

## EFFECTO DE DIFERENTES FORMAS DE EMASCULACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ AMARILLO (*Zea mays L.*)

### EFFECT OF DIFFERENT FORMS OF EMASCULATION ON YIELD OF YELLOW CORN (*Zea mays L.*)

<sup>1</sup>Elías Hugo Huanuqueño y <sup>2</sup>Jorge Tobaru

#### Resumen

En la producción de semilla híbrida de maíz la emasculación o eliminación de la panoja en el progenitor femenino es una actividad crucial que, sin embargo, se complica porque no todas las plantas emiten sus panojas al mismo tiempo o no son uniformes en cuanto a su genotipo. La eliminación tanto de las hojas de la mazorca y las superiores a ella reducen el rendimiento de grano, pero no está claro el efecto de eliminar la panoja y las hojas cercanas a ella sobre el rendimiento, por lo que en esta investigación se plantearon los objetivos: i) estimar la magnitud del menor rendimiento de granos por efecto de la eliminación de la panoja y hasta cuatro hojas cercana a ella y ii) determinar hasta cuántas hojas pueden ser eliminadas junto con la panoja sin afectar el rendimiento de grano. El experimento se instaló bajo un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones y fue llevado a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina en la siembra de invierno del año 2012. Se utilizó el híbrido doble de maíz amarillo PM-212 para probar las diferentes formas de emasculación que fueron: emasculado, emasculado con última hoja, emasculado con dos últimas hojas, emasculado con tres últimas hojas, emasculado con cuatro últimas hojas y testigo sin emasculación. El mayor rendimiento de grano se obtuvo en el testigo y el menor rendimiento se observó cuando se emasculó con 4 hojas con 10253.5 kg ha<sup>-1</sup> y 8287.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En el PM-212 por cada hoja eliminada el rendimiento se reduce en 4.3%. Eliminar la panoja junto a la hoja bandera que la envuelve no reduce el rendimiento significativamente, lo que permitiría utilizarlo para eliminar el riesgo de dejar la ramificación basal de la panoja y pudiera producir autopolinizaciones no deseadas en un campo de cruzamiento.

**Palabras clave:** emasculación, híbrido, panoja, rendimiento, semilla.

#### Abstract

In the production of hybrid seed corn emasculating or eliminating panicle in the female parent is a crucial activity, however, is complicated because not all plants emit their panicles at the same time or are not uniform in their genotype. The elimination of both husks and above it reduces grain yield, but it is unclear the effect of removing the tassel and leaves close to her on performance, so in this study the objectives were raised: i) estimate the magnitude of lower grain yield due to the elimination of the panicle and up to four near her and ii) to determine how many sheets can be removed together with the panicle without affecting grain yield. The experiment was installed under a randomized complete block design with six replicates and was held at the Universidad Nacional Agraria La Molina in planting winter of 2012. Double yellow corn hybrid PM-212 was used to test different forms of emasculating that were: emasculated, emasculated with bottom sheets, emasculated with two last leaves, emasculated with three last leaves, emasculated with last four leaves and control without emasculating. The highest grain yield was obtained in the control and the lowest yield was observed when it was emasculated with 4 sheets with 10253.5 kg ha<sup>-1</sup> and 8287.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. In the PM-212 for each sheet eliminated the performance is reduced by 4.3%. Remove the cob with the flag leaf that surrounds not reduce performance significantly, which would use it to remove the risk of leaving basal branching panicle and could produce unwanted selfings on a crossing field.

**Key words:** emasculating, hybrid, panicle, yield, seed.

<sup>1</sup>Departamento Académico de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Email: [ehh.coca@lamolina.edu.pe](mailto:ehh.coca@lamolina.edu.pe)

<sup>2</sup>Departamento Académico de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Email: [jtobaru@lamolina.edu.pe](mailto:jtobaru@lamolina.edu.pe)

## 1. Introducción

Las hojas por ser órganos fotosintéticos, son esenciales para la vida y la acumulación de fotosintatos en maíz, sin embargo de acuerdo a la posición que ocupan en el tallo contribuyen en diferentes proporciones en el rendimiento de grano del maíz. Tal como se muestra en los trabajos de Jalilian y Delkhoshi (2013), quienes llevaron a cabo un experimento con el objetivo de conocer cuánto contribuyen las hojas cerca de la mazorca en el rendimiento de maíz. Probaron cuatro tratamientos: Testigo (sin remoción de hojas), hoja de la mazorca removida, hoja sobre la mazorca removida y hoja debajo de la mazorca removida. El rendimiento más bajo fue  $6.77 \text{ t ha}^{-1}$  y provino del tratamiento en la que se eliminó la hoja sobre la mazorca, mientras que el testigo con  $8.77 \text{ t ha}^{-1}$  fue el que obtuvo el mayor rendimiento. Tirado (2010), estudio el efecto de la defoliación en el rendimiento de grano en la variedad Choclero 101 en dos localidades de Cajamarca. La eliminación de las hojas fue hecha al momento de la floración femenina. El área foliar sobre la mazorca, el de la hoja de la mazorca y debajo de la mazorca fue de 54.41%, 11.25% y 34.34%, respectivamente. El rendimiento se redujo en 52.62%, 36.03% y 19.74% cuando fueron eliminadas las hojas sobre la mazorca, el de la mazorca y debajo de la mazorca, respectivamente. Heidari (2013), con el objetivo de determinar el efecto de la remoción de la panoja y la intensidad de defoliación en el rendimiento de maíz probó dos factores. Factor D: Diferentes formas de defoliación (D1= Control, sin remoción de hojas, D2 = Defoliación de las hojas sobre la mazorca, D3 = Defoliación de las hojas debajo de la mazorca y D4 = Defoliación de todas las hojas) y factor T (T1 = Con panoja y T2 = Sin panoja). Los tratamientos fueron aplicados al momento de la floración. El tratamiento con defoliación completa tuvo el rendimiento más bajo, mientras que el rendimiento superior se obtuvo con el tratamiento T1D3. Battaglia (2014), en dos híbridos de maíz durante dos años, evaluó el efecto de dos anchos de surcos (38 y 76 cm) y 6 momentos de defoliación variable correspondientes a fases fenológicas predeterminadas tanto vegetativas (V7+100% defoliación, V14+50% de defoliación y V14+100% de defoliación) como reproductivas (R2+50% de defoliación y R2+100% de defoliación) más un testigo sin defoliar. El rendimiento de grano fue 26% superior en 38 cm de ancho de surco en el 2012 y 10% superior en el 2013. El rendimiento más bajo se obtuvo con la defoliación total en V14 seguido por R2 (+100% de defoliación). Corral y Granados (1998), evaluaron dos métodos de emasculación en la producción de semilla de maíz híbrido: (1) Despanojado, realizado cuando las panojas estuvieron visibles aproximadamente a los 57-64 días después de la siembra (dds) y (2) Descogollado realizado a los 51 dds. El número promedio de hojas que se eliminaron con el método de descogollado fue de 2.74 hojas por planta. El número de mazorcas cosechadas y el rendimiento fueron estadísticamente iguales con los dos métodos. Los

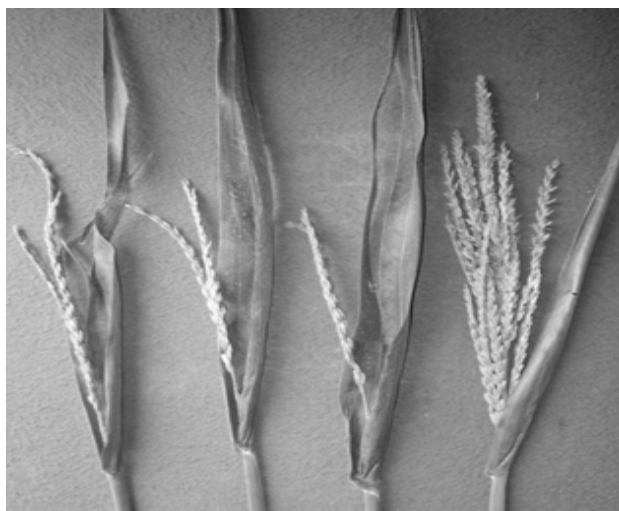
rendimientos fueron  $6,875 \text{ t ha}^{-1}$  y  $6809 \text{ t ha}^{-1}$ , para el despanojado y descogollado, respectivamente. Siahkoughian *et al.* (2012), evaluaron la respuesta de cuatro tratamientos de defoliación: T1 = remoción del tercio superior de las hojas, T2 = remoción del tercio medio de las hojas, T3 = remoción del tercio inferior de las hojas y T4 = testigo sin remoción de hojas, en tres híbridos simples de maíz. Los tratamientos fueron aplicados al momento de la emergencia de la panoja. Tanto el máximo índice de área foliar como el mayor rendimiento de grano fueron registrados en el testigo y el menor índice de área foliar, respectivamente y el menor rendimiento fue registrado en el tratamiento T2. Sin embargo el efecto de la emasculación con las últimas hojas no está documentado.

En la producción de semilla híbrida de maíz con emasculación manual, la eliminación de las panojas en el progenitor femenino es una actividad crucial, sin embargo esta actividad se complica porque no todas las plantas emiten sus panojas al mismo tiempo, más aun si las plantas pertenecientes al progenitor femenino no son uniformes en cuanto a su genotipo, además al momento del despanoje en algunas plantas la panoja no es retirada completamente quedando la ramificación basal de la panoja en la planta “bigote” lo cual llega a emitir granos de polen (Fig. 1); por lo que se tiene que hacer varias pasadas hasta eliminar completamente las panojas. Conocer el efecto en el rendimiento que puede causar la eliminación de la panoja con las hojas cercanas a ella es importante, porque nos ayudaría a tomar decisiones correctas al momento del despanoje, por ello los objetivos del presente experimento fueron: i) estimar la magnitud del menor rendimiento de granos por efecto de la eliminación de la panoja y hasta cuatro hojas cercana a ella y ii) determinar hasta cuantas hojas pueden ser eliminadas junto con la panoja sin afectar el rendimiento de grano.

## 2. Materiales y Métodos

### Material Genético

El material genético en la que se realizó las diferentes formas de emasculación fue el híbrido doble de maíz amarillo PM-212 desarrollado por el Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El híbrido PM-212 está conformada por 4 líneas S1, dos de las cuales provenientes de la raza Cuba y dos de la raza Perla; tiene una altura promedio de 2.85 m; produce 1.7 mazorcas/planta en un periodo vegetativo de 150 a 170 días y el rendimiento potencial es de  $12 \text{ t ha}^{-1}$  cuando está sembrado a una densidad de 55,555 a 65,000  $\text{t ha}^{-1}$  (Chura *et al.*, 2004; Salhuana y Scheuch, 2004).



**Figura 1.** Panoja entera con la hoja bandera (última derecha), ramificación basal de la panoja dejado en el progenitor femenino “bigote” después de la emasculación manual (izquierda).

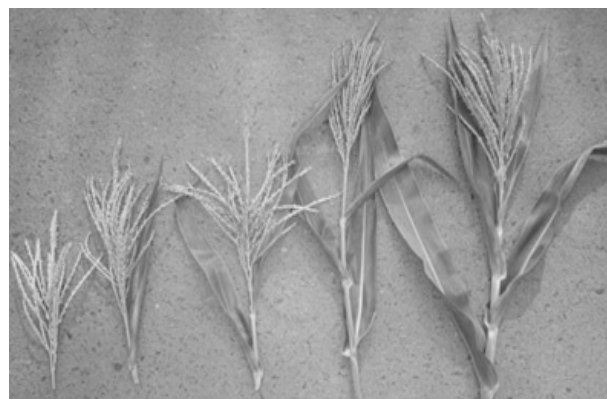
### Procedimiento Experimental

El experimento se realizó en el campo “Santa Rosa” de la Universidad Nacional Agraria La Molina asignado al Programa de Maíz en la siembra de invierno del año 2012 y fue instalado bajo el diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos (Tabla 1) y seis repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 11.6 metros de largo espaciados a 80 cm, con una distancia de siembra entre golpes de 40 cm y dos plantas por golpe. El área experimental del ensayo fue de 334.08 m<sup>2</sup>; donde cada tratamiento fue aplicado a una parcela de 9.28 m<sup>2</sup>. El manejo agronómico del experimento se realizó de forma similar al de una siembra comercial de maíz amarillo.

El detalle de los tratamientos en estudio se muestra en la Tabla 1. Las panojas fueron extraídas una vez que estuvieron visibles (panojas aun envueltas en la hoja bandera). Como no todas las panojas emergieron al mismo tiempo, fue necesario recorrer las parcelas entre cinco y seis veces.

**Tabla 1.** Descripción de las diferentes formas de emasculación.

Tratamiento	Descripción de los tratamientos
T-1	Sin emasculación (Testigo)
T-2	Emasculado (Solo panoja)
T-3	Emasculado (Panoja con última hoja)
T-4	Emasculado (Panoja con 2 últimas hojas)
T-5	Emasculado (Panoja con 3 últimas hojas)
T-6	Emasculado (Panoja con 4 últimas hojas)



**Figura 2.** Panojas emasculadas correspondientes de izquierda a derecha a los tratamientos solo panoja, panoja con última hoja, panoja con dos últimas hojas, panoja con tres últimas hojas y panoja con las cuatro últimas hojas.

### Características evaluadas

Se evaluaron: a) rendimiento, determinado en base al peso por parcela ajustado al 14% de humedad y expresado en kg.ha<sup>-1</sup>; b) peso de mazorca, obtenido de pesar todas las mazorcas dividido entre el número de mazorcas y expresado en gramos y c) humedad de cosecha, obtenido en una muestra representativa de los granos de cada tratamiento y expresado en porcentaje.

### 3. Resultados y Discusión

#### Rendimiento de grano

Existe una influencia considerable de las últimas hojas en el rendimiento de grano y en el peso de mazorca. Resultados similares fueron encontrados por: Tirado (2010), Siahkoughian et al., (2012), Jalilian y Delkshoshi (2013) y Battaglia (2014). El análisis de varianza (Tabla 2) detectó diferencias significativas entre tratamientos para rendimiento de grano y peso de mazorca, es decir, el rendimiento de grano fue diferente al realizar distintas formas de emasculación en maíz amarillo.

Queda demostrado que la eliminación de las hojas superiores a la mazorca reduce el área foliar y afecta el rendimiento de grano, es por eso que sus promedios son distintos (Tabla 3), resultados similares encontraron Heidari en el 2013 y Corral y Granados en 1998. Según la prueba de comparación de medias mostrado en el Cuadro 3 no existe diferencia real entre los promedios de rendimiento del testigo, sin panoja y sin panoja y hoja bandera. Es decir en el proceso de emasculación es posible retirar la panoja y la hoja bandera que la envuelve sin afectar el rendimiento de grano. Este efecto posiblemente se debe a que el área de la hoja bandera es pequeña en comparación a las hojas cercanas a la mazorca. El comportamiento fue similar para peso por mazorca. Eliminar las hojas superiores hasta la cuarta hoja descendiendo de la panoja no afecta el contenido de humedad de cosecha.

**Tabla 2.** Cuadrados medios de las variables evaluadas para los diferentes tipos de emasculación del maíz amarillo.

Fuente de variación	g.l.	Rendimiento (kg ha-1)	Humedad de cosecha (%)	Peso por mazorca en cosecha (g)
Tratamiento	5	4431473.4 **	1.6 ns	2414.7 **
Bloque	5	1337692 ns	6.4 ns	699.6 ns
Error	25	558474.8	3.1	344
Total	35			
Promedio		9314.7	29.1	214.4
C. V. (%)		8.02	6.05	8.7

\*\*Significación al 1 % de probabilidad

**Tabla 3.** Comparación de medias de los tratamientos de emasculación.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha-1)	Humedad de Cosecha (%)	Peso por Mazorca en Cosecha (g)
Testigo	10253.5 a	29.7 a	238.0 a
Sin panoja + 1 hoja	9944.5 ab	29.3 a	229.3 ab
Sin panoja	9942.3 ab	28.3 a	226.3 ab
Sin panoja + 2 Hojas	9106.0 bc	29.5 a	210.2 bc
Sin panoja + 3hojas	8354.2 c	28.7 a	191.5 c
Sin panoja + 4 hojas	8287.7 c	29.3 a	191.0 c

\* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente (Duncan, p>0.05)

El rendimiento de grano obtenido en cada tratamiento expresado en kilogramos por hectárea y el porcentaje en relación al testigo sin emasculación, se muestran en la Tabla 4. Los datos indican una reducción constante a

medida que se elimina la panoja y las hojas cercanas a ella, partiendo de 100% que corresponde al rendimiento del testigo hasta llegar a 81% obtenida al eliminar la panoja y las 4 hojas cercanas a ella.

**Tabla 4.** Coeficiente de regresión (b) para el rendimiento y porcentaje (%) de disminución de los tratamientos de emasculación respecto al testigo.

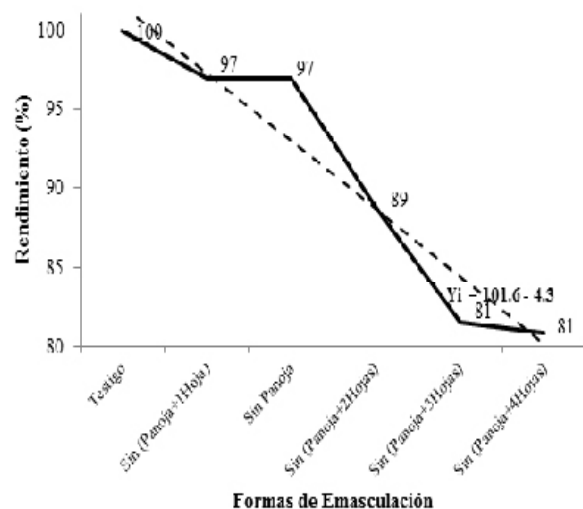
Formas de emasculación	Rendimiento	
	(kg ha-1)	(%)
Testigo	10253.5	100
Sin panoja	9944.5	97
Sin panoja + 1 hoja	9942.3	97
Sin panoja + 2 Hojas	9106	89
Sin panoja + 3 hojas	8354.2	81
Sin panoja + 4 hojas	8287.7	81
<i>b</i>	- 441.0*	- 4.3*

\* = significativo, según prueba de T al 0.05% de probabilidad

Las tendencias observadas en la Tabla 4 se pueden notar claramente observando la línea de regresión de la Fig. 3, donde se muestra un valor negativo de regresión igual a -4.3 % a medida que se elimina el número de hojas cercanos a la panoja, el cual es significativo.

#### 4. Conclusiones

Se estimó la reducción del rendimiento de grano por la eliminación de la panoja con las cuatro hojas adyacentes a ella en 1965.8 kg ha<sup>-1</sup> que es equivalente al 19% del rendimiento del testigo. En el híbrido doble PM-212 por cada hoja eliminada el rendimiento se reduce en -4.3%.



**Figura 3.** Efecto en el rendimiento de diferentes formas de emasculación expresado en porcentaje con respecto al testigo sin emasculación y línea de regresión calculada en base al rendimiento de los tratamientos.

Se determinó que la remoción de la panoja junto con la hoja bandera no reduce el rendimiento significativamente, lo cual se puede aplicar esta remoción para eliminar el riesgo de dejar la ramificación basal de la panoja y pudiera producir autopolinizaciones no deseadas en un campo de cruzamiento.

## 5. Literatura citada

**Battaglia, M. 2014.** Corn (*Zea mays L.*) yield response to defoliation at different row widths. (2014). *Theses and Dissertations--Plant and Soil Sciences*. Paper 56.

**Chura, J., Nakahodo, J. y Fegan, W. 2004.** “Mejoramiento Genético de Maíz en la Costa”. En: Salhuana, W.; Valdez, A.; Scheuch, F.; Davelouis, J. (eds.) Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Lima, PE, UNALM. p. 34-73.

**Corral, L. y Granados, A. 1988.** *Estudio de dos métodos de emasculación en la producción de semilla de maíz híbrido*. En: XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. P: 51-58.

**Heidari, H. 2013.** *Yield, Yield Components and Seed Germination of Maize (Zea mays L.) at Different Defoliation and Tassel Removal Treatments*. En: The Philippine Agricultural Scientist Vol. 96 No. 1 (March 2013). P: 42-47. University of Razi, Kermanshah, Imam Khomeini Highway, Iran.

**Jalilian, J. y Delkhoshi, H. 2013.** *How much, leaves near the ear contribute on yield and yield components of maize?* En: Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLVII, No. 2 (158) / 2014. P: 5-12. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

**Salhuana, W., y Scheuch, F. 2004.** “Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz”. En: Salhuana, W.; Valdez, A.; Scheuch, F.; Davelouis, J. (eds.) Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Lima, PE, UNALM. p. 34-73.

**Siahkoughian, S., Reza, M., Zehtab, S., Kazem, S., Golezani, G. y Toorchi, M. 2012.** *Defoliation Effects on Yield Components and Grain Quality of Three Corn Cultivars*. En: International Conference on Environment, Agriculture and Food Sciences (ICEAFS'2012) August 11-12, 2012 Phuket (Thailand). P: 1-4.

**Tirado, C. 2010.** *Efecto de la defoliación en el rendimiento de grano en maíz*. En: XX Reunión Latinoamericana de Maíz. P: 384-392. Lima - Perú.