



Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Agrónomos



IX CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas**

Madrid, 9 de mayo de 2017

COMITÉ ORGANIZADOR

Pilar García Rebollar

Estudiantes

Carlos Manzanares Panadero

María Rodríguez Francisco

Comité científico

Silverio Alarcón Lorenzo

María R. Alvir Morencos

M^a Antonia Bañuelos Bernabé

Mercedes Flórez García

José María Fuentes Pardo

Ana Isabel García García

Carlos Hernández Díaz-Ambrona

David Menoyo Luque

Raúl Sánchez Calvo Rodríguez

José Francisco Vázquez Muñiz



ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE SIEMBRA EN MAÍZ, EN LOUDIMA, REPÚBLICA DEL CONGO

García, Alejandro

Tutor: Hernández, Carlos Gregorio

Departamento de Producción Agraria. E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

Universidad Politécnica de Madrid

alejandrogarciaalvaro@gmail.com

RESUMEN

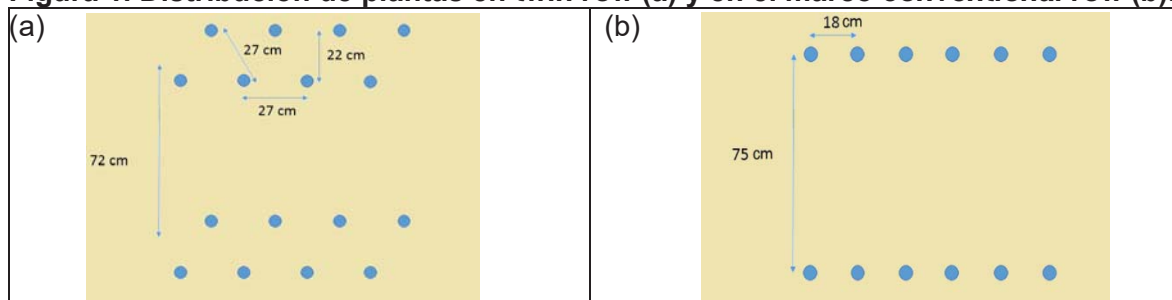
Este trabajo experimental fue llevado a cabo en Loudima, República del Congo entre los meses de mayo y septiembre de 2016. Tiene como objetivo determinar la estrategia de siembra óptima para el cultivo de maíz para futuras temporadas y conocer el impacto de marco de siembra y la densidad de maíz sobre el rendimiento en grano en una zona ecuatorial y de baja altitud. El experimento contaba con un total de dieciocho parcelas, nueve de ellas destinadas al sistema de siembra *twin row* (102.000 plantas/ha) y las otras nueve restantes al sistema *conventional row* (74.000 plantas/ha). Dentro de cada sistema de siembra, el experimento se realizó con tres variedades diferentes de maíz: PAN 12, LG 690 y Cameroon 51; y tres repeticiones. El trabajo de campo fue completado con un análisis de la literatura y de la documentación existente sobre el tema, centrándose en la influencia de los sistemas de siembra y de la densidad sobre el rendimiento. Una vez recogidos los datos experimentales, se les sometió a un método estadístico para conocer qué variedad y bajo qué marco de plantación el rendimiento en maíz es mayor en esta zona. Para determinar la mejor alternativa se analiza si existe un efecto estadísticamente reseñable por parte del sistema de siembra y de la variedad utilizada sobre el rendimiento final de la plantación. Los resultados muestran un impacto estadísticamente reseñable por parte de la variedad y del sistema de siembra sobre el rendimiento. Como conclusión se seleccionó la variedad PAN12 y el sistema de siembra *twin row* como la combinación que mejores resultados ofrecería en posteriores cosechas.

Palabras clave: marco de siembra, rendimiento, *Zea mays*.

INTRODUCCIÓN

Para que la producción de alimentos siga aumentando en la misma proporción que la demografía, es necesario explorar vías que nos permitan aumentar los rendimientos de los cultivos. Una de esas estrategias consiste en dotar a las plantas de una mejor distribución sobre el terreno, la cual permita un mejor aprovechamiento de los nutrientes, del agua y de la luz, y que proporcione niveles de competencia entre plantas óptimos para el desarrollo. El *twin row* consiste en un desglose de cada surco en dos hileras de plantas en *zig-zag* (Figura 1a), esto permite utilizar altas densidades de siembra, teniendo una buena separación entre plantas. Por el contrario, el *conventional row*, tiene una distribución de las plantas rectangular y la densidad de plantas que puede soportar es inferior (Figura 1b).

Figura 1. Distribución de plantas en *twin row* (a) y en el marco *conventional row* (b).





El objetivo de este estudio es determinar el efecto del marco de siembra de maíz sobre el rendimiento en grano en una zona ecuatorial y de baja altitud.

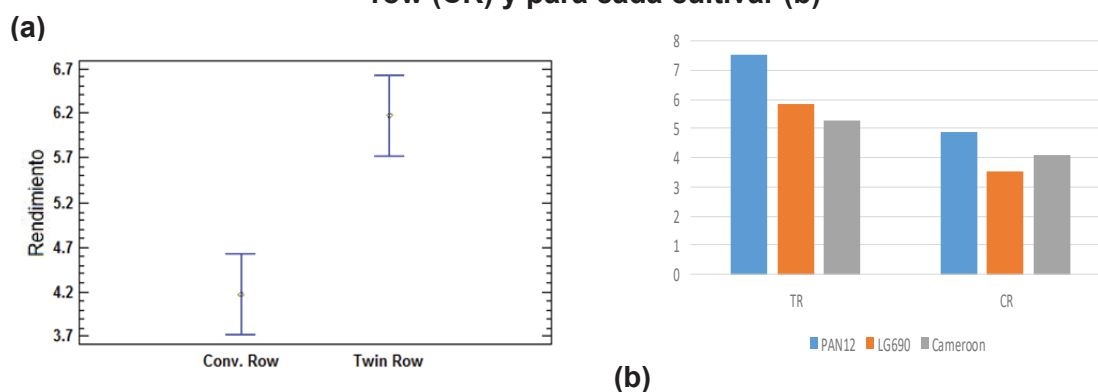
MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron dos marcos de plantación el *twin row* y el *conventional row*. Realizándose tres repeticiones con cada una de las tres variedades de maíz: PAN12, LG 690 y Cameroon 51. Las 18 parcelas fueron distribuidas de forma aleatoria constando cada parcela con siete hileras de seis metros de longitud. Siendo el suelo predominante en la zona el oxisol, se siguió una única estrategia de abonado para todo el ensayo, la cual consistió en la aplicación de 50 kg/ha de urea, 150 kg/ha de triple superfosfato y 140 kg/ha de cloruro potásico en el mismo día de la siembra. Veinte días después de la siembra se realizó la aplicación de cobertera de 50 kg/ha de urea, y 150 kg/ha de triple superfosfato. La última aplicación de cobertera fue de 100 kg/ha de urea a 45 días después de la siembra. Los cultivos también recibieron el tratamiento de fitosanitarios necesario para su correcto desarrollo y reducir el efecto de posibles plagas y malas hierbas. La cosecha fue realizada 114 días después de la siembra en madurez fisiológica. Para la toma de los datos se descartaron las cuatro filas bordes que franqueaban los cultivos. Una vez recogidas la totalidad de las mazorcas sanas, se desgranaron y se procedió a su secado. Una vez que se alcanzó el 12% de humedad se procedió a su pesado mediante una báscula digital de un gramo de sensibilidad. Los datos recogidos fueron procesados mediante el programa informático STATGRAPHICS Centurion XVI versión 16.0.08. Dentro del programa la rama utilizada es Stat Advisor ANOVA para el análisis multifactorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El marco de siembra y la variedad utilizada tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento de maíz (Figura 2). Así lo indican el resultado del análisis de la varianza sobre el efecto significativo de cada factor en el rendimiento con un nivel de confianza del 95,0%. En este caso, los valores del nivel de significación estadística obtenidos son para el marco de siembra 0,0004 y para el cultivar de 0,0142. Esto no ocurre en el caso de la interacción de ambos efectos sobre el rendimiento, ya que el valor es 0,2745 y por lo tanto superior a 0,05. Aun así el cultivar PAN12 presentó un mejor resultado en ambos marcos.

Figura 2. Rendimiento de maíz (t/ha) para el marco (a) Twin row (TR) y Conventional row (CR) y para cada cultivar (b)



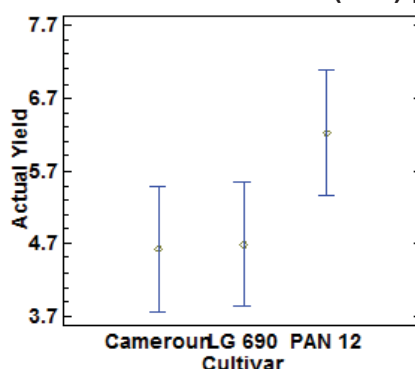
Mediante las medias y los intervalos mínima diferencia significativa (LSD) al nivel 95%, se conoce si los sistema de siembra *conventional row* y el *twin row* son homogéneos. En este caso, se entiende que no son homogéneos y por lo tanto se pueden aceptar que el



marco *twin row* mostró un rendimiento significativamente mayor que el *conventional row*. El valor del límite inferior del *twin row* con el 95% de confianza es de 5,53 t/ha, el cual es superior al límite superior del *conventional row*, que tiene un valor de 4,81 t/ha, es decir, existe una diferencia de 0,72 t/ha entre el máximo y el mínimo entre ambos sistemas. Siendo el límite superior del *twin row* 6,81 t/ha y el inferior del *conventional row* 3,53 t/ha. Por otra parte, analizando las medias obtenidas, se puede apreciar una mayor cosecha media por parte de *twin row*, con un valor de 6,17 t/ha, respecto a las 4,17 t/ha del *conventional row*. Estos resultados son similares a los obtenidos por Karlen y Camp (1985), los cuales obtuvieron un aumento en el rendimiento con el *twin row* de entre 0,52 t/ha y 0,76 t/ha respecto al *conventional row*. Resultados similares fueron recogidos por Gozubenli et al. (2004). Así mismo, estos resultados contradicen a Karlen y Kasperbauer (1989) que obtuvieron rendimientos inferiores en las cosechas de *twin row* respecto a las de *conventional row*. Aunque en general, el *twin row* mejora el rendimiento de manera considerable con el cambio a *twin row* (Martín y Iribarren, 2013). Este aumento en la producción por parte del *twin row* podría ser debido a que la mejora en la distribución reduce la competencia entre plantas de un mismo surco por la radiación solar, el agua y los nutrientes (Karlen et al., 1987; Camp et al., 1985). El mayor número de plantas y su mayor desarrollo auspician una mayor cubierta del terreno. Este rápido desarrollo inicial, permite una mayor intercepción de radiación solar, lo que propicia ratios de fotosíntesis mayores y como resultado una mayor cantidad de fotoasimilados, lo cual se traduce en mayor materia seca (Nummer y Hentschke, 2006). También el mayor espaciado entre plantas permite una mayor exploración radicular, que va desde un 14% en el caso del *conventional row* al 45% del *twin row* (Great Plains, 2011), lo que podría contribuir a un incremento en la producción debido a la mejor captación y mayor disponibilidad de agua y nutrientes. Aunque en EEUU estudios con *twin row* no han mostrado ventajas en los rendimientos de manera constante en comparación con el sistema convencional, con misma densidad de plantas (Nelson y Smoot, 2009).

La figura 3 muestra que la agrupación por cultivares de maíz forma grupos homogéneos, según los datos de mínimos cuadrados para el rendimiento con un intervalo de seguridad del 95%, por lo que no hay diferencias significativas entre ellos. Aun así cabe destacar los rendimientos superiores obtenidos en la variedad PAN12 que van desde las 5,42 t/ha en *conventional row* hasta las 6,98 t/ha de *twin row*. Las variedades LG 690 y Cameroon 51 se comportan de manera similar a lo largo del experimento, obteniéndose en el caso del *conventional row* 3,91 t/ha y 3,83 t/ha respectivamente. Los rendimientos obtenidos en el *twin row* fueron de 5,40 t/ha en Cameroon 51 y 5,48 t/ha en LG 690.

Figura 3. Rendimiento de maíz (t/ha) por cultivar.



La interacción del efecto del cultivar en el rendimiento se puede apreciar en la figura 3. En ella se observa la tendencia positiva del rendimiento frente al cultivar PAN12. Como se ha dicho antes, no se pueden afirmar estas conclusiones puesto que el valor de P es superior a 0,05. Aunque el método estadístico no lo avale el cultivar que mejor se comporta es PAN12, para el que se ha obtenido en cosecha un rendimiento medio en



conventional row de casi 4 t/ha y en *twin row* de 7,5 t/ha (Figura 2b). Por su parte LG690 se comporta de manera paralela a PAN12 pero con un descenso en las producciones de 1,8 t/ha aproximadamente. Respecto a Cameroon las pruebas estadísticas determinan un comportamiento irregular, no pudiéndose obtener ninguna conclusión debido a su variabilidad. Esto quizás sea debido a que no es una semilla certificada.

CONCLUSIONES

Tanto el sistema de siembra como los cultivares utilizados tienen un efecto significativo sobre el rendimiento de maíz. Los rendimientos obtenidos bajo el sistema de *twin row* fueron significativamente más altos que los del *conventional row*. Los rendimientos más altos han sido los alcanzados por el cultivar PAN12 bajo el marco de siembra de *twin row* (entre 8,64 t/ha y 6,42 t/ha). En segundo lugar se encontraría la combinación del cultivar LG690 y el sistema de siembra *twin row*. Aunque, no hubo un efecto estadísticamente reseñable, la variedad PAN12 cosechó los rendimientos más altos. La estrategia que definirá las próximas cosechas es la variedad PAN 12 bajo el marco de siembra de *twin row*. En todos los casos estudiados el *twin row* presentó mayores rendimientos que el *conventional row*.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la UPM por su programa de ayudas de viaje de cooperación (Resolución Rectoral de 11/03/2016) para el desarrollo a través de las alianzas público-privada-personas. También quiero agradecerse a mi tutor Carlos, el cual siempre tuvo buena disposición para solucionar cualquier duda.

BIBLIOGRAFÍA

- Camp C.R., Karlen D.L., Lambert J.R. 1985. Canadian Journal of Plant Science. 63:45-59.
- Gozubenli, H., Kilinc M., Sener O., Konuskan O. 2004. Asian J. Plant Sci. 3:203-206.
- Great Plains. 2011. Twin-Row Principles. <http://www.twin-row.com/twin-row-principles> (15/01/2017).
- Karlen D.L. and Camp, C.R. 1985. Agronomy Journal. 77:393-398.
- Karlen D.L., Kasperbauer M.J., J.P. Zublena. 1987. Appl. Agr. Res. 2:65-73.
- Karlen D.L. and Kasperbauer M.J., 1989. Appl. Agr. Res. 4:51-56.
- Martín C. y Iribarren L.M., 2013. Teoría del Twin rows planting. DEKALB INNOVATION. http://www.agpme.es/index.php?option=com_content&view=article&id=166:teoria-del-twin-rows-planting&catid=46:eye&Itemid=68 (15/01/2017)
- Nelson K.A. and Smoot R.L. 2009. Online Crop Management <http://dx.doi.org/10.1094/CM-2009-0130-01-RS> (15/02/2017)
- Nunmer Filho I. and Hentschke C.W. 2006. Revista Plantio Direto 92:1-5.

SESIÓN C2



IX CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS
Universidad Politécnica de Madrid

- **PREMIO DE LA CÁTEDRA FERTIBERIA AL MEJOR TRABAJO ESCRITO TITULADO**

“ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE SIEMBRA EN MAÍZ, EN LOUDIMA, REPÚBLICA DEL CONGO”

de Alejandro García

- **PREMIO DEL PROYECTO MEDGAN DEL DEPARTAMENTO del grupo de investigación PRODUCCIÓN ANIMAL A LA MEJOR COMUNICACIÓN DE LA SESIÓN C1 AL TRABAJO TITULADO:**

“TRANSFORMACIÓN DE UNA FINCA VIRGEN A EXPLOTACIÓN HORTOFRUTÍCOLA AGROECOLÓGICA EN GAMBELLA, ETIOPÍA ”

de Sebastián Sangro.

- **PREMIO DE LA FUNDACIÓN PREMIO ARCE A LA MEJOR COMUNICACIÓN DE LA SESIÓN C2 AL TRABAJO TITULADO:**

ALGUNOS RIZOBIOS VAN ARMADOS PARA LUCHAR CONTRA OTRAS BACTERIAS Y PARA INTERACCIONAR CON LEGUMINOSAS.

de Daniel Valle, Álvaro Salinero y Alba Pacheco.

- **PREMIOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE AL MEJOR POSTER:**

“MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DEL CALOSTRO EN CERDAS LACTANTES)”

de María Sánchez-Bayo