

# **EVALUACIÓN Y ADAPTACIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ A SIEMBRAS TARDÍAS**

**ÁREA DE CONSOLIDACIÓN:  
SISTEMAS AGRÍCOLAS DE  
PRODUCCIÓN EXTENSIVOS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS U.N.C.**

**AÑO 2017**

**INTEGRANTE:**

**Nicolás Francisco Bongianino.**

**TUTOR:**

**Ing. Agr. Dr. Carlos A. Biasutti.**

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>4</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>6</b>
<i>Evaluación de Híbridos. ....</i>	<i>6</i>
<i>Evaluación de Líneas Endocriadas .....</i>	<i>14</i>
<i>Evaluación de daños ocasionados por enfermedades e insectos .....</i>	<i>23</i>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>INDICADORES DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y SUSTENTABILIDAD .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>33</b>

# INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en siembras tempranas presenta los mayores potenciales de producción, debido a mejores condiciones ambientales para el crecimiento del cultivo, fijación y llenado de granos. Sin embargo, en la zona centro norte de la provincia de Córdoba, en la última década, las lluvias de primavera han demostrado variaciones en su ocurrencia presentándose también con cierta escases lo que ha tenido un gran impacto sobre la época de siembra del cultivo, ya que la brecha entre los rendimientos obtenidos y los máximos posibles de alcanzar está explicada en gran parte por deficiencias hídricas que pueden ser frecuentes en los cultivos de maíz de secano. Sembrar con buena humedad en el suelo garantiza un buen porcentaje de germinación y también es clave contar con dicha condición en el momento crítico del cultivo.

Frente a esta situación, los productores agrícolas han tenido que enfrentar la decisión de no cultivar maíz o retrasar su siembra hacia el mes de Diciembre, y en otros casos a los primeros días de enero, por lo que para ello será de vital importancia contar con genotipos adaptados a estas nuevas condiciones o en lo posible variedades comerciales que presenten los mejores comportamientos en este ambiente.

Las zonas donde más se ha generalizado la fecha tardía como alternativa a la fecha temprana son: el norte de Córdoba, La Pampa, San Luis, Suroeste de Córdoba y Oeste de Bs As (Dekalb, 2010).

Las ventajas de la siembra tardía de maíz son que el cultivo tendrá temperaturas favorables lo que se traducirá en una emergencia más uniforme y dispondrá de una mayor disponibilidad hídrica en floración, por la acumulación de agua en el perfil durante noviembre y diciembre.

Como desventajas se ha mencionado una disminución en los rendimientos (Otegui & Melón, 1997). Además en siembra tardía, se hace necesario la evaluación de los cultivares frente a ciertas enfermedades como la Roya del Maíz (*Puccinia sorghi*) y el Tizón del Maíz (*Exserohilum turcicum*), y sobre el ataque de insectos como la Oruga Cogollera (*Spodoptera Frugiperda Smith*) cuya incidencia es mayor en esta época de siembra debido a las mayores temperaturas y niveles de humedad que se expresan sobre el ciclo del cultivo favoreciendo su proliferación.

Con respecto a los cultivares para siembras tardías, generalmente los semilleros recomiendan sembrar los mismos cultivares que son indicados para las siembras tempranas, basándose solamente en su potencial de rendimiento en épocas tempranas.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético de maíz, dada la reducción en el potencial de rendimiento de los cultivares híbridos comerciales en siembras tardías, es importante considerar la opción de emplear variedades obtenidas por selección adaptativa al semiárido, considerando a la siembra tardía como un ambiente diferente de adaptación (Biasutti, et al., 2012).

El objetivo de este trabajo, fue la evaluación de cultivares desarrollados y seleccionados específicamente para siembras tardías, diciembre-enero, en comparación con cultivares adaptados a siembras normales o de septiembre-octubre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Cinco híbridos simples experimentales y tres híbridos comerciales fueron evaluados en ensayos a campo durante los años 2013, 2014 y 2015 (Tabla 1.), en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la U.N.C. Los cultivares híbridos experimentales fueron obtenidos a partir de la cruce de líneas endocriadas obtenidas por autofecundación a partir de poblaciones seleccionadas por adaptación a la zona semiárida central de la Provincia de Córdoba. Los híbridos se dispusieron en un diseño en bloques completos al azar con dos repeticiones en cada año de evaluación. El tamaño de parcela empleado fue de dos surcos de 5 m de longitud, con 0,3 de espaciamiento entre plantas dentro del surco y 0,52 entre surcos. Los ensayos se condujeron en condiciones de secano en todos los casos.

Se evaluaron 3 líneas endocriadas parentales selectas: L75, L71 y B4 durante el mismo período mencionado para los híbridos. Las líneas se sembraron en ensayos comparativos empleándose el mismo tamaño de parcela, repeticiones y fechas de siembras que se empleó para los cultivares híbridos. Ambos ensayos se sembraron en forma contigua.

Se aplicó el herbicida Atrazina en preemergencia y luego de la emergencia se controlaron las malezas en forma manual. Las fechas de siembra fueron en todos los casos durante la segunda quincena del mes de diciembre.

Tabla 1. Híbridos experimentales y comerciales y líneas endocriadas parentales evaluados durante tres años.

<b>Genotipo</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Condición</b>
FCA 611	L71 x B4	Híbrido Simple Experimental
FCA 701	DK3 x B4	Híbrido Simple Experimental
FCA 703	DK1 x B4	Híbrido Simple Experimental
FCA 704	BC1 x B4	Híbrido Simple Experimental
FCA 707	L75 x B4	Híbrido Simple Experimental
E 806		Híbrido Testigo Comercial
P 30		Híbrido Testigo Comercial
PM 114		Híbrido Testigo Comercial
B4	Capilla 600	Línea Homocigota
L75	Capilla 600	Línea Homocigota
L71	Capilla 600	Línea Homocigota

El rendimiento se evaluó mediante la cosecha de toda la superficie de cada parcela y ajustando el peso de los granos al 14% de contenido de humedad.

Análisis estadístico.

Los datos de rendimiento se analizaron mediante ANAVA combinado a través de los años de evaluación y en cada año en particular.

Se estimó el porcentaje de heterosis en los híbridos experimentales FCA707 y FCA601 de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Heterosis} = \frac{F1 - \frac{p1+p2}{2}}{\frac{p1+p2}{2}} \times 100$$

Se realizó un análisis AMMI para estimar la estabilidad de las líneas endocriadas parentales y de los híbridos respectivos.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoGen, Di Rienzo et al. 2016.

# RESULTADOS

## ***Evaluación de Híbridos***

El análisis de varianza combinado a través de años mostró diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados, y una interacción híbrido x ambiente altamente significativa. Los años de evaluación también difirieron significativamente entre sí (Tabla 1).

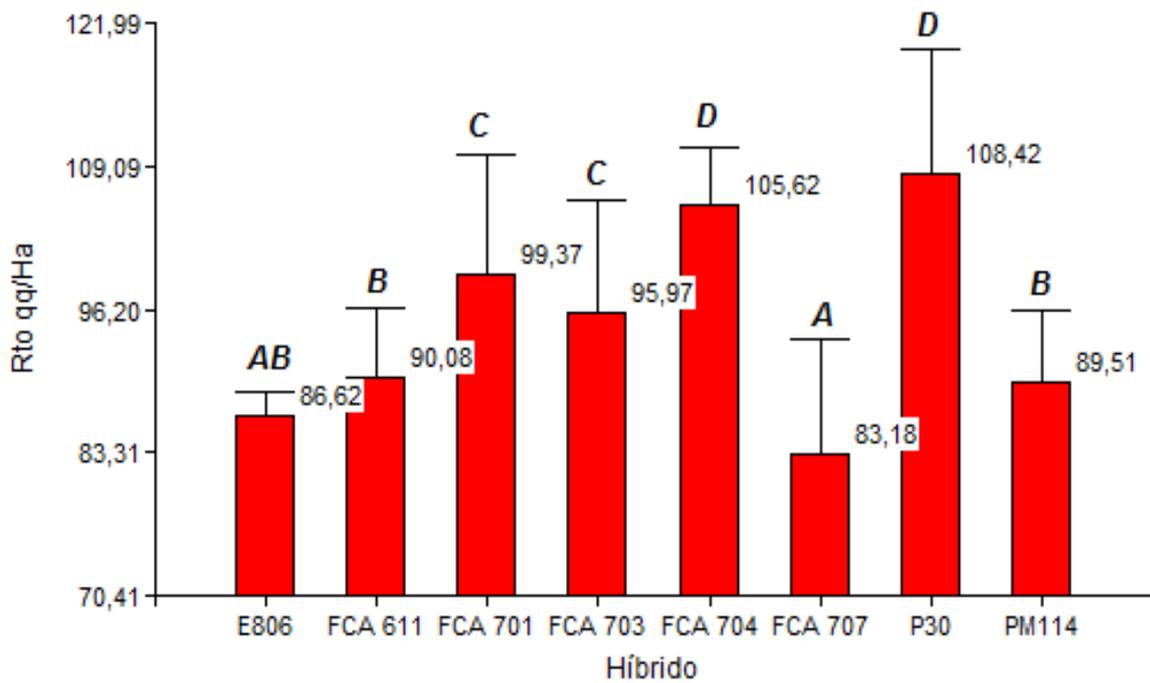
### **ANAVA**

**Tabla nº 1.** Análisis de varianza combinado para rendimiento a través de tres años.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Cuadrados Medios</b>
Híbridos	184,10**
Año	161,75*
Repetición	140,15**
Híbrido x Año	106,88**

\*, \*\*: Indican diferencias significativas al 5 y 1 % respectivamente.

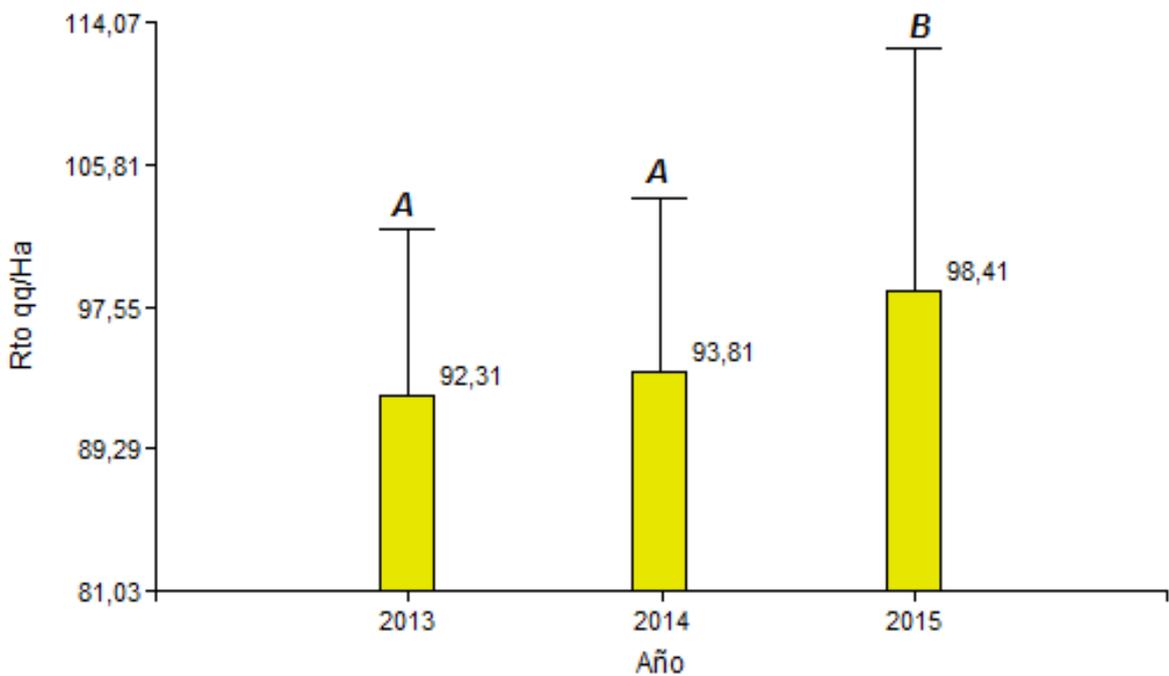
Los híbridos evaluados presentaron diferencias significativas con respecto a su rendimiento, el híbrido comercial, P30 seguido por el experimental FCA 704 obtuvieron los mayores resultados para dicha variable en cuestión con 108,42 qq/Ha y 105,62 qq/Ha respectivamente. El cultivar experimental FCA707 fue quien demostró el menor rendimiento para dicho análisis con 83,18 qq/Ha. El Desvío Estándar promedio fue de 7,83 (Figura nº 1)



**Figura nº 1.** Rendimiento promedio y desviación estándar en qq/Ha de cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz evaluados en los periodos 2013, 2014 y 2015. Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

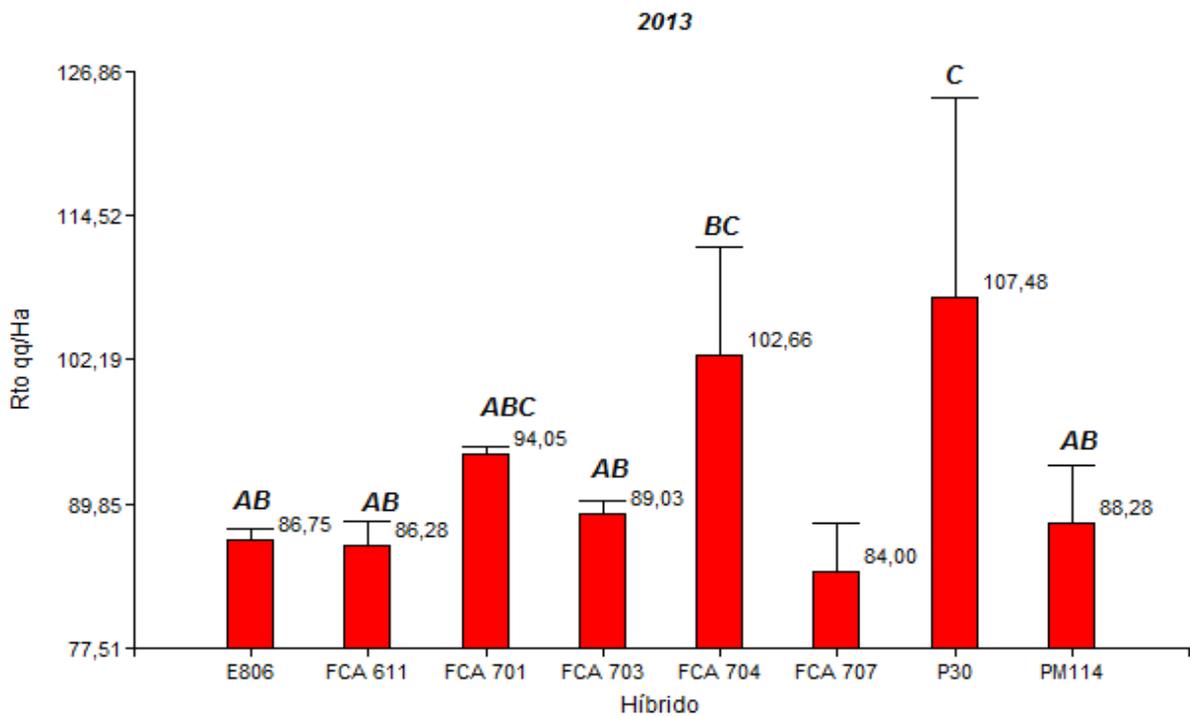
Al constatarse una interacción significativa entre híbridos x ambiente, se hace necesario efectuar un análisis por separado de cada año, para evaluar el comportamiento de cada híbrido en cada año en particular.

Al analizar el rendimiento promedio por cada ambiente o año (Figura nº 2), podemos observar que existieron diferencias significativas entre los mismos ( $P$ - Valor < a 0,05). De este modo se constató que en el año 2015 se produjo la mayor productividad para los híbridos evaluados con un rendimiento promedio de 98,41 qq/Ha.



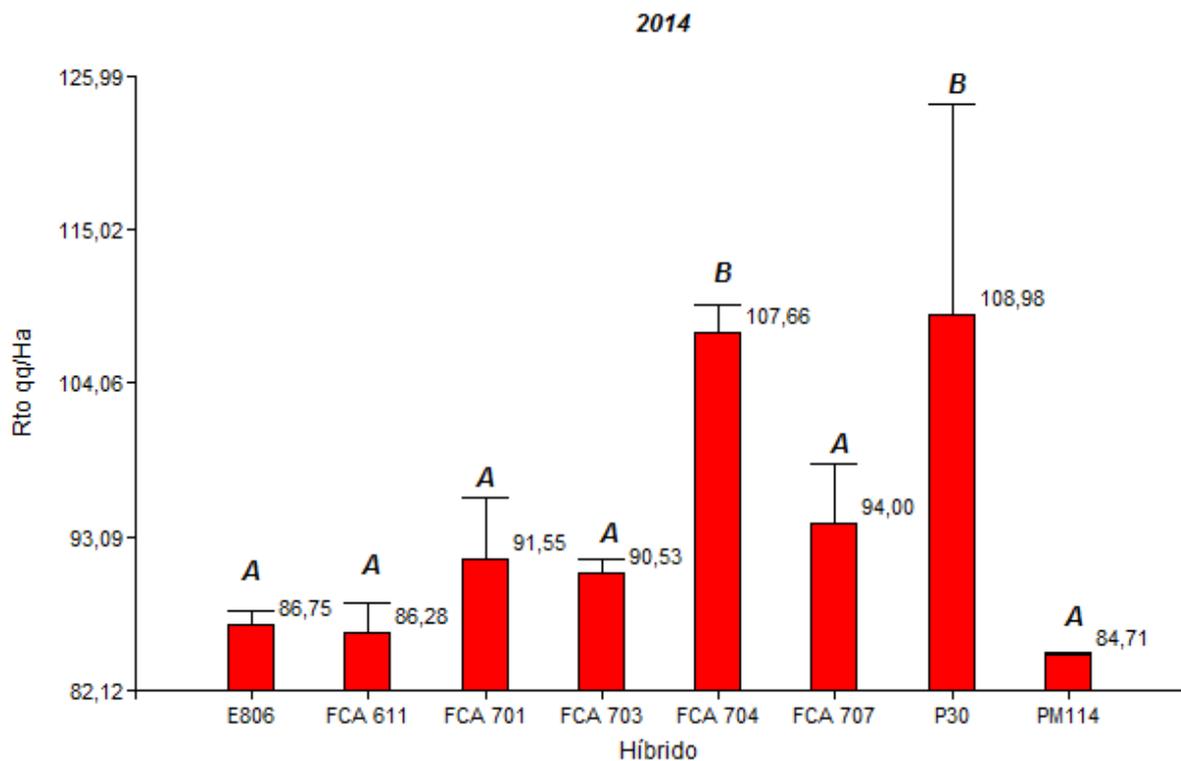
**Figura nº 2.** Rendimiento promedio en qq/Ha de cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz para cada uno los periodos, 2013, 2014 y 2015. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

En la figura nº 3 podemos observar que existieron diferencias significativas entre los híbridos para el año 2013. Los mayores valores de rendimiento fueron para los híbridos P30 (Híbrido Comercial) y FCA 704 (Híbrido Experimental) con 107,48 qq/Ha y 102,66 qq/Ha respectivamente y menores valores para FCA 707 con 84 qq/Ha. Tabla nº8. Coeficiente de Variación 8,33.



**Figura nº 3.** Rendimiento en qq/Ha de cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz durante el periodo 2013. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

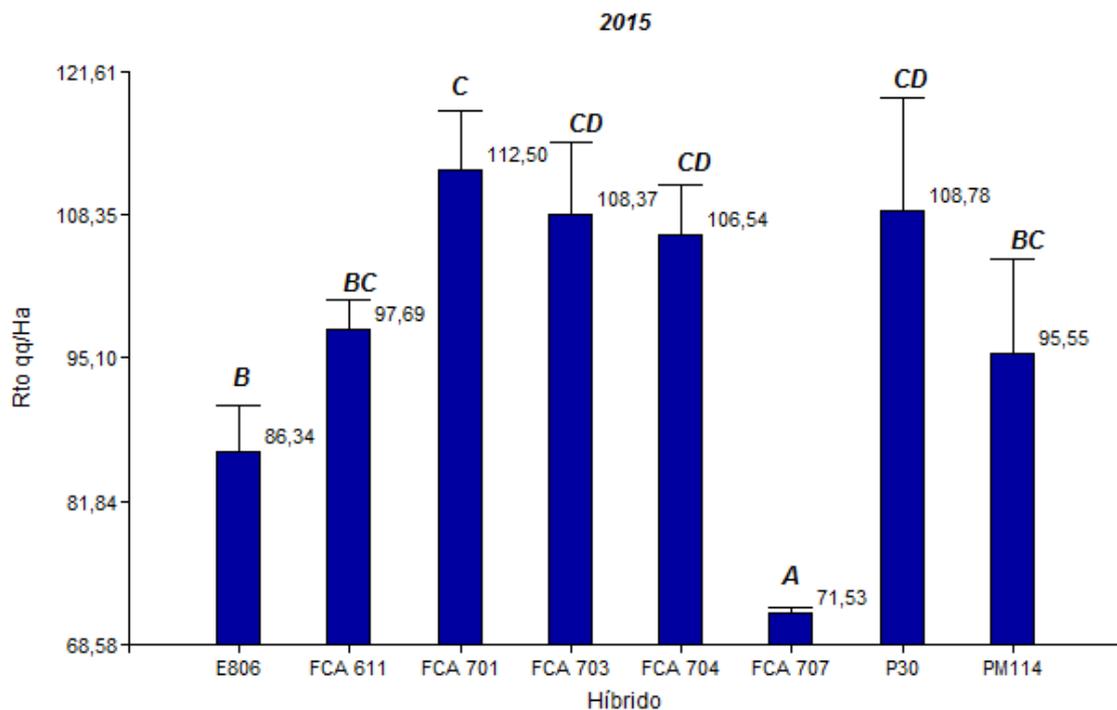
Dicho gráfico (Figura nº 4) denota como durante el año 2014 se obtuvieron diferencias significativas entre los híbridos evaluados repitiendo la superioridad en los resultados al igual que en el año 2013 para los Híbridos P30 (Híbrido Comercial) y FCA 704 (Híbrido Experimental) con 108,98 qq/Ha y 107,66 qq/Ha respectivamente. Rendimientos menores se indicaron para híbridos como PM114 (84,71qq/Ha) Híbrido Comercial, FCA611 (86,28 qq/Ha) Híbrido Experimental y E806 (86,75 qq/Ha) Híbrido Comercial. Tabla nº 8. Coeficiente de Variación 5,90.



**Figura nº 4.** Rendimiento en qq/Ha de cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz durante el periodo 2014. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

Podemos observar (Figura nº5) como durante el año 2015, el de mejor rendimiento promedio, un mayor número de híbridos lograron alcanzar buenos rendimientos: FCA701 (Híb. Exp.), P30 (Híb. Com.), FCA 703 (Híb. Exp.) Y FCA 704 (Híb. Exp.) , quedando en último lugar el Híbrido FCA 707 (Híb. Exp.). Valor máximo obtenido 112,5 qq/Ha para FCA701 y valor mínimo con 71,53 para FCA707. Coeficiente de Variación 5,73.

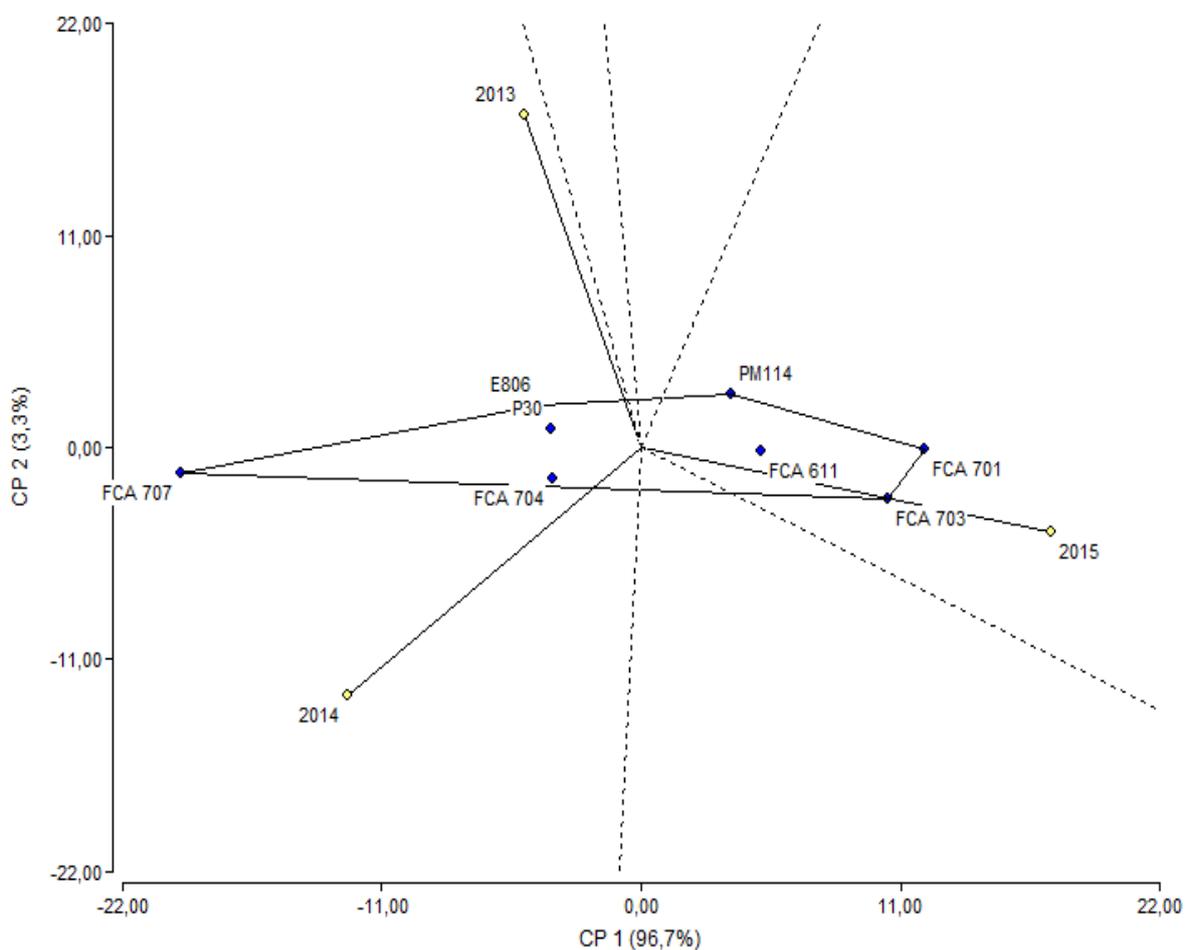
Este año en particular difirió estadísticamente de los demás ambientes, por lo que podemos establecer que dicho ciclo del cultivo fue el más óptimo y por lo tanto donde se obtuvieron a nivel general los mayores rendimientos. Figura nº 5 y Tabla nº 8.



**Figura nº 5.** Rendimiento en qq/Ha de cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz durante el periodo 2015. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

A través del análisis de Interacción Híbrido x Ambiente podemos observar que la primer componente principal explico al 96,7% de la variación. (Figura nº 6).

Esta imagen (Figura nº 6) expresa y permite observar el comportamiento de los diferentes híbridos en los respectivos ambientes o años. Claramente se observó que en el año 2015 una mayor proporción de híbridos alcanzaron buenos resultados destacando sobre estos al Híbrido experimental FCA 701 alcanzando un rendimiento 112,5 qq/Ha para dicho periodo.

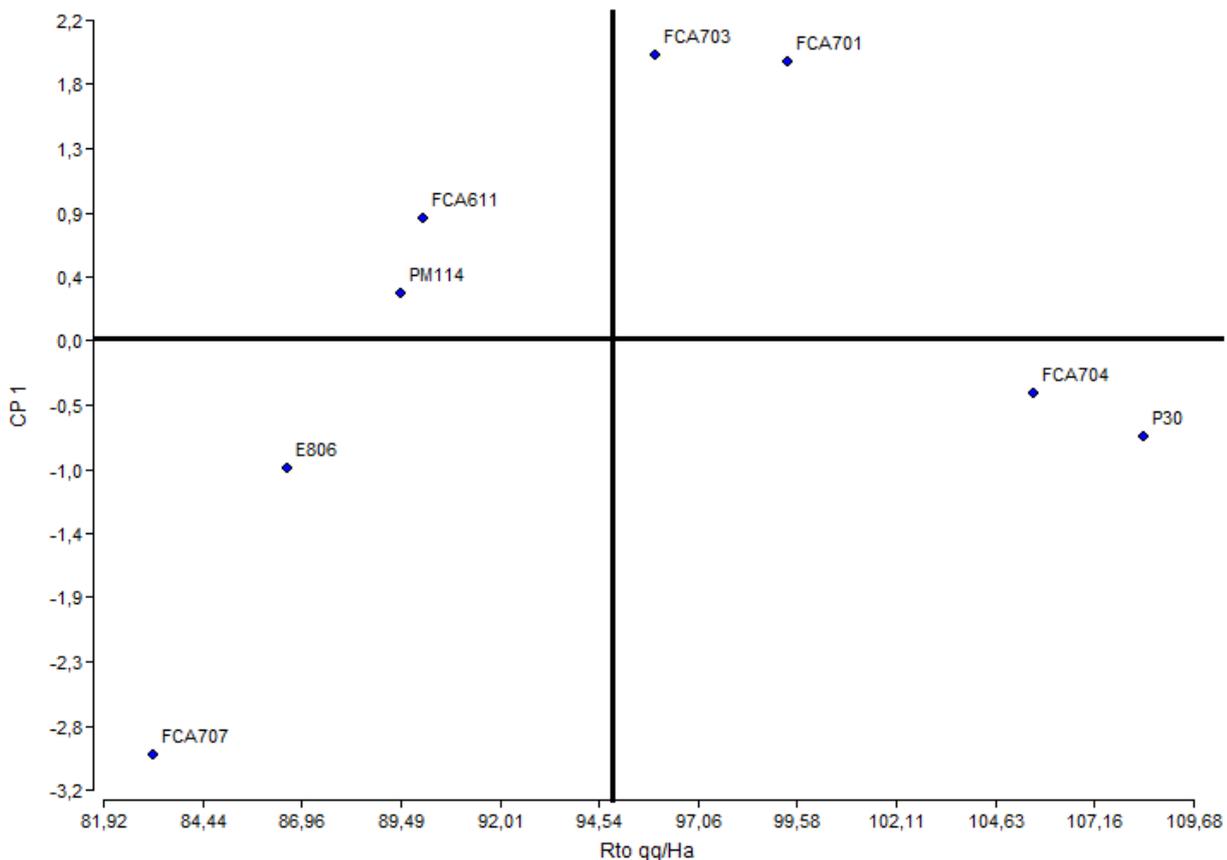


**Figura nº 6.** Análisis de Interacción Híbrido x Ambiente de cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz en relación con los periodos 2013 ,2014 y 2015.

En la Figura nº 7 se muestra el resultado del análisis AMMI para evaluar la relación que presentaron los híbridos con respecto a su rendimiento y estabilidad de los mismos.

Podemos destacar en dicho gráfico como los Híbridos FCA704 (Híbrido Experimental) y P30 (Híbrido Comercial) obtuvieron a nivel general los mayores rendimientos y a su vez también contaron con la mayor estabilidad en los diferentes ambientes analizados, por lo que probablemente podrán alcanzar buenos comportamientos en un espectro más amplio de condiciones de cultivo.

Híbridos Experimentales como FCA701 y FCA703 si bien alcanzaron rendimientos aceptables, al encontrarse distantes de la horizontal perteneciente a la componente principal denotan inestabilidad, por lo que dichos genotipos podrían tener buen comportamiento pero en condiciones cercanas a las óptimas para el cultivo.



**Figura nº 7.** Análisis AMMI1 obtenido a partir de un modelo de ANAVA con efecto genético y ambiental teniendo en cuenta su interacción. Los puntos azules corresponden a cinco híbridos experimentales y tres híbridos comerciales de maíz. Rendimiento promedio de los mismos: 94,85 qq/Ha.

## ***Evaluación de Líneas Endocriadas***

### **ANAVA**

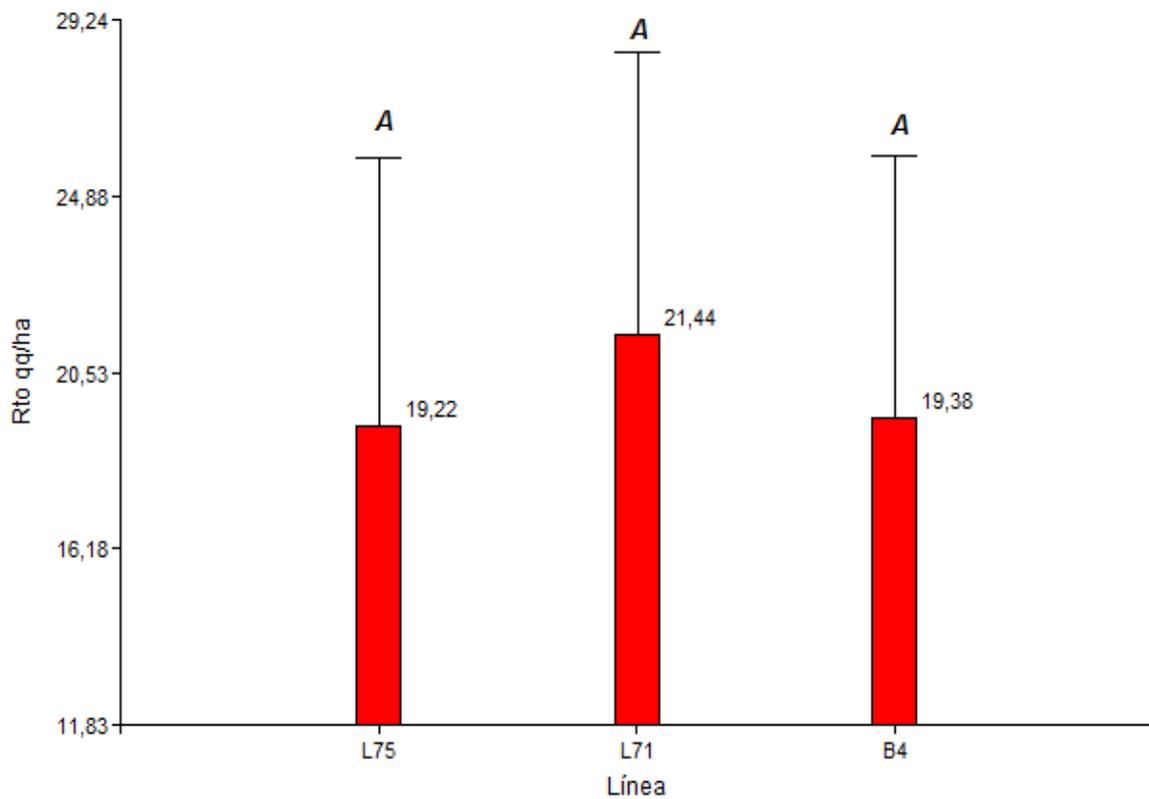
**El análisis de varianza combinado a través de años se muestra en la tabla 2**

**Tabla nº 2.** Análisis de la varianza combinado para rendimiento a través de tres años.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Cuadrados Medios</b>
<b>Líneas</b>	<b>9,17</b>
<b>Año</b>	<b>80,44</b>
<b>Repetición</b>	<b>28,7</b>
<b>Líneas x Año</b>	<b>47,67</b>

**\***, **\*\***: Indican diferencias significativas al 5 y 1 % respectivamente.

De acuerdo a la figura nº8 podemos determinar que las líneas no presentaron diferencias significativas con respecto a su rendimiento. Los valores de rendimiento expresaron un mínimo de 19,22 qq/Ha. y un máximo de 21,44 qq/Ha. con un Desvío Estándar promedio de 6,7.

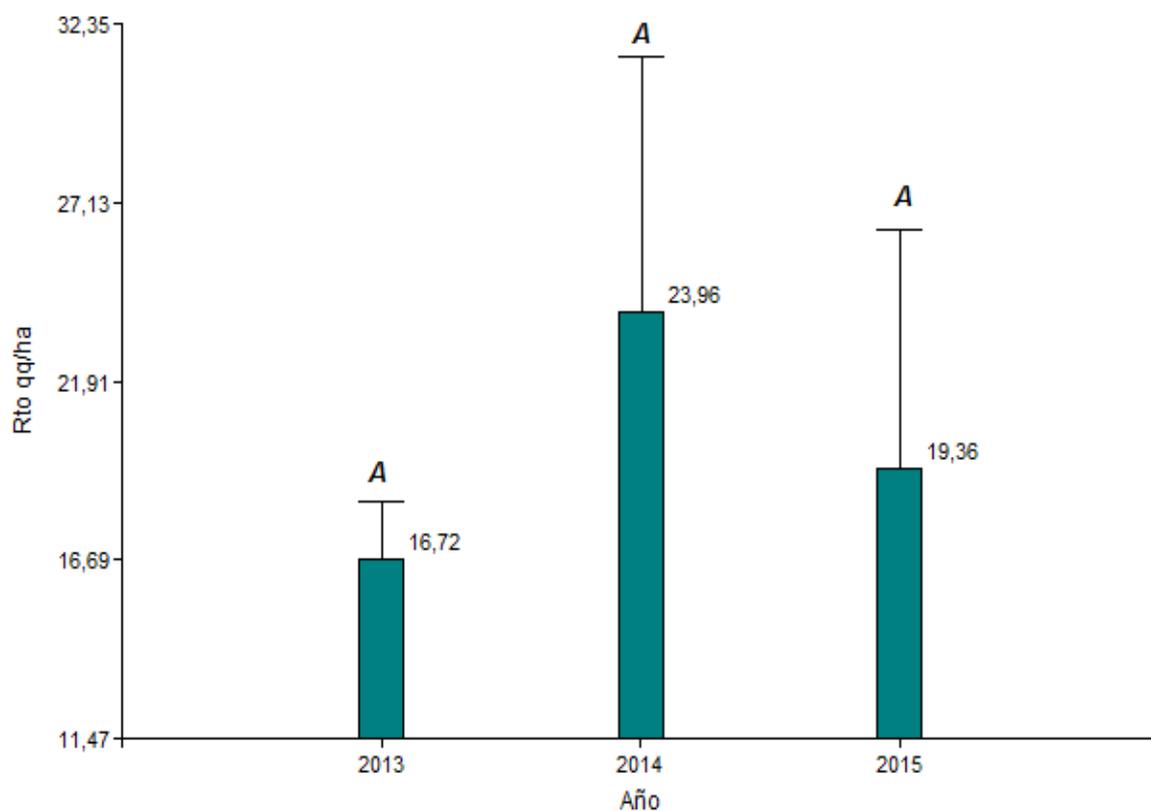


**Figura nº 8.** Rendimiento promedio en qq/Ha de tres líneas homocigotas de maíz durante los periodos 2013 ,2014 y 2015. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

Estos resultados fueron producto de contemplar los valores promedios obtenidos en todos los ambientes evaluados. Los mismos reflejados en Figura 8 y Tabla nº 2.

Con respecto al rendimiento analizado en cada uno de los años, las líneas no presentaron diferencias significativas entre sí.

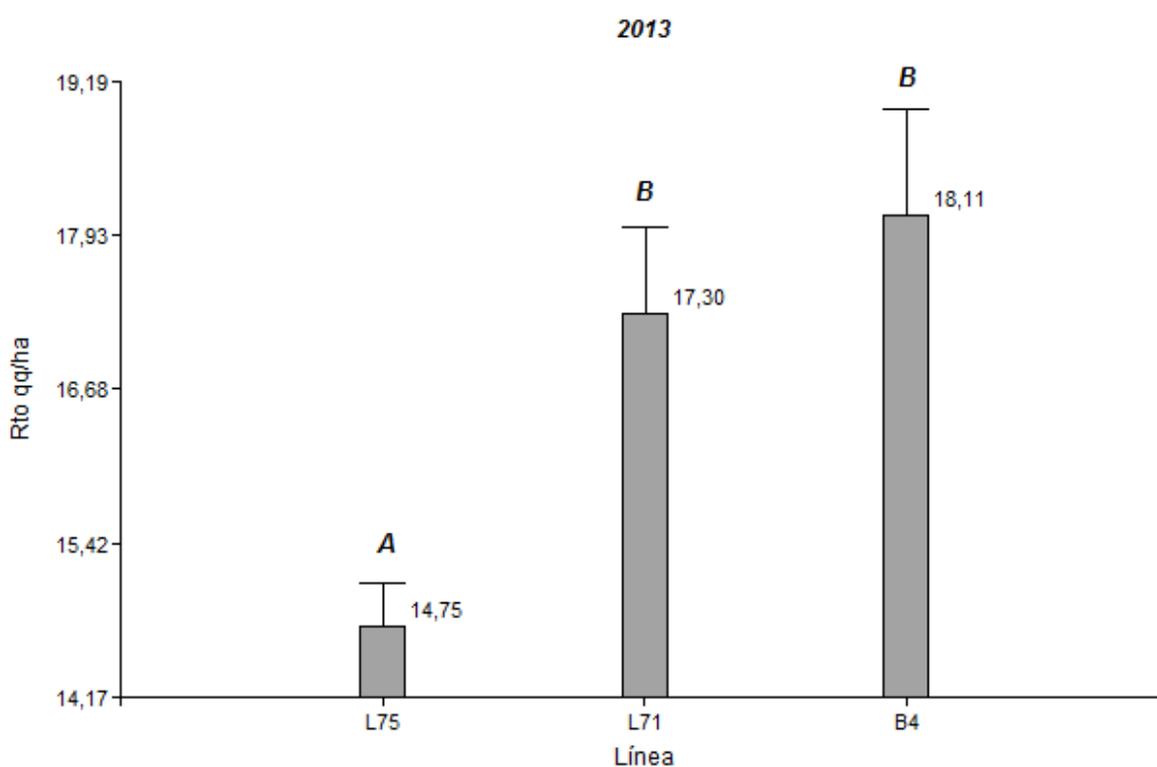
Datos obtenidos utilizando valores promedios con respecto a cada ambiente y teniendo en cuenta a las tres líneas evaluadas. Tabla nº9 y figura nº 2.



**Figura nº 9.** Rendimiento promedio en qq/Ha de tres líneas homocigotas de maíz para cada uno los periodos, 2013, 2014 y 2015. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%.. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

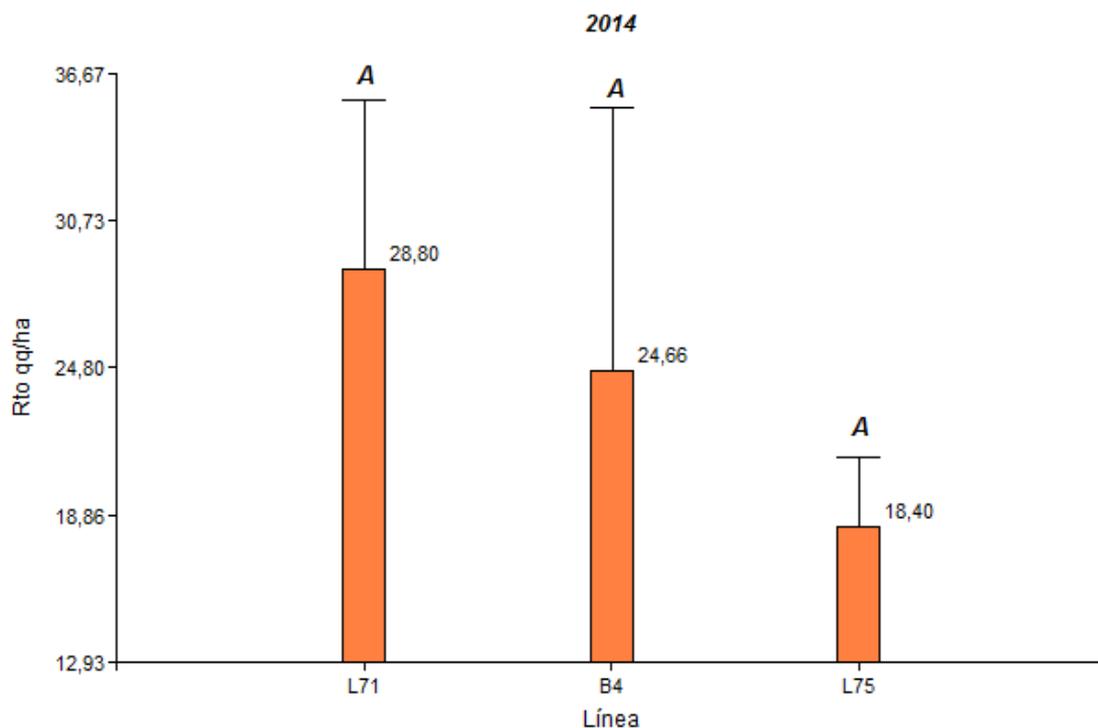
Las Líneas evaluadas si presentaron diferencias significativas con respecto a su rendimiento para el periodo 2013. P-Valor<0,05. (Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Test LSD Fisher). Coeficiente de Variación 1,54.

Esta figura expresa que si bien en promedio no existieron diferencias entre años, al analizar rendimiento, durante el año 2013 si se obtuvieron diferencias y en donde la Línea B4 obtuvo el mayor valor con 18,11 qq/Ha. Figura nº10 y Tabla nº 5.

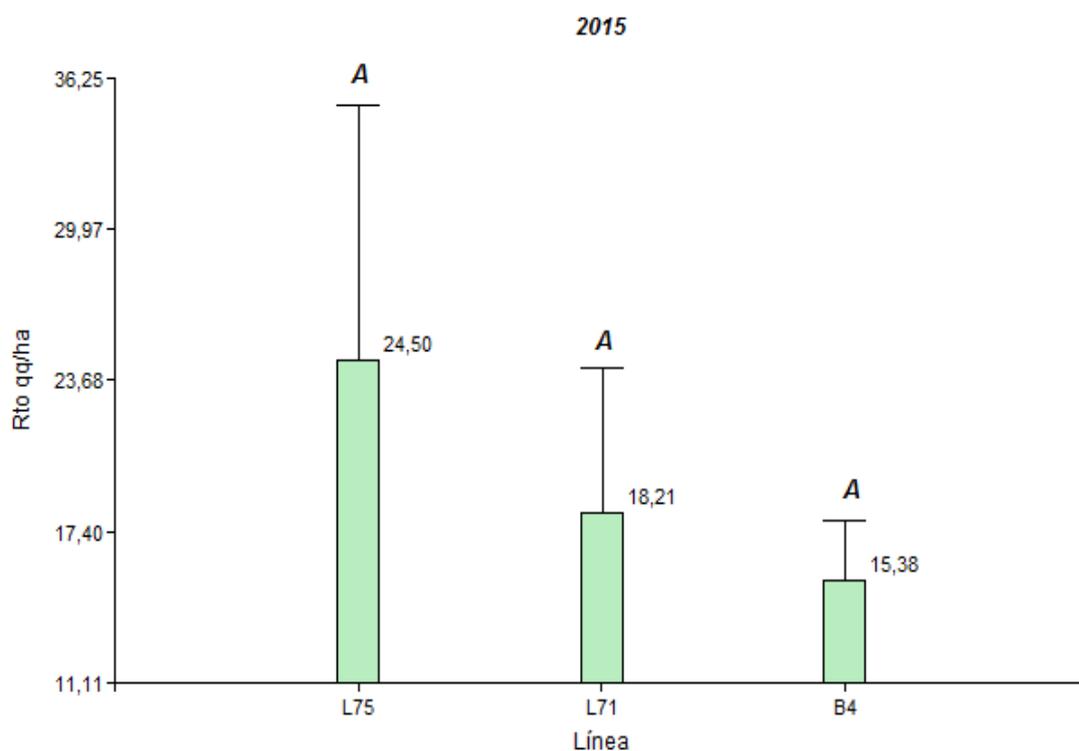


**Figura nº 10.** Rendimiento en qq/Ha de tres líneas homocigotas de maíz durante el periodo 2013. . Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

Para los años 2014 (Coeficiente de Variación 38,18) y 2015 (Coeficiente de Variación 21,09) no se encontraron diferencias significativas con respecto al rendimiento para las líneas evaluadas. Figuras 11 y 12. Tabla nº 3.

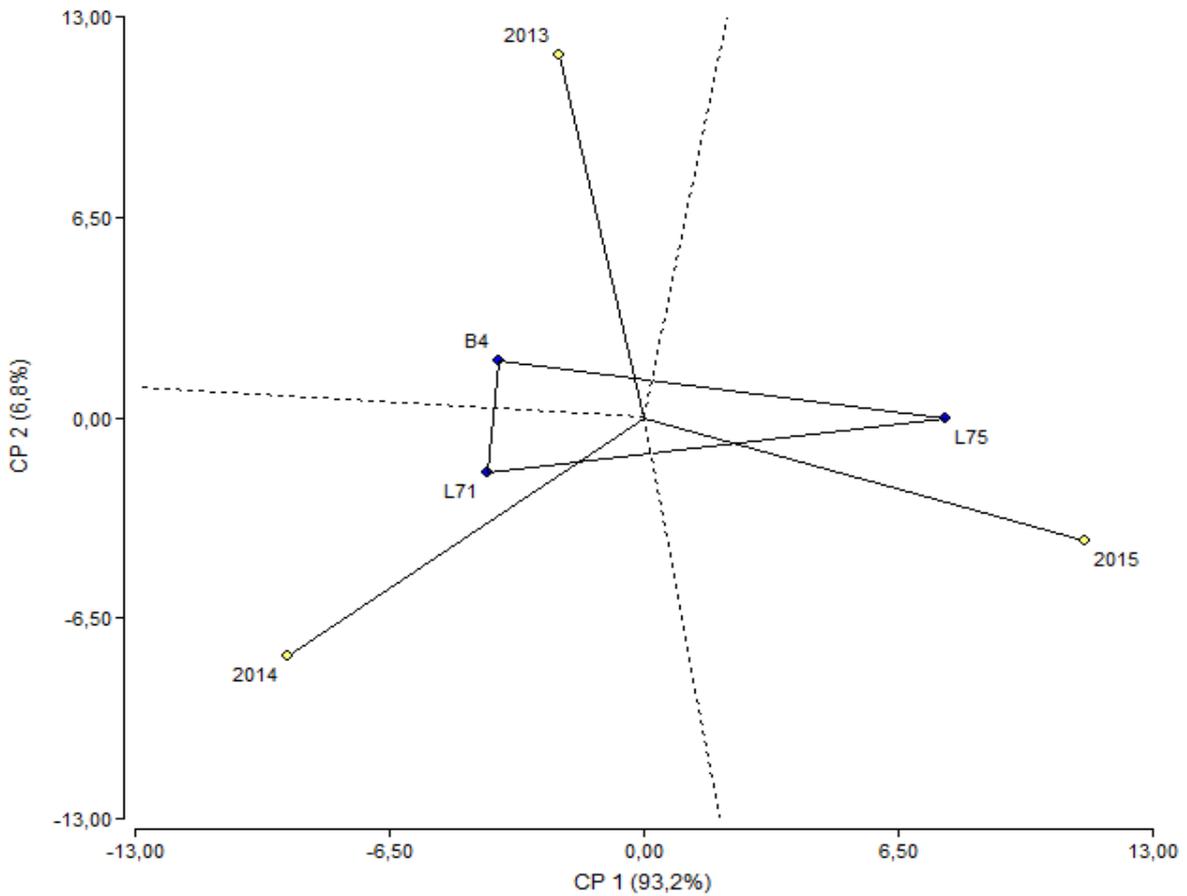


**Figura nº11.** Rendimiento en qq/Ha de tres líneas homocigotas de maíz durante el periodo 2014. .  
Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.



**Figura nº12.** Rendimiento en qq/Ha de tres líneas homocigotas de maíz durante el periodo 2015. .  
Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 5%. Barras horizontales espaciadas indican el Desvío Estándar.

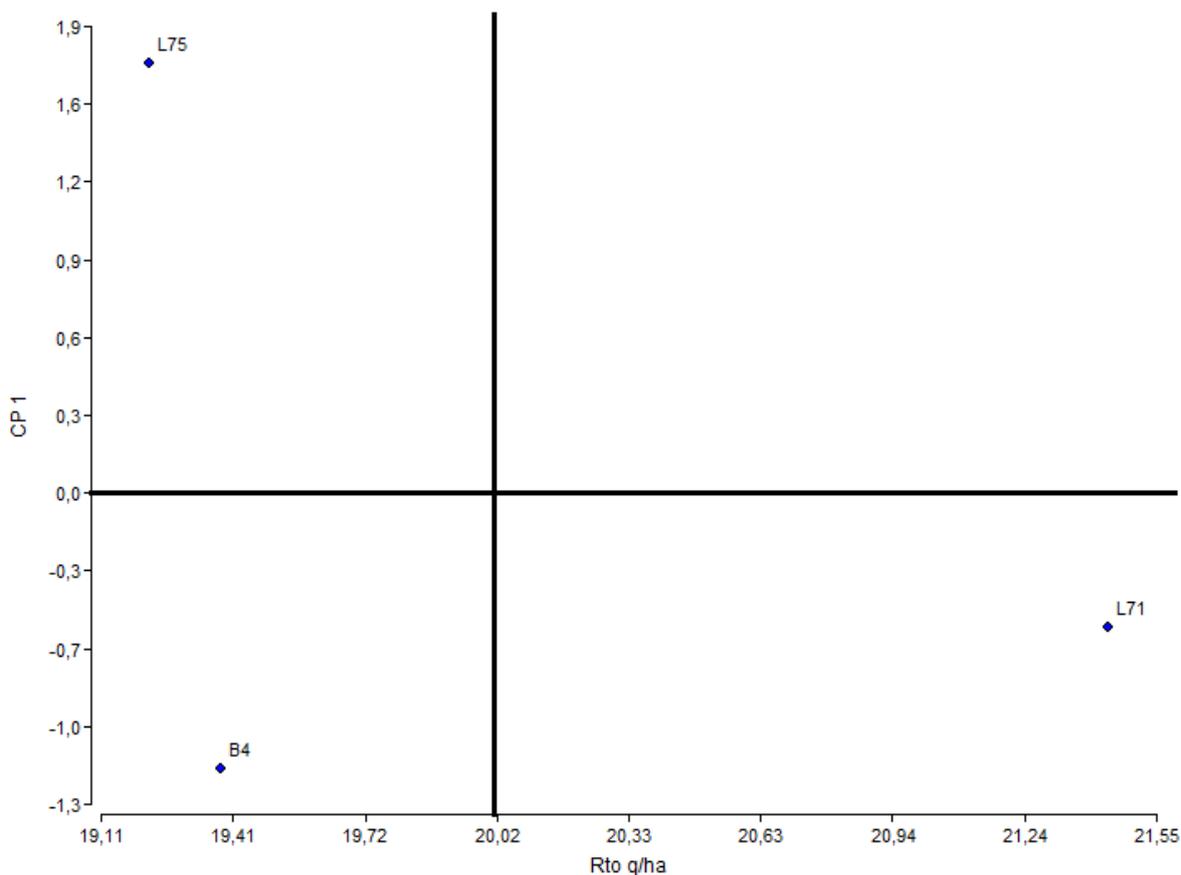
En dicha figura se puede observar que la componente principal explico el 93.2% de la variable (Figura nº 13). Puede demostrarse el comportamiento que expreso cada línea homocigota frente a los diferentes ambientes con sus respectivas tendencias y por lo tanto justificar lo expresado en la Figura nº8 debido a su nivel de significancia.



**Figura nº 13.** Análisis de Interacción Línea x Ambiente, líneas homocigotas de maíz en relación con los periodos 2013 ,2014 y 2015.

En esta Figura podemos constatar como la línea homocigota denominada L71 obtuvo el mayor rendimiento (21,44 qq/Ha.) y también la mayor estabilidad debido a expresarse en cercanías a la horizontal de la componente principal. Figura nº 14.

Claramente la línea mencionada anteriormente es una buena candidata para cruzamientos en la obtención de Cultivares Híbridos pudiendo obtener de este modo posibilidades para expresar un buen nivel heterosis en su progenie.

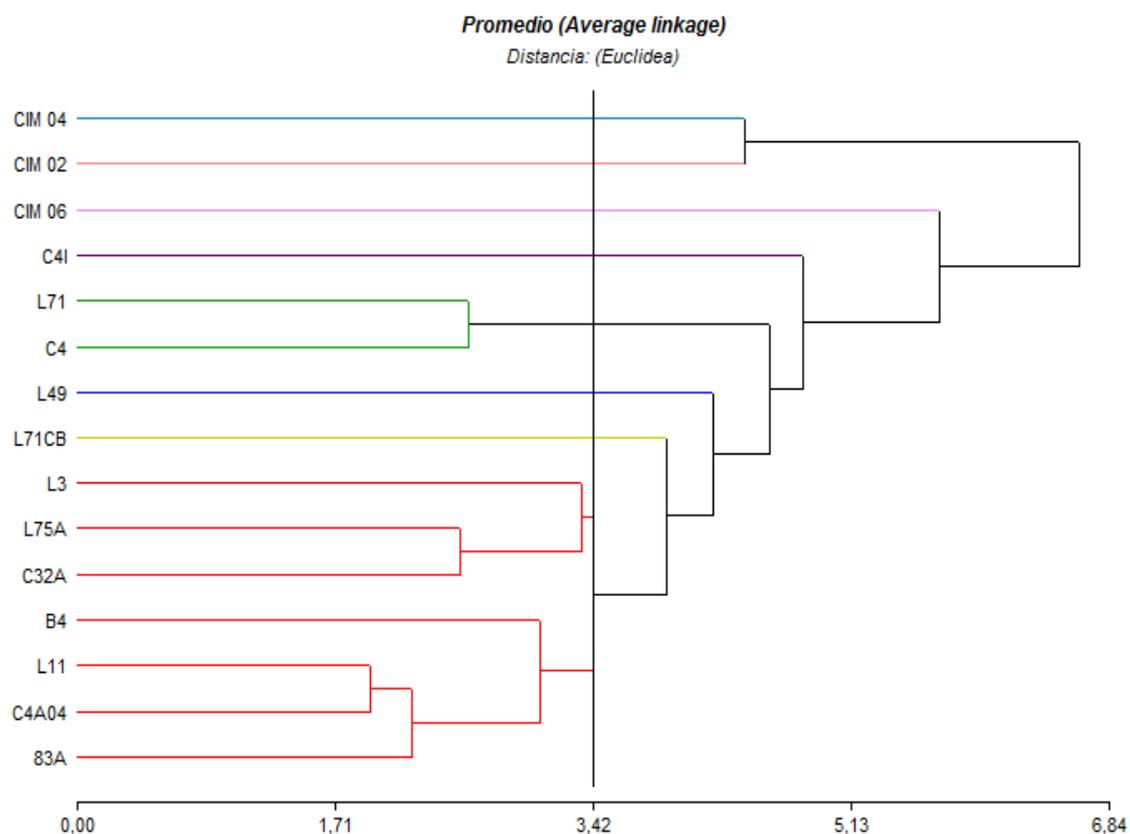


**Figura nº14.** Análisis AMMI1 obtenido a partir de un modelo de ANAVA con efecto genético y ambiental teniendo en cuenta su interacción. Los puntos azules corresponden a las líneas homocigotas de maíz. Rendimiento promedio de las mismas: 20,01 qq/Ha.

Se analizaron un grupo de líneas endocriadas selectas entre las que se incluyeron las tres líneas analizadas precedentemente. Se empleo un análisis de conglomerados basados en componentes del rendimiento como: Altura de Espiga, Altura de Planta, Diámetro de Espiga, Longitud de espiga, Número de Hileras, Acame de Raíz, Acame de Tallo, Diámetro de Tallo, Prolificidad, Número de ramificaciones por panoja y Relación peso grano- peso marlo.

Al analizar la Figura nº 15 , podemos percibir como al ponderar las variables mencionadas (componentes del rendimiento) y utilizarlas para conglomerar las Líneas homocigotas estudiadas se pudieron apreciar ocho grupos ( denotados por colores distintos) a partir de diferencias y similitudes encontradas en los valores obtenidos para dichas variables.

Para poder adquirir mayor practicidad y fluides en el análisis se contemplo lo expresado en el 50% del dendograma , de esta forma se pudieron apreciar tres conjuntos de Líneas y seis que presentaron mayor individualidad en su comportamiento.



**Figura nº 15.** Análisis de Conglomerados , líneas clasificadas y agrupadas a partir valores promedios correspondientes a variables como Altura de Espiga, Altura de Planta ,Diámetro de Espiga , Longitud de espiga , Rendimiento , Número de Hileras, Acame de Raíz ,Acame de Tallo , Diámetro de Tallo , Prolificidad, Número de ramificaciones por panoja y Relación peso grano- peso marlo.

En función al comportamiento de las líneas endocriadas demostrado en la Figura nº15 se pudo concretar experimentalmente a campo la obtención y evaluación de dos Híbridos experimentales llamados FCA707 y FCA601. A partir de sus rendimientos promedios y teniendo en cuenta también el comportamiento promedio de las líneas parentales se pudo estimar el porcentaje de superación esperado en la progenie con respecto al promedio de los individuos parentales.

Dichos Híbridos Experimentales fueron incluidos y analizados en el presente trabajo.

Para la obtención del Híbrido Experimental FCA707 se utilizo la cruza de las Líneas endocriadas L75A x B4 denotando el siguiente resultado esperado para su progenie.

## Nivel de Heterosis

$$\text{FCA707} = ((\text{FCA707} - ((19,22 + 19,39)/2))) / 19,305 \cdot 100$$

$$= 330,9\%.$$

Con respecto al Híbrido Experimental FCA611 el cual se obtuvo de la cruce de parentales como L71 x B4 el mismo alcanzó un porcentaje de Heterosis superando al promedio de los padres detallado a continuación.

## Nivel de Heterosis

$$\text{FCA611} = ((\text{FCA611} - ((21,44 + 19,39)/2))) / 20,42 \cdot 100$$

$$= 341,2\%.$$

De este modo podemos explicar la gran diferencia en variables como Rendimiento que se ocasionó al combinar dos líneas parentales previamente seleccionadas generando la gran superioridad en la progenie esperada (Híbrido) sobre el promedio de los reproductores. Este conocimiento se denomina Vigor Híbrido.

Utilizando los resultados obtenidos en la Figura nº15 se pudo apelar a sugerir futuros cruzamientos entre Líneas Homocigotas con mejores comportamientos y pertenecientes a grupos distantes (Ej. 83A x CIM04 , B4 x CIM06, L11 x CIM02, etc. ), lo que permitiera mayores probabilidades de encontrar en su progenie resultante valores superiores al de los progenitores debido a las diferencias existentes entre estos. Mientras mayor diferencia exista entre las Líneas parentales mayor será por lo tanto la probabilidad de alcanzar un elevado nivel de Heterosis, obtenido de esta forma Híbridos con un potencial de rendimiento superior.



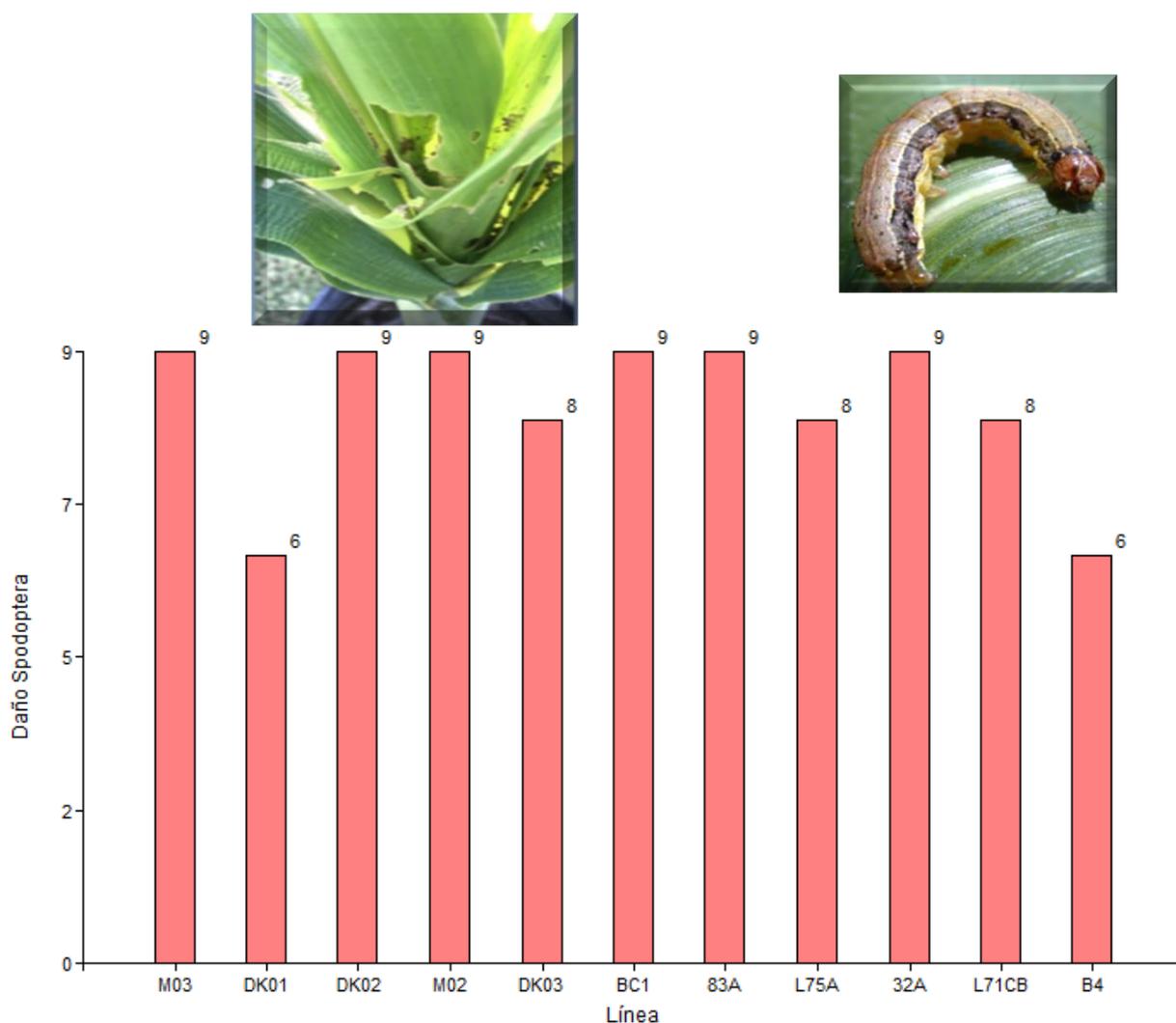
**Imagen nº 1.** Expresión del Vigor Híbrido en Maíz. Comparación entre Híbridos obtenidos y sus respectivas Líneas parentales.

# EVALUACIÓN DE DAÑOS OCACIONADOS POR ENFERMEDADES E INSECTOS

## Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

En la Figura nº 16, podemos apreciar que las Líneas Endocriadas evaluadas presentaron niveles promedio de daño con valores entre 6 y 9. Se llevó a cabo la medición siguiendo una escala de daño (VER ANEXO, Tabla nº 9).

La Línea Endocriada DK01 presentó la menor puntuación promedio de daño (6), generada por dicho insecto durante los periodos de evaluación (2013, 2014 y 2015). Es decir, que dicho material contó con la mayor resistencia a *Spodoptera frugiperda*.



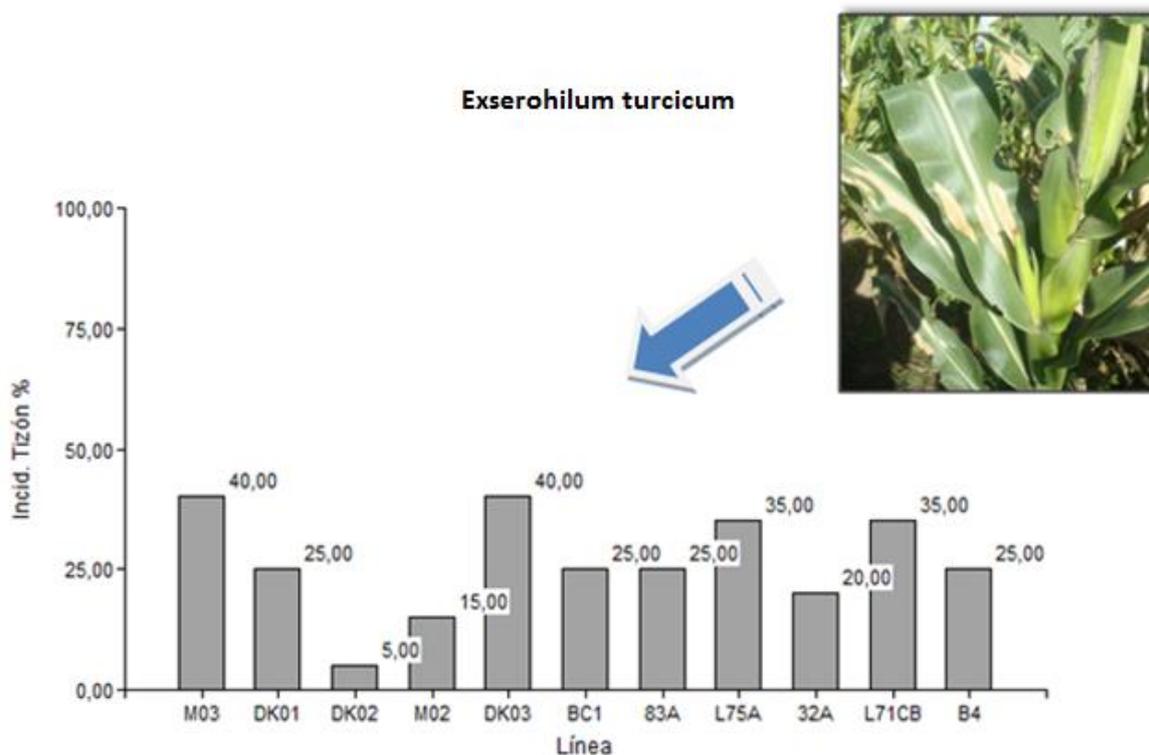
**Figura nº 16.** Nivel de daño promedio causado por *Spodoptera frugiperda* sobre Líneas endocriadas de Maíz durante los periodos 2013, 2014 y 2015.

## Tizón del Maíz (*Exserohilum turcicum*)

### Incidencia

Durante los periodos de evaluación correspondientes a los años 2013, 2014 y 2015 se constató la incidencia del patógeno *Exserohilum turcicum* vulgarmente conocido como Tizón del Maíz con niveles de incidencia entre 5 y 40 % de plantas afectadas.

De esta manera podemos mencionar que aquella Línea denominada DK02 presento la menor Incidencia del patógeno (5%) promediando los años transcurridos en dicha evaluación, por lo tanto presentando de este modo una mayor resistencia al agente causal en cuestión. Figura nº 17.

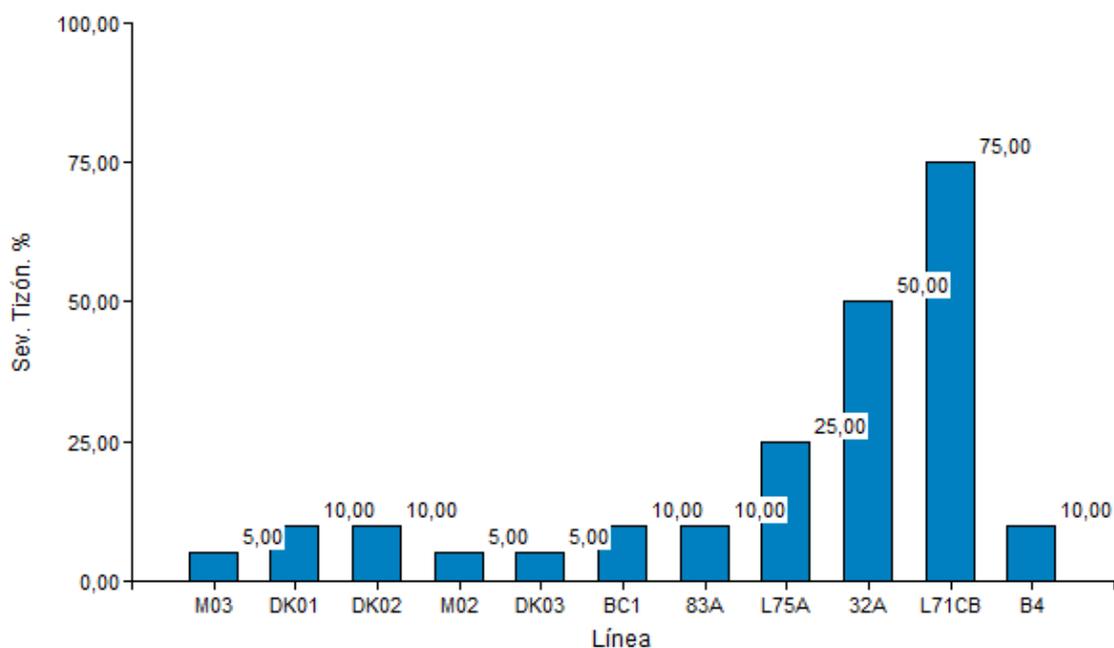


**Figura nº 17.** Porcentajes promedios de Incidencia para *Exserohilum turcicum* sobre Líneas endocriadas de Maíz para los periodos 2013,2014 y 2015.

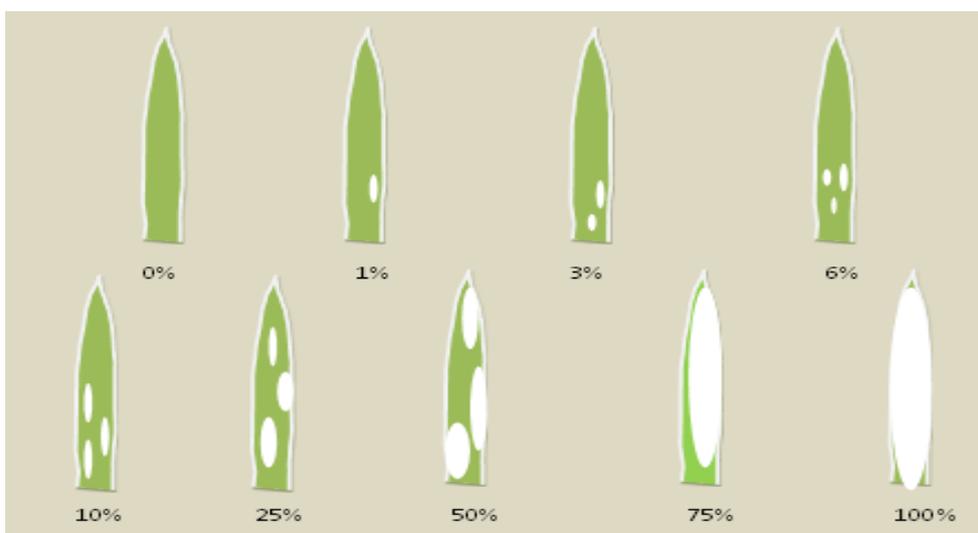
## Severidad

Con respecto a la severidad que ocasionó *Exserohilum turcicum* sobre las Líneas endocriadas se pudo terminar que los porcentajes promedios correspondientes a los periodos de evaluación (2013, 2014 y 2015) fueron entre 5 y 75% de tejido foliar afectado.

Aquellas Líneas endocriadas denominadas como M03, M02 y DK03 expresaron la mayor resistencia al patógeno en cuestión debido a que presentaron el menor porcentaje promedio de severidad (5%). Figura nº 18.



**Figura nº 18.** Porcentajes promedios de Severidad para *Exserohilum turcicum* sobre Líneas endocriadas de Maíz para los periodos 2013,2014 y 2015.



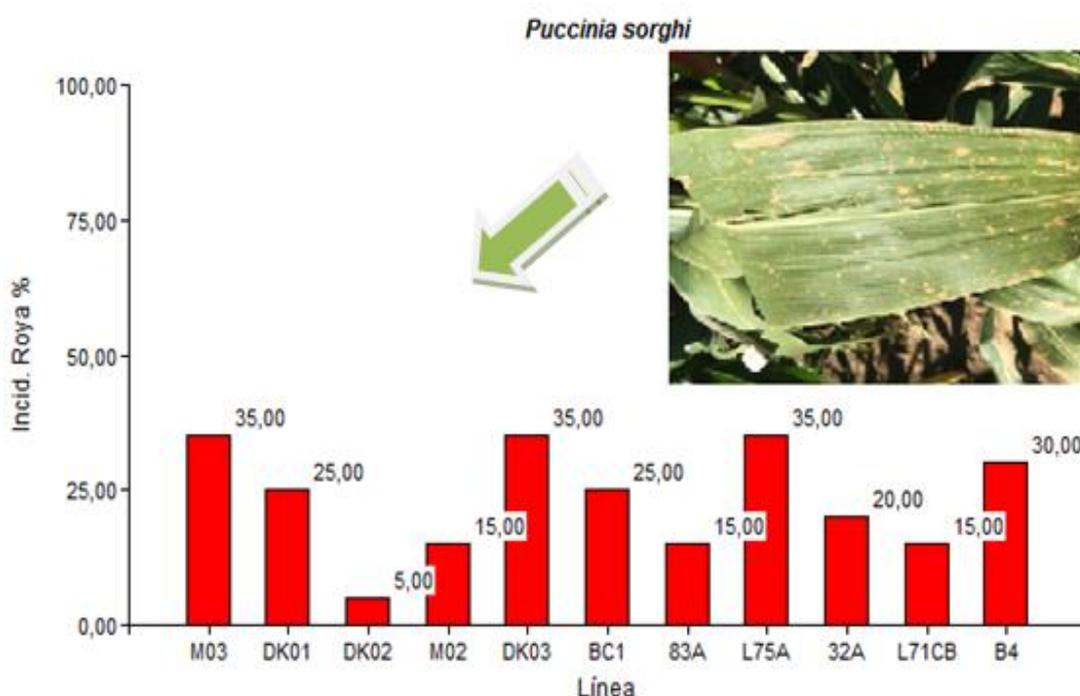
**Imagen nº 2.** Escala Sintomática foliar para *Exserohilum turcicum*.Determinación de Severidad.

## Roya del Maíz (Puccinia sorghi)

### Incidencia

Al analizar la Figura nº 19 podemos percibir que los porcentajes promedios para los años de evaluación (2013, 2014, y 2015.) con respecto a la incidencia de Puccinia sorghi sobre las Líneas endocriadas en estudio mostraron valores entre 5 y 35% de plantas afectadas.

Con estos resultados obtenidos podemos establecer que aquella Línea endocriada denominada como DK02 presento la mayor resistencia al patógeno en cuestión, dicha característica reflejada por el menor porcentaje de incidencia demostrado (5%).

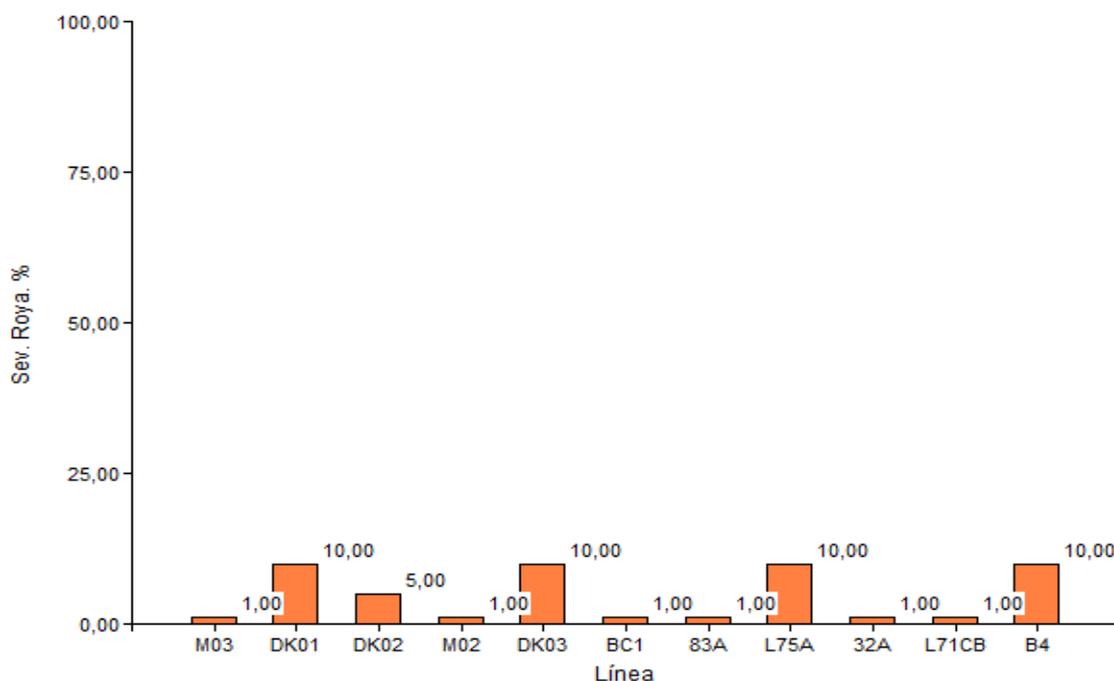


**Figura nº 19.** Porcentajes promedios de Incidencia para Puccinia sorghi sobre Líneas endocriadas de Maíz para los periodos 2013,2014 y 2015.

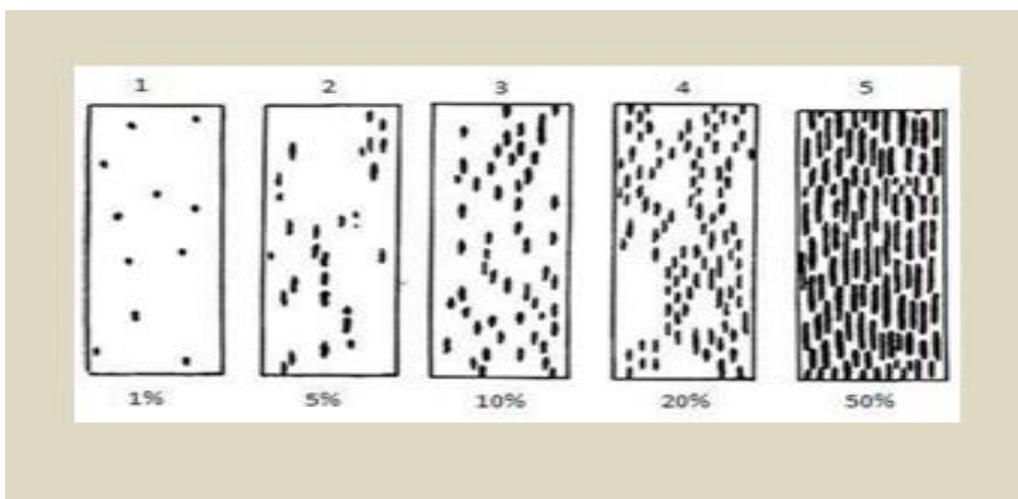
## Severidad

En función a lo expresado en la Figura nº 20, podemos destacar que los porcentajes promedios que se obtuvieron durante los periodos 2013, 2014 y 2015 con respecto a la Severidad de Puccinia sorghi sobre las Líneas Endocriadas en estudio, presentaron valores entre 1 y 10% de tejido foliar afectado por dicho patógeno.

Es importante destacar que aquellas Líneas denominadas M03, DK 02, BC1, 83A, 32A y L71CB presentaron la mayor resistencia a Puccinia sorghi la misma reflejada por sus menores porcentajes de severidad (1%).



**Figura nº 20.** Porcentajes promedios de Severidad para Puccinia sorghi sobre Líneas endocriadas de Maíz para los periodos 2013,2014 y 2015.



**Imagen nº 3.** Escala Sintomática foliar para Puccinia sorghi. Determinación de Severidad.

## **CONCLUSIÓN**

Los cultivares obtenidos por selección en ambientes de siembra tardía, presentaron un potencial de rendimiento similar o superior a cultivares comerciales desarrollados para ambientes de siembra temprana.

Estos resultados brindan buenas perspectivas para el mejoramiento genético de maíz, en adaptación específica a siembras tardías condición la cual se ha visto necesaria debido a las variaciones ambientales con principal influencia de las precipitaciones.

En base a lo expuesto es necesario seleccionar las líneas parentales y los híbridos obtenidos a partir de ellas, en ambientes de siembra tardía para tener una alta eficiencia en la obtención de cultivares superiores. En otras palabras es necesario considerar a la siembra tardía como un ambiente diferente al de siembras tempranas, por lo que la selección debe realizarse en ese ambiente y no probando cultivares desarrollados para otras condiciones ambientales

El mejoramiento genético vegetal es una herramienta crucial para el mundo ya que permite ampliar la potencialidad productiva de las especies en múltiples ambientes y escenarios logrando de esta forma dar respuesta a las necesidades de los productores del presente y también del futuro por lo tanto esta actividad no es estática, es necesario innovar y moverse con fluidez en estas situaciones cambiantes de la actividad agropecuaria.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue posible gracias a la tutoría, participación y gran compromiso del Ing. Agr. Dr. Carlos A. Biasutti.

El mismo fue realizado en el marco del proyecto de investigación: Mejoramiento genético de maíz para adaptación a siembras tardías en la zona semiárida de la Provincia de Córdoba, U.N.C, 2014-2017.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Balzarini M. G., Di Rienzo J. A. InfoGen Versión 2016. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.info-gen.com.ar>
- Biasutti, C. A., Nazar, M. C., de la Torre, M. V., Villarreal, M. A., Quiroga, N., Conrero, J. M. & Peiretti, D. A., 2012. Mejoramiento genético en maíz (*Zea mays* L.) para adaptación a condiciones semiáridas: de poblaciones a híbridos. V Jornadas Integradas de Investigación y Extensión. F.C.A. - U.N.C.
- Dekalb, 2010. Boletín Técnico nro.14. Maíz Tardío y de Segunda. Edición nro. 1. [www.dekalb.com.ar](http://www.dekalb.com.ar).
- Eyhérbide, G., H., 2012. Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz. INTA, 297 pp.
- Lenardón M., Francisco V., Obligado R., Jorge V., Mercáu L., Angelli A., Peñafort C., Resch G.2012., Maíz tardío en el sur de Córdoba. CREA, 6 pp.
- Otegui, M.E. & S. Melón, 1997. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize: I. Sowing date effects. *Crop Science*. 37:441-447.

# **INDICADORES DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y SUSTENTABILIDAD**

## **ESTRATEGIA Y ALCANCE (1, 18,23, 38, 37,35)**

El trabajo tiene como eje característico permitir la sustentabilidad del sistema mediante la adopción de alternativas que disminuyan el riesgo generado por variaciones en las precipitaciones y demás condiciones ambientales. La alternativa en este caso, es la adopción de cultivares adaptados a siembras tardías.

Estos cultivares también permiten reducir la necesidad externa de insumos y ampliar el rango de alcance geo-social de los mismos. Para lo cual será necesario evaluar el avance y la adopción de estas nuevas tecnologías por parte de los productores de la comunidad como así también el grado de aceptación por parte de los mismos.

Esta investigación también puede ser trasladada a diferentes tipos de cultivos y variedades permitiendo así a todos los miembros de las comunidades, indistintamente de su posición geográfica, satisfacer el derecho a la seguridad alimenticia a partir de cultivar especies adaptadas a sus condiciones ambientales presentes.

## **PRACTICAS OPERACIONALES Y DE GESTIÓN (11)**

Durante la experimentación a campo se garantizo igualdad de condiciones de competencia entre los híbridos y líneas endocriadas utilizadas. Esto se llevó a cabo mediante el diseño de bloques completamente aleatorizados que permitió alcanzar la equidad de condiciones mencionadas además de las edafo-climáticas presentes y a su vez con fines de ampliar los ambientes de evaluación dichas prácticas se llevaron a cabo durante los años 2013, 2014 y 2015.

## **RELACIÓN MEDIOAMBIENTAL (41, 42, 43, 26, 19, 44, 30,40)**

La utilización de cultivares adaptados a siembras tardías permiten alcanzar resultados favorables, lo cual es indispensable para lograr la estabilidad-sustentabilidad del sistema y permitir mejorar la calidad de vida del productor.

Esto es debido a que dichos Híbridos obtenidos permitirán lograr buenos rendimientos con menores requerimientos en insumos, brindarán la posibilidad de producir en condiciones menos favorables para el cultivo y presentarán una gran adaptación a situaciones contrarrestantes como el ataque de enfermedades e insectos generando una menor dependencia en aplicaciones de productos fitosanitarios lo cual permitirá mejorar índices económicos de la empresa , proteger razonablemente la biodiversidad existente y reducir los riesgos de contaminación ambiental.

## PÚBLICO DE INTERES

Las prácticas y resultados obtenidos en el presente trabajo son de vital importancia para productores no solo pertenecientes a la región semi-árida de Córdoba si no a todos aquellos que realicen producción de Maíz, ya que dichos conocimientos son muy útiles a la hora de elegir el cultivar adecuado a cada unidad productiva.

También es importante mencionar que para un Ingeniero Agrónomo será fundamental conocer cada unas de las posibilidades presentes a nivel mercado para de esta manera asesorar correctamente a los productores agropecuarios.

Además del público objetivo, también es de vital interés citar aquellas personas, empresas y demás actores sociales que son partícipes y que por lo tanto están vinculados a esta actividad y a sus resultados. Estos actores son:

- **Empresas productoras de semillas:** Las mismas serán beneficiadas debido a una mayor diversidad de cultivares ofrecidos a nivel mercado.
- **Universidades y otras entidades educativas:** Dichas prácticas serán muy bien recibidas en el ámbito educacional ya que permitirán inculcar en las generaciones futuras la amplia diversidad genética a la cual se puede llegar a partir del Mejoramiento Genético.
- **Comunidad:** Estas actividades sin dudas, serán una gran fuente de trabajo para los habitantes de las comunidades.
- **Transporte:** Esta vocación será beneficiada ya que no solo permitirá aumentar las cantidades transportadas si no también incrementar la distribución geográfica sobre la cual se desarrollará.
- **ONG'S y Comedores comunitarios:** Al poder cultivar en una mayor cantidad de ambientes, esta actividad permitirá obtener mayor cantidad y diversidad de alimentos para brindar apoyo a sectores marginados.
- **Nación:** Los resultados de esta actividad permitirán incrementar la producción en toda la superficie nacional, logrando de este modo mayores exportaciones de materias primas, mayor exportación de productos elaborados e incrementar la satisfacción y cumplimiento del derecho a la Seguridad Alimentaria.
- **Otros sistemas productivos:** Al favorecer la preservación de la diversidad biológica por la menor necesidad de insumos, este tipo de producción permitirá reducir impactos negativos en sistemas aledaños.
- **Sistemas de Autosuficiencia:** Dichos recursos obtenidos permitirán lograr una mayor estabilidad en lo que respecta a la producción de alimentos para autoconsumo.
- **Centros de Investigación:** Este desarrollo dará lugar a numerosos proyectos de investigación, por lo que permitirá ampliar la gama de variantes genéticas respondiendo a diferentes situaciones.

# ANEXO

**Tabla nº 3. Medidas Resumen Líneas Endocriadas.**

**Medidas resumen**

Línea	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx
B4	Rto qq/ha	6	19,39	6,50	33,54	13,64	32,20
L71	Rto qq/ha	6	21,44	7,01	32,69	14,00	33,60
L75	Rto qq/ha	6	19,22	6,60	34,34	14,50	32,00

**Tabla nº 4. ANAVA Líneas Endocriadas.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rto qq/ha	18	0,86	0,41	24,59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	596,07	13	45,85	1,89	0,2828
Línea	18,33	2	9,17	0,38	0,7071
Año	160,88	2	80,44	3,32	0,1412
Bloque	28,70	1	28,70	1,19	0,3375
Línea*Año	190,70	4	47,67	1,97	0,2640
Línea*Bloque	103,88	2	51,94	2,14	0,2328
Año*Bloque	93,57	2	46,79	1,93	0,2587
Error	96,87	4	24,22		
Total	692,94	17			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=7,88845

Error: 24,2174 gl: 4

Línea	Medias	n	E.E.
L75	19,22	6	2,01 A
B4	19,39	6	2,01 A
L71	21,44	6	2,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=7,88845

Error: 24,2174 gl: 4

Año	Medias	n	E.E.
2013	16,72	6	2,01 A
2015	19,37	6	2,01 A
2014	23,96	6	2,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,44089

Error: 24,2174 gl: 4

Bloque	Medias	n	E.E.
1	18,75	9	1,64 A
2	21,28	9	1,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Tablan<sup>95</sup>. ANAVA Líneas Endocriadas x Ambiente.

### Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2013	Rto qq/ha	6	0,99	0,98	1,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,50	3	4,50	67,63	0,0146
Línea	12,27	2	6,14	92,24	0,0107
Bloque	1,22	1	1,22	18,40	0,0503
Error	0,13	2	0,07		
Total	13,63	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,10969

Error: 0,0665 gl: 2

Línea Medias n E.E.

L75	14,75	2	0,18	A
L71	17,30	2	0,18	B
B4	18,11	2	0,18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,90606

Error: 0,0665 gl: 2

Bloque Medias n E.E.

2	16,27	3	0,15	A
1	17,17	3	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Año	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2014	Rto qq/ha	6	0,40	0,00	38,18

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	110,03	3	36,68	0,44	0,7501
Línea	109,67	2	54,84	0,66	0,6040
Bloque	0,36	1	0,36	4,3E-03	0,9536
Error	167,27	2	83,64		
Total	277,30	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=39,34896

Error: 83,6362 gl: 2

Línea Medias n E.E.

L75	18,40	2	6,47	A
B4	24,67	2	6,47	A
L71	28,80	2	6,47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=32,12829

Error: 83,6362 gl: 2

Bloque Medias n E.E.

2	23,71	3	5,28	A
1	24,20	3	5,28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Año	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2015	Rto qq/ha	6	0,86	0,65	21,09

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	207,78	3	69,26	4,15	0,2001
Línea	87,09	2	43,54	2,61	0,2769
Bloque	120,69	1	120,69	7,24	0,1148
Error	33,35	2	16,67		
Total	241,12	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=17,56908

Error: 16,6735 gl: 2

Línea Medias n E.E.

B4 15,39 2 2,89 A

L71 18,21 2 2,89 A

L75 24,50 2 2,89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=14,34509

Error: 16,6735 gl: 2

Bloque Medias n E.E.

1 14,88 3 2,36 A

2 23,85 3 2,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla nº 6. Medidas Resumen Híbridos.**

**Medidas resumen**

Híbrido	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
E806	Rto qq/Ha	6	86,62	2,07	2,39	83,27	89,42
FCA 611	Rto qq/Ha	6	90,08	6,17	6,85	84,75	99,62
FCA 701	Rto qq/Ha	6	99,37	10,70	10,77	88,50	116,35
FCA 703	Rto qq/Ha	6	95,97	10,10	10,52	88,25	113,08
FCA 704	Rto qq/Ha	6	105,62	5,23	4,95	96,20	109,81
FCA 707	Rto qq/Ha	6	83,18	10,42	12,53	71,15	97,00
P30	Rto qq/Ha	6	108,42	11,23	10,35	95,37	119,60
PM114	Rto qq/Ha	6	89,51	6,68	7,46	84,62	101,75

## Tabla nº 7. ANAVA Híbridos.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rto qq/Ha	48	0,97	0,89	4,12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6075,41	33	184,10	12,05	<0,0001
Híbrido	3462,17	7	494,60	32,37	<0,0001
Bloque	140,15	1	140,15	9,17	0,0090
Año	323,50	2	161,75	10,59	0,0016
Híbrido*Bloque	636,79	7	90,97	5,95	0,0023
Híbrido*Año	1496,33	14	106,88	7,00	0,0004
Bloque*Año	16,47	2	8,23	0,54	0,5950
Error	213,88	14	15,28		
Total	6289,29	47			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,84002

Error: 15,2773 gl: 14

Híbrido Medias n E.E.

Híbrido	Medias	n	E.E.	
FCA 707	83,18	6	1,60	A
E806	86,62	6	1,60	A B
PM114	89,51	6	1,60	B
FCA 611	90,08	6	1,60	B
FCA 703	95,97	6	1,60	C
FCA 701	99,37	6	1,60	C
FCA 704	105,62	6	1,60	D
P30	108,42	6	1,60	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,42001

Error: 15,2773 gl: 14

Bloque Medias n E.E.

Bloque	Medias	n	E.E.	
2	93,14	24	0,80	A
1	96,55	24	0,80	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,96389

Error: 15,2773 gl: 14

Año Medias n E.E.

Año	Medias	n	E.E.	
2013	92,32	16	0,98	A
2014	93,81	16	0,98	A
2015	98,41	16	0,98	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## Tabla nº 8. ANAVA Híbridos x Ambiente.

### Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2013	Rto qq/Ha	16	0,71	0,38	8,33

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1021,04	8	127,63	2,16	0,1631
Híbrido	1007,79	7	143,97	2,44	0,1314
Bloque	13,25	1	13,25	0,22	0,6502
Error	413,49	7	59,07		
Total	1434,53	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=18,17388

Error: 59,0705 gl: 7

Híbrido	Medias	n	E.E.	
FCA 707	84,00	2	5,43	A
FCA 611	86,28	2	5,43	A B
E806	86,75	2	5,43	A B
PM114	88,28	2	5,43	A B
FCA 703	89,03	2	5,43	A B
FCA 701	94,05	2	5,43	A B C
FCA 704	102,66	2	5,43	B C
P30	107,49	2	5,43	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=9,08694

Error: 59,0705 gl: 7

Bloque	Medias	n	E.E.	
2	91,41	8	2,72	A
1	93,23	8	2,72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Año	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2014	Rto qq/Ha	16	0,86	0,70	5,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1313,80	8	164,23	5,37	0,0196
Híbrido	1254,94	7	179,28	5,86	0,0163
Bloque	58,87	1	58,87	1,92	0,2080
Error	214,20	7	30,60		
Total	1528,00	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=13,08049

Error: 30,6002 gl: 7

Híbrido Medias n E.E.

PM114	84,71	2	3,91	A
FCA 611	86,28	2	3,91	A
E806	86,75	2	3,91	A
FCA 703	90,53	2	3,91	A
FCA 701	91,55	2	3,91	A
FCA 707	94,00	2	3,91	A
FCA 704	107,66	2	3,91	B
P30	108,99	2	3,91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,54024

Error: 30,6002 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

2	91,89	8	1,96	A
1	95,73	8	1,96	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Año	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2015	Rto qq/Ha	16	0,93	0,84	5,73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2780,28	8	347,53	10,91	0,0025
Híbrido	2695,78	7	385,11	12,09	0,0020
Bloque	84,50	1	84,50	2,65	0,1474
Error	222,98	7	31,85		
Total	3003,25	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=13,34574

Error: 31,8538 gl: 7

Híbrido Medias n E.E.

FCA 707	71,54	2	3,99	A
E806	86,35	2	3,99	B
PM114	95,55	2	3,99	B C
FCA 611	97,70	2	3,99	B C
FCA 704	106,54	2	3,99	C D
FCA 703	108,37	2	3,99	C D
P30	108,79	2	3,99	C D
FCA 701	112,50	2	3,99	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,67287

Error: 31,8538 gl: 7

Bloque Medias n E.E.

2	96,12	8	2,00	A
1	100,71	8	2,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla nº 9. Escala para medición de daño Spodoptera frugiperda.**

0	Sin daños visible en hojas.
1	Daños del tamaño de un orificio de aguja (pinhole).
2	Daños del tamaño de un orificio de aguja y del tipo circular de alrededor de 1 cm (shothole).
3	Lesiones elongadas pequeñas (5-10 mm) en 1 a 3 hojas).
4	Lesiones medianas (10 – 30 mm) en 4 a 7 hojas.
5	Lesiones elongadas grandes (>30 mm) o pequeñas porciones de la hoja comidas en 3 a 5 hojas.
6	Lesiones elongadas grandes (>30 mm) y grandes porciones de la hoja comidas en 3 a 5 hojas.
7	Lesiones elongadas (>30 mm) y grandes porciones de hojas comidas en el 50% de las hojas.
8	Lesiones elongadas (>30 mm) y grandes porciones de hojas comidas en el 70% de las hojas.
9	Cogollos y hojas destruidas en un 70% o más.