

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**



“trabajo final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN CULTIVARES DE MAIZ PISINGALLO**

*(Zea mays var. Oryzae)* BAJO FERTILIZACION

**ALUMNO: GUSTAVO ARIEL CUFRE  
DNI: 28420868**

**DIRECTOR: Ing. Agr.MSc. Liliana E. Grosso  
CO-DIRECTOR: Ing. Agr. RINAUDO PEDRO**

**Río Cuarto- Córdoba  
2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN CULTIVARES DE MAIZ  
PISINGALLO (*Zea mays var. Oryzae*) BAJO FERTLIZACION**

**Autor: Cufre, Gustavo, Ariel**

**DNI: 28.420.868**

**Director: Ing. Agr.MSc. Grosso, Liliana.**

**Codirector: Ing. Agr. Rinaudo, Pedro**

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

**Ing. Agr. Sergio González** .....

**Ing. Agr. José R. Marcelino** .....

**Ing. Agr. Liliana Grosso** .....

**Fecha de presentación:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Aprobado por Secretaría Académica:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Secretario Académico**

## INDICE GENERAL

	Pagina
Certificado de aprobación	II
Índice general	III
Índice de tablas y figuras	IV
Resumen	V
Summary	VI
Introducción	1
Zonas de producción	2
Antecedentes	4
Hipótesis	7
Objetivos	7
Materiales y métodos	8
Resultados y conclusión	13
Numero de plantas a cosecha	13
Prolificidad	13
Rendimiento	15
Grado de expansión de los granos	16
Conclusión	17
Apreciaciones finales	17
Bibliografía	18

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Pagina
Tabla 1. Campañas agrícolas de maíz pisingallo.	2
Figura 1. Temperaturas mínimas, máximas y medias de la campaña 2004-2005 en la localidad de Río Cuarto.	8
Figura 2. Temperatura y precipitaciones, durante las etapas de siembra y floración.	9
Figura 3. Precipitación media mensual, período 2004-2005 y precipitaciones medias mensuales históricas.	10
Tabla 2. Datos de análisis de suelo.	11
Tabla 3: Densidad ( $\text{pl ha}^{-1}$ ) a cosecha y eficiencia de plantación (%) en híbridos de maíz pisingallo.	13
Tabla 4. Número promedio de espigas por planta de los híbridos de maíz pisingallo.	14
Figura 4. Rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) con tres niveles de fertilización en tres híbridos de maíz pisingallo.	15
Tabla 5 Rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y coeficiente de variación (%) de híbridos de maíz pisingallo.	15
Tabla 6. Grado de expansión del grano ( $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ ) de híbridos de maíz pisingallo.	17

## RESUMEN

El maíz pisingallo o "pop Corn" para los productores agrícolas se presenta como una alternativa de diversificación agrícola ya que este cultivo cumple con las mismas cualidades que un maíz convencional. Pese a su baja difusión por parte del área de extensión, hay algunas zonas donde el maíz pisingallo es cultivado en gran proporción. En la Argentina el principal destino de la producción es la exportación, ya que en este país el consumo es poco. En lo que respecta a los manejos culturales del cultivo no difiere mucho del maíz convencional, solo hay que tener unos parámetros determinados como es la densidad, también la fertilización juega un rol importante por ello, se realizó un trabajo de investigación en la localidad de Río Cuarto provincia de Córdoba mas precisamente en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto. El objetivo de evaluar el rendimiento de cultivares de Maíz pisingallo con tres tratamientos distintos de fertilización, donde se determino, números de plantas a cosecha, prolificidad y rendimiento de los cultivares Poper 42, Poper 45 y Purdue 608. El diseño del experimento fue un factorial en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados fueron analizados mediante un estudio de ANAVA y de comparación de medias por el test de Duncan ( $p= 0,05$ ) para cada una de las variables, utilizando el programa estadístico INFOSTAT. El resultado arrojó que no hubo diferencias significativas en el rendimiento entre los cultivares y los tratamientos.

Palabras claves: Maíz pisingallo, rendimiento, fertilización.

## SUMMARY

The popcorn or "Pop Corn" is presented as an agricultural alternative to diversification for agricultural producer, because of de crop meet the same qualities of a conventional corm, despite its small diffusion area. In contrast, there are some areas where pop corn is grown in large.

In Argentina the main destination of production is for export, because the country consumption is low. With respect to cultural practices, the crop did not differ so much of conventional maize. Only few parameters, such as the density and fertilization, play an important role in yield. In order to study the incidence of these variables, a research study was carried out in the Rio Cuarto city, Province of Córdoba. Plots were installed in the Experimental Field of the Universidad Nacional de Río Cuarto.

Objective was to evaluate the yield of pop corn hybrids with three fertilization levels and using three cultivars: Poper 42, Poper 45 and Pordue 608. Number of plants, prolificacy and yield were determined at harvest time.

The experimental design was a factorial randomize complete block with three replications. Results were analyzed by ANOVA study, and comparison of means by Duncan's test ( $p=0.05$ ) for each variable, by using the statistical program Infostat. Results indicated that no significant differences in yield among cultivars and treatments were found results indicated that no significant differences in yield between cultivars and treatments.

Keywords: popcorn, yield, fertilization.

# **EVALUACION DEL RENDIMIENTOS EN CULTIVARES DE MAIZ PISINGALLO (*Zea mays var. Oryzaea*) BAJO FERTILIZACION**

## **INTRODUCCION**

En 1948 en cuevas de murciélagos de Nuevo México se hallaron palomitas de maíz, que fueron datadas del 3600 a. C.

En México en las ciudades prehispánicas se vendían a granel como leguminosas. Se preparaban en el momento, introduciendo maíz en ollas de barro muy caliente, o poniendo granos sobre ceniza ardiente.

En Perú, las culturas preincaicas ya elaboraban palomitas de maíz bastante antes de la llegada de los españoles, al haberse encontrado en tumbas restos de ellas con 1000 años de antigüedad.

Arqueólogos también encontraron ollas para palomitas de maíz perteneciente a la cultura Mochica que datan de 300 D.C.

En 1492, Cristóbal Colón notó que los aborígenes americanos hacían sombreros y corpiños con palomitas de maíz, que vendían a los marineros.

Alrededor del año 1612, los explotadores franceses documentaron que los indios iroqueses hacían explotar maíz en potes de arcilla, utilizando arena ardiente. También informaron que durante una cena iroquesa, se consumía cerveza y sopa hechas a partir de palomitas de maíz.

Los primeros colonos estadounidenses comían palomitas de maíz en el desayuno, con azúcar y crema.

En 1885, Charles Cretors (de Chicago, EEUU.) patentó la máquina comercial para fabricar palomitas de maíz. La costumbre de comer palomitas de maíz en los cines se puso de moda en los Estados Unidos desde 1912 (POPCORN, 2008).

El maíz pisingallo o "pop Corn" se presenta como una alternativa novedosa de diversificación agrícola para el productor de maíz tradicional, su cultivo no se tiene en cuenta por falta de conocimiento y una baja fomentación del mismo por parte del área de extensión (SAGPyA, 2004).

Como país productor, Argentina ocupa actualmente a nivel mundial el segundo lugar, a continuación de los Estados Unidos. En orden decreciente de importancia le siguen Brasil y Sudáfrica (SAGPyA, 2004).

Una alta proporción de la producción nacional tiene como destino final la exportación, quedando un remanente poco significativo para el mercado interno. El consumo interno presenta una tasa de crecimiento elevada. Ello ha sido favorecido por la promoción del producto encarada por empresas privadas, a través de la apertura de bocas de expendio (fijas o móviles) en sitios estratégicos en las principales ciudades, bajo diferentes formas de presentación del

producto.

**Tabla 1.** Campañas agrícolas de maíz pisingallo.

<b>Campaña</b>	<b>ha sembradas</b>	<b>toneladas</b>
88/89	800	2.000
89/90	1100	3.000
90/91	1900	5.000
91/92	3000	8.000
92/93	4.600	12.000
93/94	9.600	25.000
94/95	14.200	37.000
95/96	18.400	48.000
96/97	46.000	115.000

### **Zonas de producción:**

Si bien potencialmente su cultivo se adapta a la totalidad de las regiones maiceras, en la actualidad se pueden diferenciar tres zonas de producción claramente definidas:

- 1.- Núcleo Maicera: abarca norte y oeste de la provincia de Buenos Aires.
- 2.- NOA: Presenta una zona donde el cultivo se desarrolla con mayor intensidad, el área de influencia de la localidad de Las Lajitas, dentro de la Región Agroecológica conocida como "Umbral al Chaco".
- 3.- Sudeste de Buenos Aires: la implantación del cultivo se realiza principalmente en la franja costera de los partidos de Lobería, Necochea, Balcarce y Gral. Pueyrredón.

Otras provincias en las que se suele sembrar, aunque en una ínfima proporción, son Santa Fe, Entre Ríos, Córdoba, Tucumán y Misiones.

En lo que respecta a producción, el maíz pisingallo, como todo cultivo de maíz, el rendimiento es el resultado de la producción de biomasa por vía fotosintética a partir del aprovechamiento de la radiación solar, y de la fracción de ese crecimiento que termina alojado en los granos a cosecha (Andrade *et al.*, 1996).

La planta de maíz pisingallo presenta menor foliosidad con respecto a la de un maíz común. El área foliar por planta en pisingallo sólo alcanza, en general, al 70-75% de la que tiene un maíz semidentado (Carcova *et al.*, 2003).

Esto limita su capacidad de captura de radiación cuando se lo cultiva en densidades moderadas a bajas. En este sentido, el empleo de prácticas agronómicas que mejoran la eficiencia de captura de radiación incidente tales como el aumento en la densidad de plantas y la implantación con menor distancia entre surcos de siembra (Andrade *et al.*, 2002 a) permite esperar ventajas en su rendimiento. La fracción del crecimiento total que el cultivo particiona a



los granos (índice de cosecha) está directamente relacionada con el número de granos que es capaz de fijar (Andrade *et al.*, 1996). Dicho número queda determinado por la tasa de crecimiento de la planta durante la etapa de la floración: a mayor crecimiento, mayor fijación de granos.

El rendimiento del maíz esta altamente asociado con la biomasa en la cosecha y es altamente influenciado por las condiciones ambientales y por la cantidad de recursos disponibles por planta. La relación entre rendimiento y biomasa final por planta es curvilínea en maíces comunes y se caracteriza por presentar, según el híbrido, valores variables de umbrales de biomasa para rendimiento y de plasticidad reproductiva en respuesta a variaciones en la biomasa por individuo. Existen evidencias que el maíz pisingallo presenta una menor plasticidad reproductiva que los maíces comunes. En consecuencia, disminuciones en la cantidad de recursos por planta no provocaría importantes reducciones en el rendimiento por individuo. (Vega *et al* 2004).

Aumentos en la densidad de plantas reducen el crecimiento de cada individuo y, por consiguiente, la granazón de cada planta declina, aunque el número total de granos en el cultivo se incrementa por la mayor cantidad de plantas (Mazzoni *et al.*, 1990). Entonces, en ambientes favorable (con alta disponibilidad de agua y nutrientes), el empleo de mayores densidades de siembra mejora el rendimiento por el mayor número de granos en el cultivo con ligeras reducciones en el peso del grano. Sin embargo, mayores densidades de siembra reducen la relación fuente-destino durante el período de llenado efectivo, afectando el contenido de proteína del grano y su valor de expansión (Damen *et al.*, 2003). Por lo tanto, es conveniente ser cauteloso con el manejo de la densidad de siembra en maíz pisingallo. Los mayores rendimientos se obtuvieron con densidades cercanas a las 57000 plantas. ha<sup>-1</sup> (Paszkievicz y Butzen, 2001).

El maíz pisingallo posee en su estructura genética dos características que se correlacionan en forma inversa: el grosor del tallo y la expansión, es decir, a mayor expansión, menor grosor de tallo y viceversa. Consecuentemente al seleccionar maíces de alto índice de expansión, las plantas obtenidas se caracterizan por presentar tallos débiles, favoreciendo el quebrado de las cañas (SAGPyA., 2006).

Otra característica que presentan los materiales de maíz pisingallo es su prolificidad, se la denomina en maíz como la capacidad de producir más de una espiga por planta ha sido sugerida como una propiedad que permite mejorar el rendimiento en híbridos de maíz (Valentinuz *et al.*, 2004). Sin embargo más recientemente, encontraron similares desempeño entre híbridos con distinta prolificidad cuando estos se compararon en dos sistemas de cultivo con diferentes niveles de insumos (fertilizantes, etc.) (Vega *et al.*, 2004).

Por otro lado la principal característica diferencial del grano de maíz pisingallo es su capacidad de formar grandes copos cuando el grano explota en respuesta al calor. Esta

característica es conocida como “capacidad de expansión”. Los granos de pisingallo son de pequeño tamaño y contienen una alta proporción de endosperma córneo, donde el almidón queda encapsulado en una malla proteica elástica que se expande al ser calentado hasta alcanzar la explosión (Ziegler, 2001). El maíz pisingallo produce pochoclo y los otros maíces no debido a que aquel tiene la correcta relación de tipos de endosperma córneo y harinoso, con un pericarpio suficientemente fuerte para contener convenientemente la presión interna que se genera al calentarlo hasta el límite de la explosión. El contenido de humedad del grano y el grado de integridad del pericarpio (que es el más grueso de todos los tipos de maíz conocidos (Singh *et al.*, 2004) inciden en el poder de expansión. La medida usada en la industria para caracterizar la capacidad de expansión es la cantidad de centímetros cúbicos de copos producida por unidad de peso de grano ( $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ ).

Por lo antes mencionado dos prácticas agronómicas son importante para el desarrollo óptimo de cultivo de maíz pisingallo que son la densidad de plantas y la fertilización, una buena nutrición mineral es necesaria para que los cultivos alcancen un óptimo crecimiento y buenos rendimientos. Los nutrientes del suelo son generalmente limitantes para la productividad de los cultivos, de modo que el conocimiento es clave para acceder a altos rendimientos. (Andrade *et al.*, 2002 b). El rendimiento de maíz pisingallo, como en todo cultivo de maíz, es el resultado de la producción de biomasa por vía fotosintética a partir del aprovechamiento de la radiación solar, y de la fracción de ese crecimiento que termina alojado en los granos a cosecha (Andrade *et al.*, 1996).

La fertilización, ya sea fosforada, nitrogenada y azufrada, es necesaria para que los cultivos alcancen un óptimo crecimiento y rendimientos considerables.

## ANTECEDENTES

El maíz pisingallo presenta un rendimiento promedio por hectárea a nivel país de alrededor de 3.800 kg. la superficie sembrada ha variado mucho en estos últimos tres años.

Al observar estos datos de rendimiento se han realizados varios experimentos para determinar que comportamiento tiene el maíz pisingallo a distintos niveles de fertilización ya sea en cantidad y a contenidos de nutrientes.

Los materiales estudiados en este trabajo, fueron evaluados, en el campo experimental de la EEA INTA Oliveros, donde (Castellarín, *et al.*, 2002), no encontraron diferencias estadísticamente significativos a la fertilización nitrogenada y azufrada en maíz pisingallo. Los tratamientos fueron los siguientes: testigo, F1: 60 kg ha<sup>-1</sup> de N y F2: 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; 20 kg ha<sup>-1</sup> de S.

También en la localidad de Pergamino durante la campaña 2004/05, (Ferrari *et al.*, 2004) realizaron un ensayo de respuesta a la fertilización nitrogenada-azufrada en diferentes

genotipos de maíz pisingallo. Se pudo observar que no hubo interacción entre genotipo y fertilización, si se puede mencionar que hubo un comportamiento de los mismos a la fertilización con nitrógeno sobre testigos y aun mejor comportamientos cuando la fertilización fue empleado el nutriente azufre, este mismo comportamiento se observo en trigo, cabada y maíz común.

Por lo antes observado, menciono que en la Experimental INTA Marcos Juárez, el ciclo 2003/2004, (Gudelj *et al* 2003) realizaron un ensayo en cultivo de maíz (*zea mays*), con el objetivo de evaluar la respuesta a Nitrógeno(N); en otros además el efecto del Azufre (S), del Fósforo (P).

Se concluyó que cuando se aplicaron altas cantidades de N, no hubo en los lotes evaluados respuesta a la aplicación de P. Tampoco hubo respuesta a la aplicación de S tanto cuando se comparo la respuesta media con S contra sin S, como cuando se forzó el ambiente, evaluando para las dosis altas de N. Los valores de P y S de una muestra de suelo tomada en el momento de la siembra estaban en todos los sitios por encima de los considerados críticos para este tipo de suelos. Algo para destacar es que en la dosis de 180 kg ha<sup>-1</sup> N cuando se uso S como arrancador en dos lotes evaluados se deprimió significativamente el rendimiento respecto de cuando se uso S + P como arrancador.

No hubo diferencia en rendimiento cuando se comparo la forma incorporada de aplicación de N y la superficial, excepto en un lote con mucha cantidad de residuos en superficie, donde para la dosis baja de N la forma incorporada tuvo un rendimiento significativamente superior.

Anteriormente se menciona la respuesta a la fertilización en materiales de maíz pisingallo y maíz común, (Ferrari *et al*, 2000) en la ciudad de Pergamino evaluó la aplicación de fertilizante en maíz convencional y en maíz pisingallo,

La fertilización de base consistió en la aplicación de 150 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico (12-23-0) a la siembra y 82 kg ha<sup>-1</sup> de N en el estado V6 en maíz; y de 80 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico (12-23-0) a la siembra y 75 kg ha<sup>-1</sup> de N + 9 kg ha<sup>-1</sup> S en V6 en maíz pisingallo.

Como sucediera con el maíz convencional, se observaron incrementos de rendimientos que, sin llegar a ser estadísticamente significativos, permitieron obtener entre 126 y 890 kg ha<sup>-1</sup> adicionales de grano, lo cual representa entre 3 y 20 % por sobre el testigo. Estas diferencias estuvieron determinadas, según los tratamientos, por leves incrementos en el número y peso de los granos.

La respuesta a la fertilización nitrogenada en la maíz pisingallo según los antecesores es positiva, mas aun en algunos casos es significativa, por este motivo hago referencia que (Barbosa, *et al* 2001) en la provincia de San Luís más precisamente al sur de la ciudad de Villa Mercedes, evaluó la respuesta de maíz pisingallo a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

Se pudo comprobar que no hubo respuesta a la fertilización fosforada en forma de superfosfato triple, esto se debió a los contenidos de fósforos presentes en el suelo, también se pudo observar que el tratamiento T5 comprobó una interacción positiva entre el fósforo y el nitrógeno.

Se concluyó que la respuesta del maíz pisingallo es notoria a la fertilización nitrogenada no así en fósforo.

## **HIPOTESIS**

Los cultivares del maíz pisingallo presentarán distinto comportamiento al ser fertilizados con nitrógeno, fósforo y azufre en distintas proporciones; manifestándose en el rendimiento y en el volumen de expansión de los granos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Determinar el comportamiento productivo de cultivares de maíz pisingallo (*zea maíz var. Oryzae*).

### **Objetivos específicos:**

Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada, fosforada y azufrada en los cultivares poper 42, poper 45 y pordue 608 en las siguientes variables:

- Rendimiento
- Número de plantas a cosecha
- Prolificidad
- Volumen de expansión

## MATERIALES Y METODOS

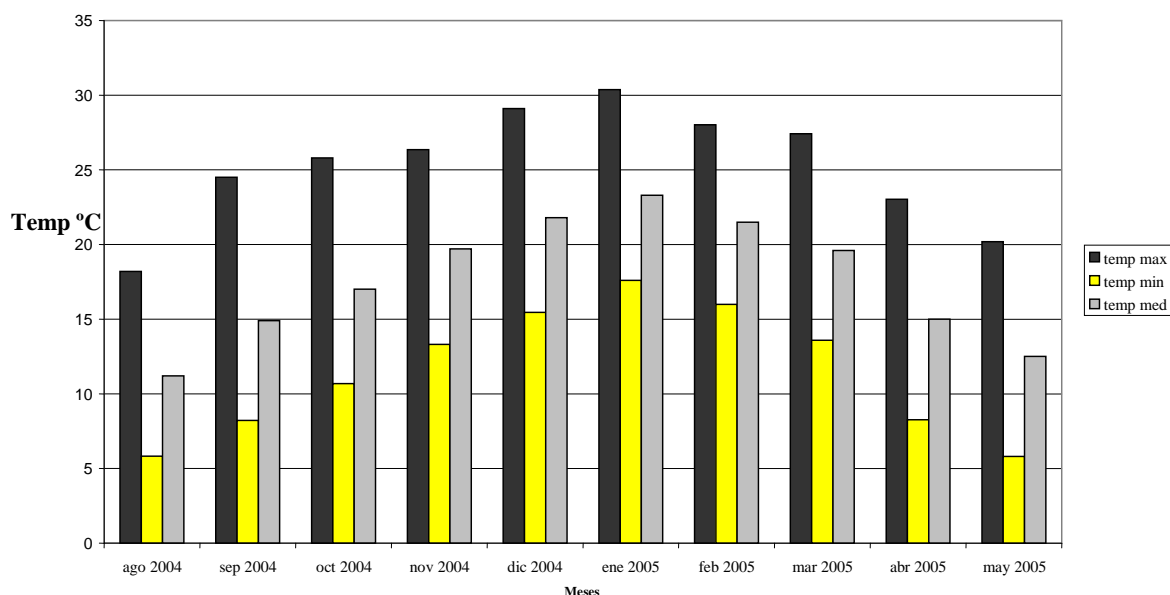
Este trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto ubicado en Ruta 36 Km. 601 de la ciudad de Río Cuarto.

La siembra se realizó sobre un lote perteneciente al campo antes mencionado, presentando una textura franco-arenosa con partes menores de limo y arcilla, perteneciendo al grupo de los haplustoles.

El lote presentaba como cultivo antecesor soja, donde posteriormente se le realizó una labranza de disco y rastra de dientes para que la superficie sea la óptima para realizar la siembra, la fecha de la misma fue el día 18 de noviembre del año 2004.

En lo que respecta a las condiciones climáticas en la que se desarrollo el cultivo, se analizó, temperaturas, mínimas, máximas y medias, como así también las precipitaciones ocurridas en la campaña.

La temperatura media anual promedio para Río Cuarto oscila entre los 15° C y 18° C, con una máxima media de 29° C. y una mínima media de 3° C. Con un período libre de heladas de aprox. 9 meses y medios. La zona presenta precipitaciones medios de 700 a 900 mm. anuales. Un clima por tanto benigno para las producciones agropecuarias, que prácticamente no tiene deficiencia anual de agua.

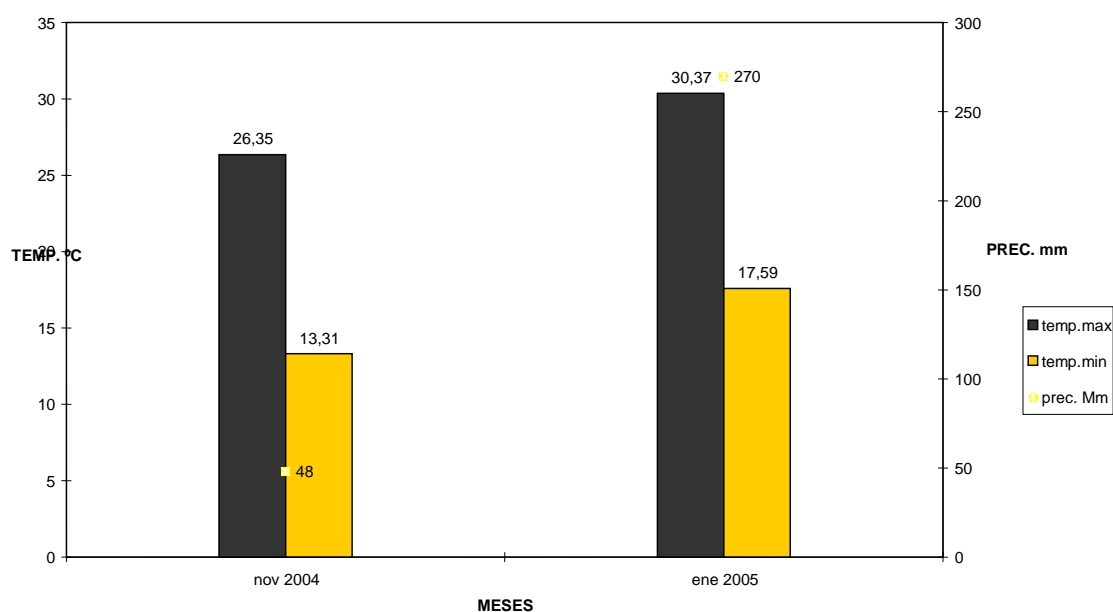


**Figura 1.** Temperaturas mínimas, máximas y medias de la campaña 2004-2005 en la localidad de Río Cuarto.

Las temperaturas mínimas y máximas medias mensuales registradas en este trabajo no difirieron de la media mensual histórica, tampoco hubo temperatura mínimas que afectaran el normal desarrollo del cultivo (heladas tardías).

La temperatura mínima inferior se registro en el mes de noviembre de 13.31 °C y la temperatura minima superior se registro en enero de 17.51 °C.

La temperatura máxima inferior se registro en noviembre (26.35 °C) y la máxima superior fue (30.37 °C) en el mes de enero. Esta aclaración cabe ya que como se ve en la siguiente figura, en el mes de noviembre se realizó la siembra y en el mes de enero se produjo la floración del cultivo.



**Figura 2.** Temperatura y precipitaciones, durante las etapas de siembra y floración.

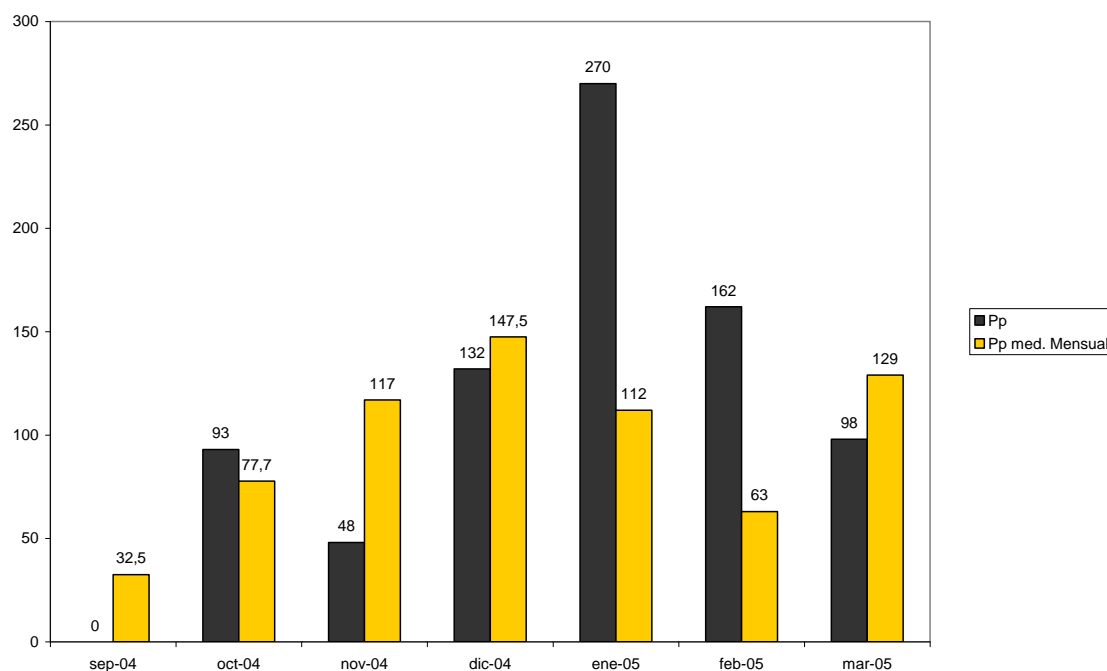
El maíz requiere una temperatura del aire entre 25 a 30 °C., elevada incidencia de luz solar y para que se produzca la germinación de la semilla se necesita una temperatura de suelo entre 15 y 20 °C.

Para la fructificación se necesitan temperaturas de 20 a 32 ° C (Andrade *et al.*, 2000 a).

En lo que respecta a las precipitaciones, la media anual estuvo dentro de los registros anuales históricos, lo importante a mencionar es que en el mes de octubre se contabilizó 93 mm y el mes de noviembre 48 mm, mes donde se realizó la siembra del ensayo, teniendo como resultado un importante stand de plantas, prácticamente un 100 % de nacimiento.

Otro mes donde fue importante la precipitación ocurrida fue en enero donde se registraron 270 mm momento que coincidió con la floración.

En este cultivo el período crítico ocurre 15 días antes y 15 días después de la floración, por lo tanto cuando ocurren período de seca en este momento se producen la disminución del rendimiento (Andrade *et al.*, 2000 b).



**Figura 3.** Precipitación media mensual, período 2004-2005 y precipitaciones medias mensuales históricas.

El diseño del experimento fue un factorial en bloques completos al azar con tres repeticiones, donde se evaluaron 3 cultivares de maíz pisingallo y dos niveles de fertilización más un testigo.

Las dimensiones de los bloques fueron de 12,6 m de ancho por 8 m de largo, cada bloque estuvo distanciado por un metro.

Los cultivares evaluados fueron los siguientes:

- ❖ **Popper 42** origen nacional
- ❖ **Popper 45** origen nacional
- ❖ **Pordue 608** origen extranjero, Estados Unidos.

Estos últimos son los más empleados, especialmente los híbridos P-608 (PURDUE 608: ecotipo liberado) y P-615 (PURDUE 615), originados en los Estados Unidos.

Los híbridos de origen nacional se pueden citar: POPPER (SURSEM), PICASU INTA y PARANA INTA.



Los niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre se efectuaron en dos proporciones, más un testigo, las mezclas de los fertilizantes estaban compuestas de la siguiente manera:

- ❖ **Fertilización 1 (F1):** 65 Kg. ha<sup>-1</sup> (13; 4; 10,14 Kg. ha<sup>-1</sup> de NPK respectivamente; 20% N, 5.75% P, 15.6% S.
- ❖ **Fertilización 2 (F2):** 50 Kg. ha<sup>-1</sup> (9; 23 Kg. ha<sup>-1</sup> de NP respectivamente; 18% N, 46% P).
- ❖ **Testigo (T):** sin fertilizar.

En cuanto al control de malezas, se realizó con una aplicación de atrazina con una dosis de 3,8 L ha<sup>-1</sup>, utilizando una mochila de pulverización.

La densidad de siembra en el experimento fue de 1 semilla cada 20 cm. a una distancia entre hileras de 52,5 cm. teniendo como objetivo una densidad de 90000 semillas por hectárea a la siembra, esta densidad se decidió en función de las buenas condiciones del ambiente de siembra y del asesoramiento recibido en el que se recomendaba que la densidad fuera la planteada, a pesar que los mejores rendimientos se han obtenido con 57000 plantas.

La fertilización se realizó en el momento de la siembra. Para determinar la proporción de fertilizantes a agregar a la siembra, se realizó un muestreo de suelo en forma de cruz (x), extrayendo 5 muestras para que sea lo mas representativo del lote, las misma se realizaron a 20cm de profundidad teniendo como resultado los siguientes:

**Tabla 2.** Datos de análisis de suelo

Profundidad (cm)	%MO	P (ppm)	N-NO3 (ppm)	NO3 (ppm)	S (ppm)	PH
0-20	1.51	13,2	19.50	86.39	5	6.35

Previo a la cosecha se tomaron algunos datos como número de plantas, humedad de grano de maíz, vuelco, quebrado, prolificidad. Luego se realizó la cosecha del cultivo en forma manual, cuando el grado de humedad del grano alcanzo los 14,5 %.

De cada tratamiento se tomaron los siguientes datos: se contó el número de plantas por metro lineal, a este dato se lo llevó a plantas por hectáreas, luego de cada planta se contabilizó el número de espigas por plantas que multiplicado por plantas por hectáreas se obtuvo espigas por hectáreas y a este ultimo dato se multiplicó por la producción por planta obteniendo el rendimiento por hectárea.

Dentro de cada estación de muestreo se analizó cada variable:

**Numero de planta a cosecha:** con una cinta métrica se contabilizó las plantas en tres metros lineales y luego se dividió por tres, dando como resultado plantas por metro lineal a cosecha y luego a este resultado se lo lleva a plantas a cosecha por hectárea.

**Peso de mil semillas:** esta variable se utilizó para determinar producción por planta, se contó mil granos y con una balanza electrónica se pesó.

**Producción por planta (espiga):** para la determinación de esta variable primero se contabilizo en número de granos por espigas, el mismo se obtiene multiplicando el número de filas e hileras de la misma. Luego a este dato se lo multiplicó por el peso de mil granos, el resultado parcial se lo multiplicó por el promedio de espigas por plantas, dando como resultado final producción por planta.

**Rendimiento:** este se determinó con los datos de plantas por hectáreas, producción por planta.

**Expansión de grano:** se sacaron muestras de los tratamientos, donde luego se los llevaron a analizar expansión. Dicha característica se realiza con una maquina de nombre comercial Cretors, donde se somete el grano a temperaturas donde se produce el reventón del grano, luego se determina la expansión con calibres particulares para la medición.

Los resultados fueron analizados mediante un estudio de ANAVA y de comparación de medias por el test de Duncan ( $p= 0,05$ ) para cada una de las variables, utilizando el programa estadístico INFOSTAT (Infostat, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### NÚMERO DE PLANTAS A COSECHA

Los resultados indicaron que no se presentó interacción entre híbrido-fertilizante en la variable número de planta a cosecha, indicando que no hubieron diferencias estadísticamente significativa.

En la tabla 3 puede observarse que el número de plantas a cosecha es marcadamente superior al que (Paszkievicz y Butzen, 2001) obtuvieron en un ensayo donde el mayor rendimiento lo obtuvieron con 57000 pl ha<sup>-1</sup> a cosecha.

La densidad de planta a cosecha es una variable muy importante, ya que como menciono anteriormente, cuando se presentan ambientes favorables para la producción, las altas densidades no perjudican el rendimiento final, y en este ensayo se plantearon densidades superiores a la obtenida por diversos investigadores, no interfiriendo en el rendimiento.

**Tabla 3:** Densidad (pl ha<sup>-1</sup>) a cosecha y eficiencia de plantación (%) en híbridos de maíz pisingallo.

Tratamiento	Poper 42	Ef. plantación	Poper 45	Ef. plantación	Pordue 608	Ef. plantación
T	81250	90,28	88392	98,21	66070	96,23
F1	87500	97,22	90178	100,20	77678	86,31
F2	86607	96,23	91071	101,19	71428	79,36

Se puede observar en T1 y en T2 que la eficiencia de plantación es superior al 100%, esto se debe a que durante la siembra el promedio de semillas por hectáreas en estos tratamientos hubieron un mayor porcentaje de simientes, debido al error humano ya que al ser sembrado con el método manual denominado escopeta, no siempre se logra una buena uniformidad, pero el porcentaje es del 1%, siendo este porcentaje no significativo como para inferir en el rendimiento.

### PROLIFICIDAD

Los resultados indicaron que no hubo interacción entre híbrido-fertilizante, pero si hubo diferencias estadísticamente significativas en los efectos principales, híbrido y fertilizante, sobre la variable prolificidad en maíz pisingallo.

El resultado de la prueba de Fisher muestra diferencias significativas entre el híbrido Poper 42 que definió 1,3 espigas por planta promedio, el híbrido Pordue 608 logró 1 espiga promedio por planta, mientras que Poper 45, definió 0,9 espigas promedio por planta.

**Tabla 4.** Número promedio de espigas por planta de híbridos de maíz pisingallo.

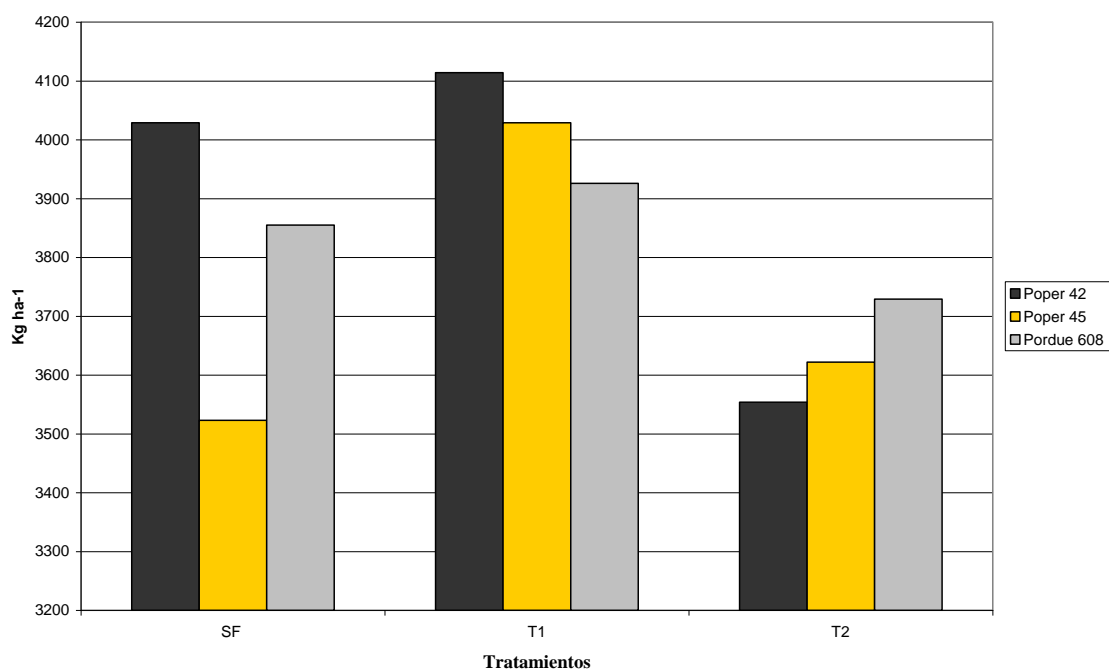
<b>Híbrido</b>	<b>Nº Espigas/planta</b>
Pordue 608	1 b
Poper 45	0,9 b
Poper 42	1,3 a

Se observan diferencias estadísticamente significativas entre F2, que presenta menor número de espigas dobles, y F1 y T, no mostrándose diferencias significativas entre estos dos últimos.

Esto pudo observarse en las parcelas donde los híbridos presentaron menor número de plantas a cosecha, aunque los resultados no difieren estadísticamente. El híbrido Poper 42 genéticamente presenta una mayor capacidad de proliferación.

## RENDIMIENTO DE GRANO

Los Resultados indicaron que no hubo interacción entre los híbridos de maíz pisingallo y los niveles de fertilización; por lo que los resultados de los efectos principales de los híbridos y los niveles de fertilización se pueden interpretar directamente, sin que halla influencia uno sobre los otros.



**Figura 4.** Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) con tres niveles de fertilización en tres híbridos de maíz pisingallo.

**Tabla 5.** Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) y coeficiente de variación (%) de híbridos de maíz pisingallo.

Híbrido	T	F1	F2	CV
Poper 42	4029	4114	3554	13.1
Poper 45	3523	4029	3622	12.31
Pordue 608	3855	3926	3729	13.91

El rendimiento en granos (kg ha<sup>-1</sup>); de los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas.

Los resultados de este trabajo concuerdan con el ensayo que se realizó en EEA INTA Oliveros, donde la fertilización nitrogenada y azufrada en los híbridos de maíz pisingallo no generaron diferencias estadísticas en el rendimiento de granos (Castellarín *et al*, 2002).

Los resultados del rendimiento de granos de este trabajo también concuerdan con el ensayo que se realizó en la localidad de Pergamino donde la respuesta de los híbridos de maíz pisingallo a la fertilización nitrogenada y azufrada no diferenció estadísticamente los tratamientos (Ferrari *et al.*, 2004).

Lo mismo ocurrió en la EEA INTA de la localidad Marcos Juárez, donde se evaluó la respuesta a la fertilización nitrogenada, además del efecto del azufre y del fósforo. Los resultados indicaron que la respuesta de híbridos de maíz pisingallo no se diferenciaron estadísticamente (Gudelj *et al* 2003). En este trabajo se comparó la forma de aplicación del fertilizante, donde la incorporación del nitrógeno mostró mayor respuesta a dicho elemento, esta aclaración se realiza ya que la forma de aplicación de este ensayo es de la misma forma.

También sucedió lo mismo en la localidad de Pergamino donde (Ferrari *et al*, 2000), evaluó la fertilización nitrogenada y azufrada sobre maíz convencional y maíz pisingallo. Los resultados del mismo concuerdan con este trabajo ya que sobre maíz pisingallo no hubo diferencias significativas.

A diferencia de este trabajo los resultados no concuerdan con un ensayo realizado en la localidad de San Luis, donde la respuesta a la fertilización nitrogenada fue estadísticamente significativa, no así a la fertilización fosforada. (Barbosa, *et al* 2001).

### GRADO DE EXPANSION DE LOS GRANOS

Los resultados indicaron que no hubo diferencia estadísticas ni para el efecto de la fertilización ni para el híbrido sobre la variable grado de expansión del grano. El grado de expansión del grano de acuerdo al híbrido se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.** Grado de expansión del grano (cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>) de híbridos de maíz pisingallo.

Híbrido	GE
Poper 42	38
Poper 45	39
Pordue 608	39

## CONCLUSIONES

Las conclusiones que se obtuvieron en este ensayo fueron las siguientes:

- ❖ Los cultivares y la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre no influyeron en la producción de grano de maíz pisingallo.
- ❖ Se considera que las dosis de fertilización utilizadas resultaron insuficientes para determinar incrementos en los rendimientos en los cultivares de maíz pisingallo.
- ❖ Hubo una tendencia de los híbridos a presentar mayores rendimientos cuando se utilizó una dosis más alta en nitrógeno.
- ❖ Los híbridos de maíz pisingallo experimentaron un comportamiento mayor a la fertilización cuando el fertilizante empleado incluía en su composición al elemento azufre.
- ❖ El grado de expansión del grano no manifestó diferencias ni para el híbrido utilizado ni para la fertilización.

**Apreciaciones finales:** se deja abierto el análisis de los híbridos de maíz pisingallo, con una fertilización con un nivel superior en cuanto a dosis de fertilizante. Además estudias distintos momentos y formas en la fertilización nitrogenada, fosforada y azufrada en el cultivo de maíz pisingallo.

También se aclara que las condiciones ambientales en las que se desarrollo el cultivo fueron muy favorables ya que las precipitaciones ocurridas fueron superiores, al registro promedio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F., Cirilo, A.G., Uhart, S., Otegui, M. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa-EEA Balcarce, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires. 292 pp.
- Andrade, F., Abbate, P., Dedios, M. 2000. Ciclo del cultivar y rendimiento del maíz.
- Andrade, F. 2002 a. Maíz: Planteo para altos rindes. Revista La Chacra, N° de Junio: 28-32.
- Andrade, F. 2002 b. Etapas críticas en la evolución de los cultivos. Revista Súper Campo, Año III; Buenos Aires Argentina: 6-9.
- Barbosa, O. A.; Villa H. N.; Galarza F. M.; Cerda R. A.; Medina L. A. 2001 Fertilización en maíz pisingallo, en el sur de la provincia de San Luis.
- Castellarín J.M., Pedrol, H. M., Salvagiotti, F. y Rosso, O. 2002 Efectos de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y sus componentes.
- Cárcova, J.; Borrás, L.; Otegui, M.E. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de maíz. En: Satorre, E. H.; Vence, R. L.; Slafer, G. A.; de la Fuente, E. B.; Miralles, J. D.; Otegui, M. E.; y Savin, R. (eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. 135-163.
- Damen, D., S. Leguizamón, V. Fantino, N. Marinovich, M. Rodríguez, S. Gutiérrez, M. Compañs, J. Del Pazo, M. Silva Rossi y R. Navazotti, 2003. Distintas estrategias de densidades de plantas y niveles de nitrógenos en maíz. p. 55-64. en.: Maíz para mejorar la producción. Publicación regional INTA EEA Oliveros N° 23, Santa Fe Argentina: 152p.
- Ferrari, G., Coureltotl, L., Y Ponsa, J, C. 2000 Respuesta a la fertilización nitrógeno-azufrada en diferentes genotipos de maíz pisingallo. Proyecto regional agrícola, área de desarrollo rural INTA pergamino.
- Ferrari, G., Coureltotl, L., Y Ponsa, J, C. 2004. Evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación de fertilizante foliar, compuestos por macro y micronutrientes en cultivo de maíz.
- Gudelj, V., Vallone, P., Galarza, C., Gudelj, O., Lorenzon, C., Masiro, B. 2003. Ensayo de fertilización en maíz, EEA INTA Marcos Juárez.
- INFOSTAT. 2002 Infostat. Versión 1.1. Manual del Usuario. Grupo infostat FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 1° Edición, Ed. Brujas. Argentina.
- Mazzoni J., S. Conterjnic Y M. Otegui. 1990. Elaboración del rendimiento en híbridos simples de maíz bajo diferentes densidades de población. Cátedra de cerealicultura. Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.



- Paszkievicz S. y S. Butsen 2001. Respuesta de híbridos de maíz según la densidad de plantas. Conocimientos Agrícolas Pioneer.
- Popcorn 2008. Palomitas de maíz. En [wikipedia.org/wiki/Palomitas\\_de\\_maíz](http://wikipedia.org/wiki/Palomitas_de_maíz). Consultado 09/09/08
- SAGPYA 2004. Maíz para consumo humano Publicaciones Agrícolas. En [www.sagpya.mecon.gov.ar/new/o-o/prensa/publicaciones/maiz/pag35](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/o-o/prensa/publicaciones/maiz/pag35). Consultado 7/10/05.
- SAGPYA 2006. Publicaciones agrícolas. [www.sagpya.mecon.gov.ar](http://www.sagpya.mecon.gov.ar). Consultado 09-04-09.
- Singh S.K., Narpinder S. y Naminder K. 2004. Características de los diferentes tipos de maíz y sus fracciones: propiedades físico-químicas, térmicas, morfológicas.
- Valentinuz O. R., Cebada S. Y Sanchez C. 2004. Grupo Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos. INTA EEA Paraná. Contribución de espigas y macollos al rendimiento de híbridos en distintas densidades.
- Vega B., Svecnjak J., Knezevic M. Y D. Grbesa 2004. Performance of prolific and non prolific maize hybrids under reduce- input cropping system. *Field crops Res.*90:203-212.
- Ziegler K.E. 2001. Popcorn. En: "Corn: Chemistry and Technology", Chapter 22, 2nd Edition Edited by: Pamela J. White and Lawrence A. Johnson, American Association of Cereal Chemist.