



## NUEVOS MARCOS DE SIEMBRA PARA OPTIMIZAR EL CRECIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO

Blas Morente, Alejandro.<sup>1</sup>; Dias da costa, G.S.<sup>1</sup>

Tutores: Barreiro, Pilar<sup>1</sup>; Hernández, Carlos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico (AUTOR): a.blas.morente@gmail.com

### RESUMEN

El marco de siembra tradicional del maíz forrajero está condicionado por el ancho del tractor, en el cual la separación entre filas de siembra es cinco veces la separación entre plantas, lo que genera una baja competencia con malas hierbas ya que el cultivo tarda en cubrir completamente el suelo. Los nuevos prototipos de micro-máquinas que se están diseñando para los tratamientos herbicidas de post-emergencia en maíz facilitarían la modificación del marco de siembra. El objetivo es comprobar la eficacia de nuevos marcos de siembra. Durante 2010 se realizaron ensayos de siembra de maíz forrajero en Madrid y Copenhague. El tratamiento principal fue el marco de siembra tradicional de 75 cm x 15 cm y de 75 cm x 13 cm; y un marco nuevo más cuadrado de 37,5 cm x 30 cm y 32 cm x 32 cm, respectivamente en Madrid y Copenhague. Se consideraron dos sub-tratamientos: aplicación y no aplicación de herbicida en preemergencia. En ambos casos la producción de biomasa de la parte aérea fue mayor en el nuevo marco. Además, el nuevo marco mostró una mayor eficacia en el control de las malas hierbas por lo que podría reducirse el uso de herbicidas en su cultivo. Habría que poner a punto las nuevas máquinas para que estos marcos puedan llevarse a cabo en fincas comerciales.

**Palabras clave:** *Zea mays*, malas hierbas, robótica.

### INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es hoy en día el cultivo forrajero más importante para vacuno en Europa (Bertoia, 2010). Pero independientemente de los distintos climas, y por tanto manejos, en los que el maíz forrajero es cultivado, hay un factor bastante común: el marco de siembra. Dicho marco se basa en una separación entre líneas de cultivo de 70 a 80 cm, y entre plantas de 12 a 15 cm, para obtener densidades que varían entre 7 y 12 plantas por metro cuadrado (se alcanzan densidades mayores con los nuevos híbridos con formas más erectas). Pero, ¿es dicho marco el óptimo para el crecimiento y rendimiento final del maíz forrajero? Con marcos de siembra más cuadrados Maddonni *et al.* (2001) han demostrado un incremento de la intercepción de la radiación solar, lo mismo que consiguieron Begna *et al.* (2001) con una reducción de la separación entre líneas. Se han obtenido resultados similares en otros factores como eficiencia de absorción de nutrientes por la planta (Cox y Cherney, 2001), absorción de agua del suelo (Mohammed y Gumbs, 1982), lucha contra malas hierbas mediante competencia (Smith *et al.*, 2004; Acciaresi y Chidichimo, 2007), y rendimiento y producción forrajera del cultivo (Bullok *et al.*, 1988; Barbieri *et al.*, 2008). Por estas razones, esos nuevos marcos pueden ser interesantes en una agricultura de bajos insumos y más respetuosa con el medio ambiente.



El objetivo de este estudio fue demostrar si un nuevo marco de plantación más cuadrado puede afectar positivamente al crecimiento y productividad final del cultivo de maíz forrajero, así como favorecer una mejor lucha del cultivo con las malas hierbas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primavera-verano de 2010 se llevaron a cabo dos experimentos en campo con maíz forrajero en dos zonas climáticas bien diferenciadas: Madrid (España) y Copenhague (Dinamarca). El experimento de Madrid fue realizado en los Campos de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid (40° 26' 31"N, 3° 44' 29" O, 594 msnm), y el de Copenhague fue realizado en los Campos de Prácticas de la Faculty of Life Sciences de la University of Copenhagen (55° 40' 04"N, 12° 18' 25"E, 25 msnm).

En Madrid se establecieron dos marcos de siembra, un marco tradicional con las medidas de 75 cm entre líneas de cultivo y de 15 cm entre plantas; y otro, el nuevo marco de siembra más cuadrado, colocando una nueva fila entre líneas, es decir basándose en una separación entre líneas de 37,5 cm y entre plantas de 30 cm. En ambos casos la densidad de siembra fue de 8,9 plantas/m<sup>2</sup>. En Dinamarca el marco tradicional fue de 75 cm de separación entre líneas y 13 cm entre plantas, y el nuevo marco cuadrado fue de 32 cm entre líneas y 32 cm entre plantas, con una densidad de siembra de 10,3 plantas/m<sup>2</sup> y 9,8 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente. Se dieron dos tratamientos en el manejo de herbicidas con mochila: aplicando el herbicida de forma tradicional (una aplicación en preemergencia y otra en post-emergencia del cultivo) y otro reduciendo el número de aplicaciones de herbicidas (una única aplicación de post-emergencia del cultivo en Madrid y ninguna en Copenhague). Para cada zona se habilitaron cuatro parcelas: marco tradicional con uso de herbicidas (T-herb), marco tradicional con reducción en el uso de herbicidas (T-mh), marco nuevo con uso de herbicidas (N-herb) y marco nuevo con reducción en el uso de herbicidas (N-mh).

En Copenhague la superficie total del ensayo fue de 1224 m<sup>2</sup> (60 m de largo y 20,4 m de ancho) y la variedad utilizada fue 'NK Bull', de Syngenta, ciclo FAO 200. En Madrid la superficie total del ensayo fue de 450 m<sup>2</sup> (30 m de largo por 15 m de ancho) y la variedad utilizada fue 'PR33Y74', de la empresa Pioneer de Dupont, ciclo FAO 600. Los resultados del rendimiento de biomasa seca final de maíz y malas hierbas de Madrid y Copenhague se sometieron a un análisis de la varianza ANOVA mediante el programa STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc, Tulsa USA). Así como el índice de infestación de malas hierbas/m<sup>2</sup>, realizado con un marco de madera de 0,25m<sup>2</sup> en el campo experimental de Copenhague.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de forraje fue mayor en los nuevos marcos de siembra. En Madrid el marco nuevo alcanzó una producción media de forraje de 26010 kg de materia seca/ha, mientras el marco tradicional se quedó en 20130 kg/ha, siendo el efecto marco de siembra, según el análisis ANOVA, significativo (F= 11,7; p<0,01). En Copenhague también el nuevo marco dio más producción, 13804 kg/ha frente a 11774 kg/ha del tradicional (F= 6,8; p<0,05).

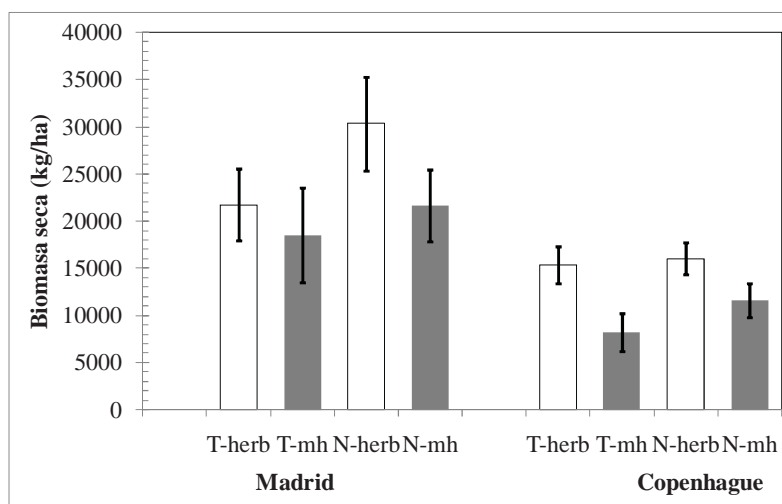


El tratamiento con aplicación de herbicidas en Madrid alcanzó una producción media de 26033 kg/ha mientras el tratamiento con reducción de herbicidas fue de 20107 kg/ha ( $F= 11,9$ ;  $p<0,01$ ). En Copenhague el tratamiento con herbicidas dio una producción de 15688 kg/ha y la producción en el tratamiento sin aplicar herbicidas fue de 9890 kg/ha ( $F= 55,7$ ;  $p <0,01$ ). En Copenhague el tratamiento que alcanzó el mayor rendimiento de biomasa seca por hectárea se corresponde con el ensayo del nuevo marco de plantación con aplicación de herbicidas (N-herb= 16023 kg/ha), mientras que el menor valor obtenido corresponde al marco tradicional sin uso de herbicidas (T-mh= 8195 kg/ha) duplicándose la diferencia entre ambos (Figura 1). Al igual que en Copenhague, el nuevo marco con aplicación de herbicidas logró el máximo rendimiento en Madrid (N-herb= 34127 kg/ha), siendo una vez más el tradicional con reducción de herbicidas el que presentó peores resultados (T-mh= 20845 kg/ha).

Los resultados de Copenhague mostraron un incremento del 41% de producción en materia seca de la biomasa aérea (kg/ha) en el marco nuevo respecto al tradicional cuando no se aplican herbicidas, y del 4% más cuando se emplean herbicidas. Sin embargo, en Madrid hubo un 40% más de producción en el tratamiento del nuevo marco con herbicidas, y de un 17% en el tratamiento del nuevo marco con reducción en la aplicación de herbicidas.

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Bullok *et al.* (1988), que obtuvieron igualmente un incremento en biomasa del cultivo de maíz con marcos más cuadrados. También coinciden con los mostrados por Barbieri *et al.* (2008) quienes presentaron un significativo aumento en biomasa seca con marcos separados 35 cm respecto a los separados por 75 cm. En cambio, se observan diferencias con los resultados de Cox *et al.* (1998) donde el incremento del rendimiento en marcos cuadrados, con separación de 38 cm, fue sólo del 4% y con los de Beres *et al.* (2008), que no obtuvieron un cambio significativo al reducir la separación entre líneas de cultivo.

**Figura 1. Producción de biomasa total de la parte aérea del maíz en materia seca (kg/ha) en Madrid y Copenhague. Para los tratamientos: tradicional con herbicida (T-herb), tradicional con reducción de herbicidas (T-mh), nuevo con herbicida (N-herb) y nuevo con reducción de herbicida (N-mh), las barras de error recogen el intervalo de confianza al nivel de probabilidad del 0.95.**





Respecto al control de malas hierbas, los resultados obtenidos en las primeras etapas de cultivo en el experimento de Copenhague, indicaron que en los nuevos marcos se produjeron un 36% y un 33% menos de malas hierbas/m<sup>2</sup> con cuatro y ocho hojas por planta de maíz respectivamente en parcelas sin uso de herbicidas, y un 12% y 11% menos con cuatro y ocho hojas respectivamente con uso de herbicidas, en comparación con los marcos tradicionales rectangulares. Los análisis ANOVA demostraron que tanto el marco de siembra ( $F= 30$ ;  $p < 0,01$ ) como el tratamiento ( $F= 36$ ;  $p < 0,01$ ) fueron factores significativos. En cuanto a la biomasa final de malas hierbas por hectárea, en los nuevos marcos se obtuvieron un 21 % (568 kg/ha) y un 11% (277 kg/ha) menos de malas hierbas en los experimentos de Copenhague y Madrid respectivamente, en comparación con los marcos tradicionales.

La selección de los marcos actuales de siembra es resultado del proceso de mecanización actual que puede ser superado en un futuro a medio plazo si resulta viable la construcción de pequeñas máquinas autónomas inteligentes (robots), capaces de desplazarse por el cultivo en marcos más estrechos, aplicando estrategias de escarda selectiva más respetuosas con el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que los patrones de siembra más cuadrados favorecen significativamente la producción de biomasa aérea del cultivo de maíz forrajero en condiciones muy diversas, comparado con los marcos tradicionales rectangulares. Los experimentos de campo llevados a cabo simultáneamente en Madrid y Copenhague en 2010 muestran un claro incremento de biomasa aérea seca en maíz forrajero en los nuevos marcos. El uso de herbicidas resultó más necesario en el marco tradicional que en el nuevo, donde el maíz compite en mejores condiciones con las malas hierbas, dado que afectan a condiciones micro-climáticas como temperatura y humedad del suelo a nivel de planta. Este aspecto será abordado en próximos estudios.

## AGRADECIMIENTOS

A Carlos, Pilar y Hans, y a los operarios de Copenhague y Madrid.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H. A., Chidichimo, H. O., 2007. *International Journal of Pest Management*, 53: 195-206.
- Barbieri, P.A., Echeverría, H. E., Sainz Rozas, H. R., Andrade, F.H., 2008. *Agronomy Journal*, 100: 1094-1100.
- Begna, S. H., Hamilton, R. I., Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Cloutier, D., Assemat, L., Foroutan-Pour, K., Smith, D. L., 2001. *Weed Technology*, 15: 647-653.
- Beres, B.L., Bremer, E., Van Dassel, C., 2008. *Canadian Journal of Plant Science*, 88: 713-716.
- Bertoia, L. M., 2010. <http://www.infortambo.com.ar>, verificado 14 mayo 2010.
- Bullock, D. G., Nielsen, R. L., Nyquist, W.E., 1988. *Crop Science*, 28: 254-258.
- Cox, W.J., Cherney, D. jr., 2001. *Agronomy Journal*, 93: 597-602.
- Cox, W.J., Cherney, D. jr., Hanchar, J. J., 1998. *Journal of Production Agriculture*, 11: 128-134.
- Maddoni, G.A., Chelle, M., Drouet, J.-L., Andrieu, B., 2001. *Field Crops Research*, 70: 1-13.
- Mohammed, A., Gumbs, F.A., 1982. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 27: 481-488.
- Smith, C. W., Betrán, J., Runge, E.C.A., 2004. John Wiley & Sons, INC., Hoboken, New Jersey (EE.UU.).



## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DEL PAPEL Y CARTÓN EN ESPAÑA Y ALEMANIA

Gili, Álvaro

Tutores: Alarcón, Silverio

*Departamento de Economía y CC Sociales Agrarias. E.T.S.I.Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*  
Correo electrónico: alvaro.gpozo@alumnos.upm.es

### RESUMEN

En este trabajo se realiza un análisis comparativo entre España y Alemania del sector del papel y cartón a partir de información contable agregada de la base de datos BACH. Se estudian factores como la productividad del trabajo, tamaño, activos intangibles, endeudamiento y distintos ratios de rentabilidad.

Se llega a la conclusión de que las empresas españolas de papel y cartón son de menor tamaño que las alemanas, están menos capitalizadas y presentan menores productividades parciales del trabajo. Además, se observa una disminución de la rentabilidad económica a lo largo de los años en ambos países.

**Palabras clave:** *productividad, endeudamiento, rentabilidad*

### INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es caracterizar el sector del papel y cartón en España. Se ha elegido Alemania para comparar los datos por ser un referente dentro de la UE. Una muestra de su importancia en este sector es el estándar DIN desarrollado por el ingeniero berlinés Dr. Walter Porstmann, usado de forma habitual y regulado por la norma DIN 476 del Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut für Normung) que define los formatos de papel y ha sido adoptada por la mayoría de los organismos nacionales de normalización europeos.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos que se presentan se han obtenido de la base de datos BACH (Bank for the Accounts of Companies Harmonised). Esta base está actualmente gestionada por el Banco de Francia y recoge información anual de las cuentas agregadas y armonizada de las empresas no financieras en una docena de países europeos. Contiene 95 agregados contables de balances y cuentas de resultados.

La metodología consiste en utilizar diferentes formulas de análisis económico-financiero. Para ello se ha utilizado Microsoft Office Excel.

Los factores analizados, y que se presentan seguidamente, son el tamaño de las empresas, activos fijos intangibles, endeudamiento, deudas comerciales, capital y reservas, rentabilidad económica y rentabilidad financiera.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño medio de las empresas en Alemania es superior al de España, tanto en número de empleados como en activos e ingresos de explotación.

Si se analizan por separado según estratos de tamaños, en Alemania las empresas grandes (de más de 50 millones de facturación) alcanzan de media los 200 millones de euros anuales y tienen una plantilla de unos 550 trabajadores frente a los 233 millones de euros anuales de las españolas y con más de 620 empleados. Esto quiere decir que las empresas españolas consideradas de gran tamaño tienen un mayor volumen de facturación y son más grandes que las alemanas.