El ensayo se realizó en el campo experimental de Syngenta Seed SA ubicado en Santa Isabel, provincia de Santa Fe. Esta localidad se encuentra ubicada a 112 msnm, con una temperatura media del mes más cálido (enero) de 23,8 °C, y una temperatura media del mes más frío (julio) de 9,2 °C. La precipitación media anual es de 898 mm

El suelo donde se realizó el ensayo es un Hapludol típico, con muy buena aptitud para uso agrícola. El tipo de siembra realizado fue la siembra directa, cada parcela estuvo compuesta por dos surcos de 6 m de largo con un total de 30 plantas, sembradas a 0,20 m cada una, la distancia entre surcos fue de 0,52 m, mientras que la distancia entre parcelas fue de 1m, aproximadamente. La siembra se realizó con una sembradora neumática, aplicándose para este ensayo 120 kg de sulfato de amonio y clorpirifós granulado como insecticida. Se utilizaron dos fechas de siembra, la primera se realizó el 9 de septiembre, considerando esta fecha como óptima para la zona, y la segunda se realizó el 6 de noviembre, ambas fechas correspondientes al año 2004.

El factor defoliación fue aplicado con tres niveles: un nivel en el estadio V4-V5, removiendo el 100% del área foliar, estando el meristema apical a nivel del suelo; otro nivel en el estadio V6-V7 removiendo el 60% del área foliar y un tercer nivel utilizado como testigo en el que no se realizó defoliación. Los cortes se realizaron a mano con una tijera, para el nivel de defoliación del 100% se tomó la planta por la parte superior y se realizó un corte neto en la base removiendo toda el área foliar quedando como remanente el cogollo de la planta (Figura 1). En cambio para realizar el corte en el nivel de defoliación del 60% se consideró la ubicación del meristema apical, por encima del mismo se realizó un corte neto sobre el tallo removiendo aproximadamente las tres hojas superiores (Figura 2).



Figura 1. a Defoliación en el estadio V4 – V5 removiendo el 100% del área foliar, b Cogollo de la planta.



Figura 2. a Defoliación en el estadio V6 – V7 removiendo el 60% del área foliar,
b Remanente de la planta luego del corte.

Las variables o caracteres evaluados fueron: número de plantas por surco previo a la toma de datos y al comienzo de floración; número de días transcurridos desde que el 10%, 50% y 100% del total de las plantas presentaron 2,5 cm de la panoja con anteras dehiscentes (floración masculina); número de días transcurridos desde que el 10, 50 y 100% del total de las plantas presentaron 1 cm de estigmas expuestos (floración femenina); con estas variables se estimó el intervalo anthesis-estigma (IAE) como la diferencia en días entre floración femenina y floración masculina para el 10, 50 y 100% de floración.

2.3. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante dos análisis de la varianza. El primero surgió del arreglo jerárquico o anidado que permitió comparar el efecto de los orígenes y de las líneas “dentro” de los orígenes, con el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \varepsilon_{k(ij)}$$

y_{ijk} = observación realizada en la unidad experimental de la repetición k donde se aplicó el nivel i del factor origen y el nivel j del factor línea.

μ = media poblacional.

ρ_k = efecto del bloque k.

α_i = efecto del nivel i del factor origen.

$\beta_{j(i)}$ = efecto del nivel j del factor línea dentro del nivel i del factor origen.

$\varepsilon_{k(ij)}$ = error experimental.

El segundo análisis surgió del arreglo factorial entre las fechas de siembra, líneas pertenecientes a cada origen y los niveles de defoliación, con el objetivo de poder cuantificar los efectos principales que ejercen las fechas de siembra, líneas, defoliación y las interacciones de primer y segundo grado que surgen de las mismas. En el análisis se utilizó el modelo correspondiente a un diseño en parcelas sub-subdivididas donde se aplicó el arreglo factorial anteriormente mencionado con dos repeticiones (Gómez y Gómez, 1981; Steel y Torrie, 1988), con el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \gamma_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \theta_l + (\alpha\theta)_{il} + (\beta\theta)_{jl} + (\alpha\beta\theta)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}$$

μ = media poblacional.

ρ_k = efecto del bloque k.

α_i = efecto del factor fecha de siembra en su nivel i.

γ_{ik} = error asociado a las diferencias entre parcelas principales (error a).

β_j = efecto del factor línea en su nivel j.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el nivel i del factor fecha de siembra con el nivel j del factor línea.

ε_{ijk} = efecto asociado a las subparcelas (error b).

θ_l = efecto del factor defoliación en su nivel l .

$(\alpha\theta)_{il}$ = efecto de la interacción entre el nivel i del factor fecha de siembra con el nivel l del factor defoliación.

$(\beta\theta)_{jl}$ = efecto de la interacción entre el nivel j del factor línea con el nivel l del factor defoliación.

$(\alpha\beta\theta)_{ijl}$ = efecto de las interacciones entre el nivel i del factor fecha de siembra, el nivel j del factor línea y el nivel l del factor defoliación.

ε_{ijkl} = efecto asociado a las sub-subparcelas (error c).

En las parcelas principales se aleatorizaron las fechas de siembras, en las subparcelas las líneas y en las sub-subparcelas los niveles de defoliación. La unidad observacional fue cada planta y la unidad experimental un surco (6 m largo) y cada surco, perteneciente a un genotipo y a una fecha de siembra, se le aplicó un nivel de defoliación. Los tratamientos surgieron de combinar las dos fechas de siembras, las líneas pertenecientes a cada origen y los tres niveles de defoliación. Estas combinaciones se analizaron para el 10, 50 y 100% de floración.

La comparación de medias se realizó con la prueba de Student Newman Keuls (SNK), considerándose significativas las diferencias a nivel de $\alpha = 0,05$. Previo al análisis de la varianza se probaron los supuestos de normalidad de los residuos mediante la prueba de Shapiro-Wilks y el gráfico de Q-Q plot. La prueba de homogeneidad de varianza se realizó de modo gráfico utilizando el diagrama de dispersión de los residuos del modelo versus los predichos. Los análisis de varianza y las pruebas de comparaciones de medias de los factores estudiados se analizaron con el programa estadístico Infostat (2008).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba de Shapiro-Wilks y el gráfico de Q-Q plot mostraron que los residuales de los modelos se distribuyeron normalmente. Además, el gráfico de dispersión de los residuos versus los predichos del modelo mostró homogeneidad de varianzas de los tratamientos.

El primer análisis se realizó agrupando las líneas de acuerdo a su origen, se comparó el IAE de las mismas al 10, 50 y 100% de floración, teniendo en cuenta para cada caso el efecto que tienen el origen y las líneas dentro de cada origen. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los distintos orígenes de los materiales genéticos y entre líneas dentro de cada origen, para el 10, 50 y 100% de floración (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza con estructura anidada de la variable intervalo antesis-estigma (IAE) al 10, 50 y 100% de floración para los factores origen y línea.

FV	10% de floración			50% de floración			100% de floración		
	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor
Bloque	1	0,58	0,737	1	0,03	0,942	1	10,34	0,170
Origen	2	126,01	<0,000 ***	2	91,95	<0,000 ***	2	83,62	<0,000 ***
Origen>Línea	34	16,31	<0,000 ***	34	24,66	<0,000 ***	34	33,02	<0,000 ***
Error	399	5,13		394	5,62		392	5,46	
Total	436			431			429		

***: Diferencias altamente significativas $p < 0,001$, respectivamente. CM: cuadrados medios.

Cuando se compararon las medias de los distintos orígenes se halló diferencias estadísticamente significativas entre líneas de origen estadounidense y argentino con respecto a las de origen brasileño para el 10, 50, 100% de floración (Cuadro 2). Las líneas de origen brasileño presentaron mayor IAE y las de origen estadounidense mayor sincronía floral y menor rango de variación en el IAE.

Cuadro 2. Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de los distintos orígenes para el 10, 50 y 100% de floración.

Origen	10% de floración	50% de floración	100% de floración
EE. UU.	1,04 a	1,33 a	1,85 a
Argentina	1,40 a	1,66 a	1,98 a
Brasil	2,82 b	2,87 b	3,27 b

Medias con la misma letra dentro de columnas, son estadísticamente iguales (SNK 0.05)

En el segundo análisis de varianza se comparó el IAE de las líneas de cada origen al 10, 50 y 100% de floración teniendo en cuenta para cada caso el efecto que tienen la fecha de siembra, líneas, defoliación y los efectos que surgen de sus interacciones.

En el análisis de varianza para el IAE al 10% de floración (Cuadro 3) no hubo diferencias significativas en la fecha de siembra y bloque para ningún origen. Hubo diferencias altamente significativas para el factor línea y la interacción línea x fecha de siembra en materiales de origen brasileño no así para las líneas de los demás orígenes. El factor defoliación mostró diferencias estadísticamente significativas para líneas de origen argentino. La interacción línea x defoliación presentó diferencias estadísticamente significativas en líneas de origen estadounidense, mientras que las demás interacciones no mostraron diferencias significativas.

Cuadro 3. Análisis de varianza de la variable intervalo antesis-estigma (IAE) del 10% de floración en las distintas procedencias para los factores analizados.

10% de Floración	Argentina			Brasil			EE. UU.		
	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor
FV									
Bloque	1	0,71	0,803	1	5,32	0,673	1	0,33	0,637
Fecha de siembra (FS)	1	24,07	0,314	1	216,2	0,172	1	7,48	0,202
Error (a)	1	6,94	0,162	1	16,71	0,115	1	0,81	0,502
Línea (L)	13	9,22	0,124	13	30,93	<0,000 ***	8	3,49	0,702
L x FS	13	5,72	0,441	13	14,52	0,000 **	8	10,27	0,112
Error (b)	26	5,46	0,078	26	3,11	0,980	16	5,12	0,004
Defoliación (D)	2	24,84	0,002 **	2	6,76	0,362	2	4,21	0,105
L x D	26	2,61	0,78	26	1,94	0,999	16	4,55	0,010 *
FS x D	2	0,67	0,8245	2	2,17	0,719	2	2,73	0,224
FS x L x D	26	5,24	0,099	26	3,67	0,945	16	1,18	0,796
Error (c)	53	3,45		55	6,54		33	1,74	
Total	164			166			104		

*, **, ***: Diferencia significativa $p < 0,05$, $p < 0,01$ y altamente significativa $p < 0,001$, respectivamente. CM: cuadrados medios.

El cuadro 4 muestra los resultados obtenidos al analizar el IAE de las líneas cuando presentan el 50% de floración. Los factores línea, fecha de siembra y defoliación presentaron diferencias estadísticamente significativas para materiales de procedencia argentina resultados que no se observaron en el 10% de floración. Las líneas de origen brasileño mostraron diferencias estadísticamente significativas tanto para los factores línea y defoliación como para la interacción línea x fecha de siembra. Las líneas de origen estadounidense mostraron diferencias estadísticamente significativas para el factor defoliación, situación que no se dio para el 10% de floración. Las interacciones que incluyeron el factor defoliación no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable intervalo anthesis-estigma (IAE) del 50% de floración en las distintas procedencias para los factores analizados.

50% de Floración	Argentina			Brasil			EE. UU.		
	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor
FV									
Bloque	1	0,13	0,053	1	1,31	0,873	1	2,40	0,307
Fecha de siembra (FS)	1	26,08	0,004 **	1	145	0,280	1	4,74	0,227
Error (a)	1	0,00	0,988	1	32,11	0,009	1	0,66	0,626
Línea (L)	13	27,45	0,000 **	13	30,49	<0,000 ***	8	10,80	0,123
L x FS	13	6,55	0,331	13	22,15	<0,000 ***	8	11,57	0,101
Error (b)	26	5,44	0,245	26	3,16	0,813	16	5,55	0,044
Defoliación (D)	2	17,27	0,025 *	2	21,28	0,011 *	2	24,33	0,001 **
L x D	26	3,88	0,620	26	2,94	0,862	16	3,66	0,231
FS x D	2	12,88	0,061	2	5,86	0,269	2	8,17	0,064
FS x L x D	26	5,17	0,295	26	2,96	0,857	16	3,28	0,315
Error (c)	52	4,36		54	4,36		30	2,71	
Total	163			165			101		

*, **, ***: Diferencia significativa $p < 0,05$, $p < 0,01$ y altamente significativa $p < 0,001$, respectivamente. CM: cuadrados medios.

El análisis del IAE para el 100% de floración se muestra en el cuadro 5, donde para el factor línea hubo diferencias altamente significativas en materiales de origen argentino y brasileño, mientras que en la interacción línea x fecha de siembra no hubo diferencias estadísticamente significativas. El factor defoliación no presentó diferencias estadísticas para ningún origen. Es importante destacar que la interacción fecha de siembra x defoliación presentó diferencias estadísticamente significativas para líneas de origen argentino y brasileño mientras que las demás interacciones con el factor defoliación fueron no significativas.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la variable intervalo anthesis-estigma (IAE) del 100% de floración en las distintas procedencias para los factores analizados.

100% de Floración	Argentina			Brasil			EE. UU.		
	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor	gl	CM	p-valor
FV									
Bloque	1	5,86	0,597	1	0,62	0,882	1	6,43	0,730
Fecha de siembra (FS)	1	0,01	0,980	1	110,60	0,243	1	4,70	0,765
Error (a)	1	10,89	0,176	1	17,80	0,016	1	31,50	0,049
Línea (L)	13	40,61	<0,000 ***	13	36,39	<0,000 ***	8	14,66	0,073
L x FS	13	5,49	0,500	13	9,78	0,056	8	8,00	0,329
Error (b)	26	5,63	0,518	26	4,73	0,062	16	6,35	0,623
Defoliación (D)	2	3,49	0,552	2	1,08	0,689	2	3,10	0,664
L x D	26	1,82	0,999	26	2,95	0,451	16	5,72	0,707
FS x D	2	29,60	0,009 **	2	11,03	0,028 *	2	6,75	0,415
FS x L x D	26	4,14	0,822	26	2,79	0,513	16	9,55	0,270
Error (c)	52	5,79		52	2,86		30	7,45	
Total	163			163			101		

*, **, ***: Diferencia significativa $p < 0,05$, $p < 0,01$ y altamente significativa $p < 0,001$, respectivamente. CM: cuadrados medios.

En el intervalo de floración existieron diferencias altamente significativas entre líneas del germoplasma de origen brasileño al 10% de floración y entre las líneas del germoplasma argentino y brasileño al 50 y 100% de floración. Esto indica que estos germoplasmas presentan variabilidad genética para el IAE. En cambio las líneas de origen estadounidense presentaron en general los menores valores de IAE para los distintos momentos de floración (Anexo: Cuadro 2) siendo éstas genéticamente homogéneas. Las medias de las líneas de los distintos orígenes presentaron mayor variabilidad para el intervalo del 100% de floración oscilando sus valores entre -0,67 y 8,5 días (Anexo: Cuadros 1, 2 y 3).

La interacción línea x fecha de siembra sólo presentó diferencias altamente significativas en el IAE al 10, 50% para el germoplasma de origen brasileño, lo cual evidencia la influencia de las FS sobre la expresión de la variabilidad genética del material brasileño.

El análisis del factor defoliación se realizó comparando el efecto de los tres niveles de defoliación aplicados a los materiales cuando los mismos presentaron el 10, 50 y 100% de floración teniendo en cuenta sus orígenes.

En el Cuadro 6 se observa que para el 10% de floración no hay diferencias significativas entre los distintos niveles de defoliación para líneas de origen brasileño y estadounidenses, mientras que para los materiales de origen argentino no hubo diferencias significativas entre el corte removiendo el 60% del área foliar y el testigo (sin corte).

En el 50% de floración hubo diferencias significativas entre la defoliación del 60 y 100% del área foliar, para líneas de origen argentino y estadounidense. Esto contrasta con lo obtenido en los materiales de origen brasileño donde hay diferencias significativas entre las situaciones de corte al 60 y 100% con respecto a la situación sin corte (testigo). En el 100% de floración no hubo diferencias significativas en los niveles de defoliación independientemente del origen de los materiales utilizados.

Cuadro 6. Medias de los niveles de defoliación para cada uno de los orígenes cuando presentaron el 10, 50 y 100% de floración.

Defoliación	10% de floración			50% de floración			100% de floración		
	Argentina	Brasil	EE. UU.	Argentina	Brasil	EE. UU.	Argentina	Brasil	EE. UU.
Sin corte	1,25 a	2,54 a	0,86 a	1,64 ab	2,16 a	0,75 a	2,14 a	3,11 a	1,44 a
Corte 60%	0,88 a	2,70 a	0,72 a	1,09 a	3,24 b	0,88 a	1,63 a	3,43 a	1,94 a
Corte 100%	2,15 b	3,21 a	1,40 a	2,10 b	3,11 b	2,19 b	2,10 a	3,30 a	1,88 a

Medias con la misma letra dentro de columnas, son estadísticamente iguales (SNK 0,05)

Estos resultados concuerdan con los de Vasilas y Seif (1985c) donde la floración casi no fue afectada por una defoliación del 50%. Johnson (1978), demostró que defoliaciones severas en etapas tempranas (V5-V6) retrasaron la liberación de polen y la emisión de estigmas, mientras que los resultados obtenidos al someter las plantas a una defoliación total (corte 100%) mostraron que hubo un retraso en la floración masculina y femenina incrementando el IAE en un día. Vasilas y Seif (1985a) describieron retardo en el IAE causadas por defoliaciones en líneas en el estadio V5-V6 y V12-V13, mostrando algunas líneas mayores diferencias que otras en respuesta a la floración. Consistentemente con esta investigación, Mangen *et al.* (2005) obtuvieron un retraso en el intervalo de floración de 4 a 5 días en mezclas (91% de machos estériles y 9% del polinizador) y de 5 a 7 días en híbridos con alto contenido de aceite. Por el contrario, Vasilas y Seif (1985c) observaron que los cambios en el período de polinización no fueron debidos al cambio en el intervalo antesis-estigma sino a una disminución en el tiempo de caída del polen.

El IAE no se redujo en las líneas de origen brasileño al aplicar los niveles de defoliación ya que la situación testigo presentó los menores valores de IAE independientemente del momento de floración.

La mayor variabilidad entre líneas se encontró cuando se realizó la defoliación al 100% en los tres momentos de floración evaluados (Anexo: Cuadro 1, 2 y 3). Estos resultados concuerdan con los de Vasilas y Seif 1985b quienes evaluaron caracteres relacionados con el rendimiento de grano en líneas de maíz con tres niveles de defoliación y hallaron que en la defoliación total se expresó una mayor variabilidad entre líneas.

La ausencia de significancia estadística en la interacción línea \times defoliación en el IAE sugiere que los efectos de defoliación sobre las distintas líneas de un mismo origen de germoplasma es similar. De la misma manera se puede interpretar la falta de significancia en la interacción de segundo orden (FS \times L \times D).

4. CONCLUSIONES

- Las diferentes fechas de siembra no afectaron significativamente al intervalo entre la emisión de polen y de estigmas.
- Existe variabilidad genética para el intervalo de la floración en el germoplasma de origen argentino y brasileño en los distintos momentos de floración evaluados, lo que permite identificar genotipos con mayor sincronía entre la floración femenina y masculina
- Comparando las defoliaciones removiendo el 60 y 100% del área foliar, se observó que para la defoliación del 60% las líneas de origen argentino y estadounidenses presentaron mayor sincronía floral independientemente del momento de floración en que se encontraron.
- Los niveles de defoliación removiendo el 60 y 100% del área foliar no redujeron el IAE en líneas de origen brasileño.
- Las líneas de origen estadounidense presentaron mayor homogeneidad en la sincronía floral en los momentos de floración analizados e independientemente de la defoliación realizada.
- En las primeras etapas de los programas de mejoramiento se selecciona para obtener una buena sincronización floral y rendimiento y posteriormente se selecciona por otras características útiles asegurándose de mantener el potencial productivo y la madurez del germoplasma constante.

5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ANDRADE, F.; A. CIRILO; S. UHART y M. OTEGUI 1996 **Ecofisiología del cultivo de maíz**. Editorial La Barrosa, Buenos Aires, Argentina.
- BERNARDO, R. 2001 Breeding potential of intra-and interheterotic group crosses in maize. **Crop Sci.** 41: 68-71.
- BOLAÑOS, J. y G. EDMEADES 1993 Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. **Field Crops Res.** 31: 253-268.
- BOLAÑOS, J.; G. EDMEADES y L. MARTÍNEZ 1993 Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. III. Responses in drought-adaptive physiological and morphological traits. **Field Crop Res.** 31: 269-286.
- BORRÁS, L.; M. E. WESTGATE.; J. P. ASTINI y L. ECHARTE 2007 Coupling time to silking with plant growth rate in maize. **Field Crops Res.** 102: 73-85
- CLONINGER, F. D.; M. S. ZUBER y R. D. HORROCKS 1974 Synchronization of flowering in corn (*Zea mays* L.) by clipping young plants. **Agron. J.** 66: 270-272.
- CROSSA, J. 1990 Statistical analyses of multilocation trials. **Adv. Agron.** 44: 55-85.
- CUBERO, J. I. 1999 **Introducción a la Mejora Genética Vegetal**. Ediciones Mundi-prensa, Madrid.
- DOWSWELL, C. D.; R. L. PALIWAL y R. P. CANTRELL 1996 **Maize in the Third World**. Westview Press, Boulder Co., USA.
- DUNGAN, G. H. y H. W. GAUSMAN 1951 Clipping corn plants to delay their development. **Agron. J.** 43: 90-93.
- EDMEADES, G.; S. CHAPMAN; J. BOLAÑOS; M. BAZINGER y H. LAFFITTE 1995 Recent evaluations of progress in selection for drought tolerance in tropical maize. Proceeding of the Fourth Eastern and South African Regional Maize Conference. Harare, Zimbabwe.
- FAO 2004 Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. **Anuario producción**. Roma, Italia.
- FISCHER, K. y F. PANDEY 1984 Tropical maize. **En**: Goldsworthy, P. R. y Fisher, N. M. (Eds.). **The physiology of tropical field crops**. Wiley and Sons, U.K.

- FONSECA, A.; J. LIZASO; M. WESTGATE; L. GRASS y D. DORNBOS JR. 2004 Simulating potential kernel production in maize hybrid seed fields. **Crop Sci.** 44: 1696-1709.
- GÓMEZ, K. y A. GÓMEZ 1981 **Statistical Procedures for Agricultural Research.** Ed. John Wiley & Sons, New York.
- HALL, A.; F. VILELLA; N. TRAPANI y C. CHIMENTI 1982 The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen-shedding and silking in maize. **Field Crops Res.** 5: 349-363.
- HALLAUER, A.; W. RUSSELL y K. LAMKEY 1988 Corn breeding. **En:** Corn and corn improvement. G. F. Sprague y Dudley J. W. (Eds.). Madison Wisconsin, USA.
- INFOSTAT 2008 InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- JOHNSON, R. R. 1978 Growth and yield of maize as affected by early season defoliation. **Agron. J.** 70: 995-998.
- LAUER, J.; G. ROTH y G. BERTRAM 2004 Impact of defoliation on corn forage yield. **Agron. J.** 96: 1459-1466.
- MANGEN, T. F.; P. R. THOMISON y S. D. STRACHAN 2005 Early-season defoliation effects on top cross high-oil corn production. **Agron. J.** 97: 823-831.
- NÁJERA, G. C. y L. L. MORENO 2004 Comportamiento de familias S1 de maíz en distintos pH del suelo. *Bragantia*, Campinas, 63: 63-72.
- PALIWAL, R. L. 2001 Origen, evolución y difusión del maíz. **En:** Paliwal, R. L.; G. Granados, H. R. Lafitte y A. D. Violic. **El Maíz en los Trópicos. Mejoramiento y Producción.** **En:** www.fao.org. Consultado: 02-05-2008.
- PARODI, L. 1972 **Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.** Acme SACI, Buenos Aires, 2ª Ed., Vol. 1.
- SAGPYA 2006 Indicadores del sector maicero **En:** www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/granos/maiz. Consultado: 30-04-2008.
- SAN VICENTE F.; S. VASAL; S. MCLEAN; M. BANZIGER; S. RAMANUJAM y M. BARANDIARAN 1996 Performance of promising tropical late yellow imbred lines under water stress conditions. Symposium on Developing Drought and Low Nitrogen Tolerant Maize. CIMMYT, México.

- STEEL, R. y J. TORRIE 1988 **Bioestadística: Principios y Procedimientos**. McGraw-Hill, Colombia.
- TRIFUNOVIC, S.; H. CÓRDOVA; J. CROSSA y S. PANDEY 2003 Head-to-head and stability analysis of maize (*Zea mays* L.) inbred lines. **Maydica** 48: 263-269.
- VASILAS, B. L. y R. D. SEIF 1985a Effect of defoliation effects on the timing of anthesis and silking of maize inbred lines. **Maydica** 30: 427-435.
- VASILAS, B. L., y R. D. SEIF 1985b Defoliation effects on two corn inbreds and their single-cross hybrid. **Agron. J.** 77: 816-820.
- VASILAS, B. L., y R. D. SEIF 1985c Pre-anthesis defoliation effects on six corn inbreds. 1985. **Agron. J.** 77: 831-835.
- WESTGATE, M. y P. BASSETTI 1990 Heat and drought stress in corn: what really happens to the corn plant at pollination. **En:** Wilkinson, D. (Ed.). **Proceeding of the 45 th Annual Corn & Sorghum Research Conference**. ASTA, Washington.
- WILKES, H. G. 1985 Teosinte: the closest relative of maize revisited. **Maydica** 30: 209-223. **En:** www.fao.org. Consultado: 02-05-2008.
- YAO, N. R.; K. YEBOUA y A. KAFROUMA 1991 Effects of intensity and timing of defoliation on growth, yield components and grain yield in maize. **Exp. Agric.** 27: 137-144.

6. ANEXO

Cuadro 1. Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de las distintas líneas de origen argentino para el 10, 50 y 100% de floración.

10% floración			50% floración			100% floración		
Línea	IAE		Línea	IAE		Línea	IAE	
1	0,54	A	3	-0,33	A	3	-0,67	A
2	0,67	A	7	0,25	A	1	0,13	AB
3	0,67	A	4	0,33	A	4	0,33	AB
4	0,75	A	9	0,42	A	8	0,58	ABC
5	0,83	A	1	0,50	A	7	1,00	ABC
6	0,92	A	5	0,71	A	2	1,00	ABC
7	1,08	A	8	0,75	A	5	1,25	ABC
8	1,08	A	2	1,17	AB	9	1,42	ABC
9	1,08	A	6	1,25	AB	6	1,75	ABC
10	1,58	A	10	2,42	AB	13	3,00	BCD
11	2,08	A	11	2,67	BC	10	3,08	BCD
12	2,67	A	12	4,00	BC	11	3,83	CDE
13	2,92	A	13	4,00	BC	12	4,67	DE
14	3,08	A	14	4,42	C	14	6,00	E

Medias con la misma letra dentro de columnas, son estadísticamente iguales (SNK 0,05)

Cuadro 2. Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de las distintas líneas de origen estadounidense para el 10, 50 y 100% de floración.

10% floración			50% floración			100% floración		
Línea	IAE		Línea	IAE		Línea	IAE	
29	0,5	A	33	-0,33	A	34	0,62	A
30	0,54	A	30	0,50	A	32	0,75	A
31	0,58	A	32	0,50	A	30	0,87	A
32	0,67	A	29	1,17	A	29	1,25	A
33	0,75	A	31	1,17	A	33	1,33	A
34	0,92	A	34	1,21	A	37	1,63	A
35	1,42	A	37	1,42	A	31	2,17	A
36	1,75	A	36	2,17	A	36	2,50	A
37	1,83	A	35	3,67	A	35	4,67	A

Medias con la misma letra dentro de columnas, son estadísticamente iguales (SNK 0,05)

Cuadro 3. Comparación de medias del intervalo antesis-estigma (IAE) de las distintas líneas de origen brasileño para el 10, 50 y 100% de floración.

10% floración			50% floración			100% floración		
Línea	IAE		Línea	IAE		Línea	IAE	
15	0,42	A	15	0,46	A	16	0,92	A
16	0,92	AB	16	1,08	AB	21	1,58	AB
17	1,83	ABC	17	1,33	ABC	17	1,75	AB
18	1,92	ABC	18	1,75	ABC	18	1,92	AB
19	2,08	ABC	21	2,08	ABC	22	3,08	AB
20	2,17	ABC	19	2,58	ABC	19	3,08	AB
21	2,33	ABC	23	2,58	ABC	23	3,17	AB
22	2,5	ABC	22	2,83	ABC	15	3,21	AB
23	2,75	ABC	20	2,83	ABC	24	3,33	AB
24	3,17	BC	24	3,00	BC	26	3,5	AB
25	3,58	CD	26	3,33	BC	25	3,67	AB
26	3,83	CD	25	3,67	C	20	3,75	AB
27	5,33	DE	27	5,67	D	27	4,46	B
28	6,58	E	28	6,5	D	28	8,50	C

Medias con la misma letra dentro de columnas, son estadísticamente iguales (SNK 0,05)