



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

“Trabajo Final presentado para optar al grado de Ingeniero  
Agrónomo”

Modalidad: Proyecto

**INCIDENCIA DEL SISTEMA DOSIFICADOR Y LA  
VELOCIDAD DE AVANCE DE LA SEMBRADORA EN LA  
CALIDAD DE SIEMBRA DEL MAIZ**

**Coria, Elias**

**DNI: 34.117.053**

Director: Del Castagner, Roberto A. J.

Co-Director: Mattana, Ricardo R.

Río Cuarto – Córdoba  
Abril de 2018

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del trabajo final: Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz.

Autor: Coria, Elias

DNI: 34.117.053

Director: Del Castagner, Roberto A. J.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del jurado evaluador:

Fernández, Elena M.:

Peiretti, Guillermo E.:

Del Castagner, Roberto A. J.:

Fecha de presentación: 13/04/2018.

Aprobado por Secretaría Académica: 13/04/2018.

## RESUMEN

La correcta dosificación, en términos de densidad de siembra y distribución uniforme de la semilla en la línea de siembra, ha sido el principal motor que impulsó los cambios producidos en los sistemas dosificadores a lo largo del tiempo. Por dicho motivo, el trabajo tuvo como objetivo comparar la performance de un dosificador de siembra neumático y otro mecánico, en laboratorio y a campo, operando a distintas velocidades de avance respecto a la calidad fisiológica de las semillas, población de plantas logradas y rendimientos. El dosificador neumático actúa por succión y el mecánico tiene placa horizontal. Se utilizó un banco de ensayo estático de sembradoras construido por la Cátedra de Maquinaria Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto según normas internacionales ISO 7256-1 (Sowing equipment - Test methods - Part 1: Single seed drills). Fue simulado el movimiento relativo máquina-suelo mediante una cinta accionada por un motor eléctrico y cubierta con un material adherente donde quedan localizadas las semillas entregadas por el dosificador dispuesto en forma estacionaria. Se utilizó semilla híbrida de maíz (Nidera AX 870), cuya granulometría fue adecuada al calibre de la placa del dosificador mecánico. Se calibró el control estático de uniformidad de distribución sobre la línea. Se evaluaron las velocidades: 5, 7 y 9 km.hs<sup>-1</sup>. La altura de caída de los granos. Se midió la caída libre de la semilla (mm) desde la salida del dosificador hasta la cinta receptora, logrando que la misma sea idéntica (50 mm) en los dos tipos de dosificadores. Se calibró el dosificador para lograr una distancia teórica entre semillas de maíz de 200 mm ( $X = 200\text{mm}$ ). Se utilizó una densidad de 71.400 semillas/ha. Velocidades de siembra superiores a los 7 km.hs<sup>-1</sup> reducen la calidad fisiológica de las semillas, la población de plantas logradas, y con ello, se incrementan las pérdidas de rendimiento. Aumentos en la velocidad de avance producen elevadas velocidades de giro de la placa alveolada, generando mayores daños mecánicos a las semillas, como así también, menores coeficientes de llenado de los alveolos cuyos efectos negativos se reflejaron en la calidad de siembra. Respecto a la performance de los dosificadores evaluados, no se evidenciaron diferencias en cuanto al porcentaje de germinación y las plántulas vigorosas del Test de Frío, población de plantas logradas y producción de grano. La correcta elección de la placa de siembra, la utilización de semillas de tamaño uniforme y una adecuada velocidad de siembra para el caso del distribuidor mecánico permite alcanzar niveles de eficiencia en la implantación similares al dosificador neumático. Ambos sistemas fueron eficientes en el manejo de las semillas, logrando valores de rotura y daños mínimos, al igual que ínfimos porcentajes de fallas y/o duplicaciones.

**Palabras claves:** Calidad de siembra – Dosificadores – Velocidad de siembra

## ABSTRACT

The correct dosage, in terms of density of sowing and uniformity of distribution of the seed in the sowing line, has been the main engine that drove the changes produced in the dosing systems over time. For this reason, the objective of the work was to compare the performance of a pneumatic sowing dispenser and a mechanical one, in the laboratory and in the field, operating at different speeds in relation to the physiological quality of the seeds, the population of plants achieved and yields. The pneumatic dispenser acts by suction and the mechanic has a horizontal plate. We used a static test bench of seeders built by the Chair of Agricultural Machinery of the Faculty of Agronomy and Veterinary of the National University of Rio Cuarto according to international standards ISO 7256-1 (Sowing equipment - Test methods - Part 1: Single seed drills ). The relative machine-soil movement was simulated by a belt driven by an electric motor and covered with an adherent material where the seeds delivered by the doser arranged in stationary form are located. Hybrid maize seed (Nidera AX 870) was used, whose granulometry was adequate to the size of the mechanical dosing plate. The static control of uniformity of distribution on the line was calibrated. The speeds were evaluated: 5, 7 and 9 km.hs<sup>-1</sup>. The height of fall of the grains. The free fall of the seed (mm) from the dispenser outlet to the receiving tape was measured, making it identical (50 mm) in the two types of dispensers. The doser was calibrated to achieve a theoretical distance between corn seeds of 200 mm ( $X = 200\text{mm}$ ). A density of 71,400 seeds / ha was used. Seeding speeds above 7 km.hs<sup>-1</sup> reduce the physiological quality of the seeds, the population of plants achieved, and with this, yield losses increase. Increases in the speed of advance produce high speeds of rotation of the alveolate plate, generating greater mechanical damage to the seeds, as well as, lower filling coefficients of the alveoli whose negative effects were reflected in the seeding quality. Regarding the performance of the dosers evaluated, there were no differences in the percentage of germination and vigorous seedlings of the cold test, population of plants achieved and grain production. The correct choice of the sowing plate, the use of seeds of uniform size and an adequate sowing speed for the case of the mechanical distributor allows reaching levels of efficiency in the implantation similar to the pneumatic doser. Both systems were efficient in the management of the seeds, achieving values of breakage and minimal damage, as well as negligible percentages of faults and / or duplications.

**Key words:** Seed quality - Feeders - Planting speed

## ÍNDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>p.7</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>p.11</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>p.11</b>
<b>Materiales y Métodos.....</b>	<b>p.12</b>
<b>Resultados y Discusión.....</b>	<b>p.16</b>
<b>Consideraciones finales.....</b>	<b>p.23</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>p.24</b>
<b>Bibliografía citada.....</b>	<b>p.25</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>p.28</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Resultados del ANAVA (medias) correspondientes al poder germinativo (PG) y plántulas vigorosas del Test de Frío, luego de su tratamiento con ambos sistemas de dosificación .....	p.16
<b>Cuadro 2.</b> Resultados del ANAVA (medias) correspondientes al vigor y poder germinativo de las semillas luego de su tratamiento a diferentes velocidades de siembra.....	p.17
<b>Cuadro 3.</b> Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a plantas vigorosas, débiles y anormales evaluadas con el Test de Frío en ambos sistemas de dosificación .....	p.17
<b>Cuadro 4:</b> Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a plantas vigorosas, débiles y anormales evaluadas con el Test de Frío en diferentes velocidades de siembra.....	p.18
<b>Cuadro 5:</b> Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a semillas muertas, duras, frescas y durmientes evaluadas con el Test de Frío en ambos sistemas de dosificación.....	p.18
<b>Cuadro 6:</b> Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a semillas muertas, duras, frescas y durmientes evaluadas con el Test de Frío en diferentes velocidades de siembra.....	p.19
<b>Cuadro 7:</b> Resultados del ANAVA correspondientes a la población de plantas logradas evaluadas con ambos sistemas de dosificación .....	p.20
<b>Cuadro 8:</b> Resultados del ANAVA correspondientes a la población de plantas logradas evaluadas a diferentes velocidades de siembra .....	p.21
<b>Cuadro 9:</b> Resultados del ANAVA correspondiente a distancia media entre semillas, desvío estándar y pérdida teórica del rendimiento evaluados con ambos sistemas de dosificación y a diferentes velocidades de siembra.....	p.21

## INTRODUCCIÓN

El notable incremento en el rendimiento de los cultivos, necesarios para alimentar a una población mundial en aumento, fue posible gracias a la evolución conjunta de las prácticas de manejo, los agroquímicos y genética utilizada, como así también, al progreso de la maquinaria agrícola.

En este contexto, el mejoramiento en el diseño de sembradoras y de la operación de siembra tiene un papel trascendental que no sólo implica la optimización de la semilla como un insumo, sino que conlleva al logro del stand de plantas planificado, distribuido uniformemente y con un desarrollo homogéneo que tendrá influencia decisiva en la expresión del potencial de rendimiento. La optimización del espacio disponible para cada planta incrementará el rendimiento al minimizar la competencia intraespecífica por luz, agua y nutrientes, lo cual se encontrará asociado a la adecuada dosificación de las semillas (Griepentrog, 1998).

La correcta dosificación en términos de densidad de siembra y distribución uniforme de la semilla en la línea de siembra, ha sido el principal motor que impulsó los cambios producidos en los sistemas dosificadores a lo largo del tiempo (D'amico *et al.*, 2011).

Por lo expresado anteriormente, la elección de los equipos de siembra directa junto a los diferentes componentes que la integran, entre ellos el dosificador de semilla, son elementos básicos para obtener la máxima expresión del potencial de rendimiento, a través de una adecuada población y distribución de plantas. Ambos factores están asociados a la capacidad del dosificador de entregar una semilla por cada orificio de la placa dosificadora, sin faltantes ni duplicaciones, logrando la población de plantas deseada inicialmente (Andrade *et al.*, 1999).

Actualmente, los sistemas de dosificación más utilizados son los mecánicos y neumáticos, siendo los eléctricos aún poco difundidos. Los dosificadores mecánicos se caracterizan por utilizar placas con perforaciones adaptadas al tamaño y forma de la semilla. Para obtener buenos resultados con este mecanismo, se requiere de semillas que hayan sido previamente clasificadas en diferentes calibres. Aún con la semilla uniformemente calibrada, es necesario elegir con mucha precisión la placa distribuidora a utilizar; la adecuada relación del tamaño de la semilla con la perforación de la placa y su espesor, asegurará la entrega de una semilla por vez, estando esta condición asociada al grado de libertad que tenga la semilla para alojarse dentro de la celda. Si las semillas se alojan muy estrechamente en las perforaciones, la carga de las celdas puede resultar incompleta, mientras que, por el contrario, una excesiva holgura originará la entrada de dos o más semillas juntas (Hunt, 1983). En este sentido, Kepner *et al.* (1982) señalan que la experiencia indica que el diámetro del alvéolo debe ser un 10% mayor a la semilla más grande y la profundidad del alvéolo debe ser aproximadamente igual al espesor promedio de la semilla. Otras de las dificultades que presenta este sistema de dosificación, es la presencia de gatillos enrasadores y expulsores de la semilla, los cuales al no estar adecuadamente regulados producirán una mayor rotura de las mismas, pudiendo afectar su poder

germinativo (Hunt, 1983). Por otro lado, elevadas velocidades de avance de la sembradora, y por ende, altos valores de giro de la placa puede ser responsable de que los granos no caigan correctamente dentro de las celdas (Breece, *et al.*, 1992), o generar daño en la semilla, de manera que se vea afectada su viabilidad.

Con la utilización de dosificadores mecánicos para la siembra del maíz, si se elige la placa de siembra correctamente, semillas uniformes en tamaño y con una velocidad de siembra inferior a 6 km/h pueden lograrse iguales y hasta mayores eficiencias que las otorgadas por los distribuidores neumáticos, sólo que esas tres condiciones (semilla de calibre uniforme, placa de siembra bien elegida, y velocidad de siembra menor a 6km/h), prácticamente nunca se dan al mismo tiempo, de allí que frente a esta realidad el futuro son los distribuidores neumáticos (Bragachini *et al.*, 2003).

La principal ventaja que debe valorarse en un dosificador neumático es la polivalencia, es decir, la capacidad de manejar semillas desuniformes (Maroni, 2001). En estos, el tamaño del alvéolo es menor que el de la semilla a dosificar. La captación y retención de la semilla en los alveolos se realiza por medio de una corriente de aire que fluye a través de estos debido a una diferencia de presión a ambos lados de la placa. En el caso de los dosificadores por vacío, la corriente succiona la semilla hacia el alvéolo, porque la placa se ubica entre ésta y la fuente de depresión. La fuerza de retención hace que la semilla se mantenga adherida a la placa en el alveolo. De esta manera, puede ser transportada desde el talud de semillas hasta el punto de descarga, donde se corta la corriente de aire y desaparece la fuerza de succión. Este principio de funcionamiento implica que la semilla no deba introducirse en el alveolo, permitiendo dosificar material desuniforme en forma y tamaño, además de causarle menor daño mecánico a la semilla por la inexistencia de un gatillo expulsor. Como resultado de esto, aumentará la eficiencia de implantación y uniformidad de siembra, generando mayores rendimientos. Incluso el manejo de la densidad, en un dosificador neumático, puede resultar más fácil que en un mecánico (D´amico y Tesouro, 2007). Desde el punto de vista económico, la inversión en estos equipos queda plenamente justificada cuando se la compara con el costo de implantación del cultivo debido a la posibilidad de adquirir semillas sin calibrar, de menor precio pero igual calidad genética. También es necesario tener en cuenta la facilidad de operación del equipo y los tiempos economizados en la selección de las placas, incluyendo su adaptación e instalación en la sembradora para cada cambio de calibre de semilla (Maroni, 2001).

Otro de los factores que tiene gran influencia en el logro de una adecuada calidad de siembra (definiéndose sobre la base de la uniformidad de separación entre las semillas y de la profundidad a la que fueron ubicadas), es la velocidad de avance de la sembradora, la cual guarda relación directa con el rendimiento final de cultivo. Esto se debe a que velocidades de siembra superiores a  $5\text{km}\cdot\text{hs}^{-1}$  incrementan las fallas y/o duplicaciones debido a una excesiva velocidad de giro de la placa alveolada generando problemas de rotura y de bajo llenado de los alvéolos que resultan en mayores dispersiones



en la distancia entre plantas de maíz en la hilera (Bragachini *et al.*, 2003). Aumentos de la velocidad de siembra de 3 a 9 km.hs<sup>-1</sup>, provoca un incremento en la desuniformidad en la distribución de semillas de maíz, esto es, un aumento en el número de fallos y duplicaciones (García *et al.*, 2006). En definitiva, hay una mayor desuniformidad en la distribución y emergencia del cultivo, estableciéndose jerarquías de plantas dominantes y dominadas, que compiten de manera desigual por los recursos disponibles.

En maíz, el efecto de la desuniformidad temporal y espacial sobre el rendimiento está asociado a la disponibilidad de recursos por planta (Andrade *et al.*, 1999; Vega *et al.*, 2001). Dentro de ciertos rangos, el rendimiento adicional de las plantas con más recursos compensa el menor rendimiento de las plantas con mayor nivel de competencia. No obstante, existen situaciones extremas, donde se establecen jerarquías de plantas dominantes y dominadas, donde estas últimas compiten con desventaja, son relegadas, y producen rendimientos mínimos e incluso sin producción de granos (Vega y Sadras, 2003; Maddonni y Otegui, 2004). Se han reportado disminuciones de variada magnitud en el rendimiento de cultivos desuniformes de maíz (Nafzinger *et al.*, 1991; Nielsen, 1993; Bragachini *et al.*, 2002). Nielsen (2001) especialista de la ubicación espacial (uniformidad de distribución) de las plantas de maíz y su influencia sobre el rendimiento, luego de 6 años de estudios concluyó que para el Estado de Indiana- EE.UU. por cada cm de desvío estándar por encima de 5, se pierden 62 kg.ha<sup>-1</sup> del rendimiento potencial del maíz. Evaluaciones realizadas en Argentina por el Proyecto Agricultura de Precisión (Bragachini M., Von Martini Axel, Méndez A.) muestra resultados que marcan similares tendencias de caída del rendimiento potencial frente a desuniformidad de implantación del maíz (Bragachini *et al.*, 2002).

Desde el punto de vista económico, el lucro cesante debido a la disminución de la capacidad operativa al optar por la siembra a baja velocidad, puede ser compensado e incluso excedido por el incremento de la producción del cultivo, producto de una distribución espacial uniforme (Bragachini *et al.*, 2009). Por otra parte, en siembra directa de maíz, la profundidad de siembra, la emergencia y el distanciamiento entre plantas no son independientes de la velocidad de trabajo en el rango de 7 a 9 km.hs<sup>-1</sup> (Amado *et al.*, 2005). Tesouro *et al.* (2009) concluye que la velocidad de avance tuvo un marcado efecto negativo sobre las semillas aceptablemente sembradas cuando se sobrepasó los 7 km.hs<sup>-1</sup>, incrementando los fallos y la desuniformidad en la línea de siembra. En ensayos llevados a cabo en el INTA Manfredi, se encontró que al aumentar la velocidad de siembra de 6 a 9 km.hs<sup>-1</sup>, no solo se alteró la densidad real de siembra y el desvío estándar, sino que también se perjudicó la eficiencia de funcionamiento del tren de siembra alterando la colocación, fijación, tapado y profundidad de la semilla, resultando en la presencia de plantas dominantes y dominadas, que crecerán a una menor tasa, reduciendo así su rendimiento (Bragachini *et al.*, 2003).

Por otro lado, las altas velocidades de avance con abundante rastrojo en superficie, favorecen las atoraduras y pueden afectar el cubrimiento de la semilla, efectos que determinan la sugerencia, por parte de los fabricantes, de operar a velocidades que no excedan los  $6 \text{ km.hs}^{-1}$  (Maroni, 1994). La velocidad de trabajo afecta tanto la dosificación como a la distribución, ya que velocidades de siembra por encima de los  $4 \text{ km.hs}^{-1}$  producen un aumento del desvío estándar en la distribución de plantas y una disminución en el peso de las espigas; disminuyendo el rendimiento en grano (Balboa *et al.*, 2010) e incrementa el daño de la semilla por parte de los dosificadores (Tourn *et al.*, 1998), mientras que al exceder los  $8 \text{ km.hs}^{-1}$  provoca desuniformidad en la profundidad de siembra (Delafosse, 1982). El efecto de estos factores incide directamente en la población, por lo que las velocidades de avance crecientes disminuyen el stand de plantas logradas y la uniformidad de la distribución de las mismas (Baker, 1994; Balboa *et al.*, 2010).

En base a estos antecedentes, surge la necesidad de evaluar la performance de la sembradora, en lo que al sistema de dosificación y velocidad de avance se refiere, lo cual conducirá al logro de una mejor calidad de siembra que permita incrementos significativos del rendimiento.

## **HIPÓTESIS**

El distribuidor neumático de semillas asociado a una baja velocidad de siembra disminuirá el porcentaje de granos quebrados y/o dañados respecto del dosificador mecánico, garantizando una mayor calidad de siembra en base a la mejor uniformidad en la separación entre plantas y en el tiempo de emergencia, como así también en la población de plantas logradas, lo que determinara incrementos en los niveles de rendimiento.

## **OBJETIVOS**

### **Generales**

- Comparar la performance de un dosificador de siembra neumático y uno mecánico en laboratorio y a campo operando a distintas velocidades de siembra.

### **Específicos**

- Determinar en laboratorio los daños mecánicos y la calidad fisiológica de las semillas de maíz de acuerdo a Normas de Ensayo para sembradoras de granos gruesos con diferentes sistemas dosificadores.
- Evaluar a campo la eficiencia de siembra, población de plantas logradas y producción de grano de acuerdo al tipo de dosificador y velocidad de avance de la sembradora.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

A los efectos de evaluar la prestación de dos tipos de dosificadores en la siembra de maíz, en el mes de Septiembre del año 2013, se efectuaron ensayos comparativos de laboratorio y a campo utilizando dos sembradoras equipadas, en cada caso, con dosificadores neumáticos por succión y mecánicos de placa horizontal respectivamente, operando a diferentes velocidades de siembra (5, 7 y 9 km.hs<sup>-1</sup>).

Cabe aclarar que ambas sembradoras poseen características constructivas similares, manteniendo el mismo tren de siembra, lo que garantiza que la única diferencia existente entre ellas sea el tipo de dosificación y entrega de semillas.

### ***Ensayo en condiciones de laboratorio***

Se utilizó un banco de ensayo estático de sembradoras construido por la Cátedra de Maquinaria Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto según normas internacionales ISO 7256-1(Sowing equipment - Test methods - Part 1: Single seed drills). En el mismo, se simuló el movimiento relativo máquina-suelo mediante una cinta accionada por un motor eléctrico y cubierta de un material adherente donde quedan localizadas (retenidas) las semillas entregadas por el dosificador dispuesto en forma estacionaria.

Se empleó semilla híbrida de maíz (Nidera AX 870), cuya granulometría fue adecuada al calibre de la placa del dosificador mecánico.

### **Calibraciones**

- Control estático de uniformidad de distribución sobre la línea.
- Velocidades ensayadas: 5, 7 y 9 km.hs<sup>-1</sup>.
- Altura de caída de los granos. Se midió la caída libre de la semilla (mm) desde la salida del dosificador hasta la cinta receptora, logrando que la misma sea idéntica (50 mm) en los dos tipos de dosificadores.
- Media teórica (X). Se calibró el dosificador para lograr una distancia teórica entre semillas de maíz equivalente a 200 mm (X = 200mm).
- Densidad (semillas/hectárea): Se calibró el dosificador para lograr una densidad de siembra equivalente a 71.400 semillas por hectárea.

### **Determinaciones**

Se extrajeron siete muestras representativas de 250 semillas cada una, tanto de la bolsa testigo (previo al paso por el dosificador) como de posteriores al paso por el mismo, recolectando estas a la salida del conducto de caída de la semilla y antes de que se adhieran a la cinta. De las 7 muestras

extraídas, una correspondió a la semilla testigo (sin paso por el dosificador), tres correspondieron a las semillas entregadas por el dosificador neumático por succión operando a 5, 7 y 9 km.hs<sup>-1</sup> y las tres restantes, correspondieron a las semillas entregadas por el dosificador mecánico de placa horizontal operando a idénticas velocidades.

A su vez, de cada una de las siete muestras, se tomaron cuatro sub muestras de 50 semillas cada una y posteriormente se evaluó el daño mecánico generado en las semillas a través del test de frío (Craviotto y Arango Perearnau, 2009).

#### Variables

- ❖ *Vigor y poder germinativo:* Se estimó la calidad fisiológica de las semillas por medio del test de frío, en cada tratamiento y sus repeticiones, expresando los resultados obtenidos en porcentaje (Hampton y Tekrony, 1995).

$$(\sum \text{plantas vigorosas} \times 100) / \text{Total plantas de la muestra} = \text{VIGOR} (\%)$$

$$(\sum \text{plantas vigorosas} + \text{débiles} \times 100) / \text{Total plantas de la muestra} = \text{PG} (\%)$$

- ❖ *Plantas vigorosas, débiles y anormales.*
- ❖ *Semillas muertas, duras, frescas y durmientes.*

#### ***Ensayo comparativo a campo***

Se efectuó en el campo de docencia y experimentación de la FAV-UNRC ubicado geográficamente a 33° 07' S y 64° 14' W, en la zona de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina, sobre un suelo franco arenoso clasificado taxonómicamente como Hapludol típico.

A efectos de evaluar el desempeño de los dosificadores, se efectuaron los ensayos comparativos de acuerdo a la siguiente metodología:

#### Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de parcelas en franja (strip plot) conformando 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos quedaron definidos como se describe a continuación:

1. Sembradora de siembra directa, provista de dosificador de semillas neumático tipo Clic Agrometal y tren de siembra conformado por cuchilla de microlabranza tipo turbo; discos doble de apertura de la línea de siembra con doble rueda niveladora, rueda fijadora de la semilla y rueda empaquetadora con discos estrellados para el cierre del surco, trabajando a 5 km.hs<sup>-1</sup> (N5).
2. Ídem a punto 1, trabajando a 7 km.hs<sup>-1</sup> (N7).
3. Ídem a punto 1, trabajando a 9 km.hs<sup>-1</sup> (N9).

4. Sembradora de siembra directa, provista de dosificador de semillas mecánico de placa horizontal tipo Agrometal y tren de siembra conformado por cuchilla de microlabranza tipo turbo; discos doble de apertura de la línea de siembra con doble rueda niveladora, rueda fijadora de semilla y rueda empaquetadora con discos estrellados para el cierre del surco, trabajando a  $5 \text{ km.hs}^{-1}$  (M5).
5. Ídem punto 4, trabajando a  $7 \text{ km.hs}^{-1}$  (M7).
6. Ídem punto 4, trabajando a  $9 \text{ km.hs}^{-1}$  (M9).

PARCELA	BLOQUE	TIPO DE DOSIFICADOR	VELOCIDAD ( $\text{Km h}^{-1}$ )		
B	B	N	7	7	7
1	I	N	7	9	5
2		M	7	9	5
3	II	M	5	7	9
4		N	5	7	9
5	III	M	9	7	5
6		N	9	7	5
7	IV	N	7	9	5
8		M	7	9	5
B	B	M	7	7	7

**Figura 1:** Diseño de parcelas en franja (*strip plot*) conformando 6 tratamientos y 4 repeticiones delimitado por borduras (B). M: dosificador mecánico. N: dosificador neumático.

#### Calibraciones y determinaciones

Se utilizó semilla de maíz del mismo híbrido (Nidera AX 870) de granulometría adecuada al calibre de las placas de siembra de los dosificadores mecánicos. Se calibraron y regularon los equipos de modo que se lograra idéntica densidad y profundidad de siembra en todos los tratamientos. La distancia entre líneas de siembra fue de 700 milímetros. La siembra se efectuó el 10 de Diciembre del año 2013 sobre un rastrojo de trigo. Se realizó la práctica de riego por aspersión con un sistema de avance frontal, el cual estuvo a cargo de la cátedra de hidrología de la UNRC, quien se encargó de decidir el momento y la cantidad de agua (mm) a regar en función de las condiciones edafo-climáticas y necesidades del cultivo a lo largo de su ciclo ontogénico para evitar la ocurrencia de un estrés hídrico y minimizar su influencia directa sobre el rendimiento final del cultivo.

### Variables

- ❖ *Población de plantas logradas*: Para su determinación, se procedió a contar el número de plantas logradas en 14,28 metros lineales (equivalentes a 10 m<sup>2</sup>), en todos los tratamientos y sus repeticiones, en sectores representativos del cultivo.
- ❖ *Rendimiento en grano*: La estimación del rendimiento, se pretendió realizar en forma manual una vez que los granos alcanzaran un 14% de humedad, tomando muestras representativas (10 m<sup>2</sup>) en todos los tratamientos y sus repeticiones. Debido a que el ensayo se ubicó en inmediaciones de la UNRC (CAM.DO.CEX), zona periurbana según la normativa de ley vigente para agroquímicos en la provincia de Córdoba, se vio limitado el control químico de plagas (principalmente *Spodoptera frugiperda* y *Myiopsitta monachus*), resultando en graves daños al cultivo, que impidieron la obtención de espigas necesarias para la determinación del rendimiento.

En consecuencia, y ante la necesidad de conocer aproximadamente el rendimiento teórico del cultivo, es que se decidió aplicar el cálculo desarrollado por Nielsen. Este relaciona el desvío estándar del espaciamiento entre plantas sobre la línea de siembra con el rendimiento final del cultivo. En el mismo, se determina una pérdida de 62 kg.ha<sup>-1</sup> por cada centímetro de desvío estándar por encima de 5 cm (Nielsen *et al.*, 2001). En otro trabajo realizado por Balboa *et al.*, (2010) se midieron pérdidas de rendimiento potencial superiores a las de Nielsen, siendo estas de 181 kg.ha<sup>-1</sup> por cada centímetro de desvío estándar por encima de 5 cm.

El desarrollo del cálculo de rendimiento, se efectuó a través del desvío estándar del espaciamiento entre plantas de maíz resultantes de la siembra con dosificadores neumáticos por succión y mecánicos de placa horizontal, operando a 5, 7 y 9 km.hs<sup>-1</sup>. De esta manera, se logró obtener una aproximación del rendimiento potencial que pudo haber alcanzado el cultivo en todos sus tratamientos y repeticiones (Miglia, 2016).

### ***Análisis estadístico***

Todas las variables evaluadas presentaron una distribución normal y homogénea, razón por la cual, no fue necesario realizar una transformación previa de los datos.

Los resultados obtenidos se analizaron por métodos estadísticos, realizando los ANAVA correspondientes mediante el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Ensayo de laboratorio*

Mediante la utilización del programa estadístico Infostat, se logró obtener los valores del ANAVA correspondiente a plantas vigorosas, débiles, anormales, semillas muertas, duras, frescas y durmientes; además del poder germinativo y vigor en cada uno de los tratamientos ensayados.

Los análisis de poder germinativo y vigor de las semillas constituyen aspectos centrales a desarrollar, debido a su incidencia directa en el logro de una adecuada calidad de siembra. El primero, indica el porcentaje de semillas que germinó y desarrollo plántulas normales, cuando se colocó en condiciones ambientales óptimas para su crecimiento. El segundo, por su parte, determinará la velocidad y uniformidad de germinación y crecimiento de plántulas, la capacidad de germinación bajo condiciones ambientales desfavorables y el comportamiento después del almacenamiento, especialmente la habilidad de mantener la capacidad de germinación. El objetivo de los análisis de vigor es el de evaluar o detectar diferencias significativas en la calidad fisiológica de los lotes de semillas con germinación semejante, complementando las informaciones aportadas por el análisis estándar de germinación. No tiene sentido evaluar el vigor de semillas con poder germinativo inferior al estándar mínimo requerido para su comercialización, pues su baja calidad fisiológica ya fue detectada por el análisis de germinación. La evaluación de sus resultados en condiciones de laboratorio, no presentaron diferencias estadísticas significativas en el uso de ambos sistemas de dosificación para cada velocidad ensayada (cuadro 1), sin embargo, se evidencian notorias diferencias en cuanto al efecto de la velocidad de avance empleada, ya que, tanto vigor como PG disminuyeron con el incremento en la velocidad de siembra (cuadro 2).

**Cuadro 1:** Resultados del ANAVA (medias) correspondientes al poder germinativo (PG) y plántulas vigorosas del Test de Frío, luego de su tratamiento con ambos sistemas de dosificación.

DOSIFICADOR	PLÁNTULAS VIGOROSAS	PG
<b>Neumático</b>	92,33 A	94,67 A
<b>Mecánico</b>	91,67 A	94,17 A

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).*



**Cuadro 2:** Resultados del ANAVA (medias) correspondientes al vigor y poder germinativo de las semillas luego de su tratamiento a diferentes velocidades de siembra.

VELOCIDAD	VIGOR	PG
5 km.hs <sup>-1</sup>	95,75 A	97,75 A
7 km.hs <sup>-1</sup>	92,50 B	94,75 B
9 km.hs <sup>-1</sup>	87,75 C	90,75 C

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).*

La cuantificación de plantas vigorosas y débiles obtenidas por medio del test de frío resultaron importantes en la determinación de los parámetros que definen la calidad fisiológica de las semillas, las primeras permitieron conocer el vigor, mientras que la sumatoria de ambas determinaron el poder germinativo, adquiriendo relevancia la comprensión de sus resultados.

Los mismos, en el caso de las plantas vigorosas, no mostraron diferencias estadísticas entre ambos mecanismos de dosificación (cuadro 3). En cambio, hubo una disminución al aumentar la velocidad (cuadro 4).

Por su parte, al evaluar las plantas débiles, no se observaron diferencias entre dosificadores (cuadro 3), como así tampoco en la velocidad de avance de la sembradora (cuadro 4).

Finalmente, las plantas anormales no fueron modificadas por el sistema de dosificación (cuadro 3), pero incrementaron con la mayor velocidad de avance (cuadro 4), contribuyendo, en parte, a la reducción de la calidad fisiológica de las semillas analizadas.

**Cuadro 3:** Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a plantas vigorosas, débiles y anormales evaluadas con el Test de Frío en ambos sistemas de dosificación.

DOSIFICADOR	PLANTAS VIGOROSAS	PLANTAS DÉBILES	PLANTAS ANORMALES
Neumático	92,33 A	2,50 A	3,67 A
Mecánico	91,67 A	2,33 A	3,17 A

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).*

**Cuadro 4:** Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a plantas vigorosas, débiles y anormales evaluadas con el Test de Frío en diferentes velocidades de siembra.

VELOCIDAD	PLANTAS VIGOROSAS	PLANTAS DEBILES	PLANTAS ANORMALES
5 km.hs <sup>-1</sup>	95,75 A	2,00 A	1,75 A
7 km.hs <sup>-1</sup>	92,50 B	2,25 A	3,25 A
9 km.hs <sup>-1</sup>	87,75 C	3,00 A	5,25 B

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).*

Posteriormente, se analizaron los resultados correspondientes a las semillas durmientes por ser las únicas en registrar variaciones (producto de la suma entre duras y frescas). Estas son organismos vivos capaces de conservar el poder germinativo y germinar una vez alcanzada la madurez fisiológica, pero que en determinadas ocasiones no pueden lograrlo debido a impedimentos internos propios de la semilla, aun cuando las condiciones del medio fueran propicias para hacerlo. Conservarán su viabilidad por un periodo de tiempo hasta que las condiciones internas cambien, permitiendo que se desarrolle el proceso de germinación.

Examinando los resultados arrojados por el análisis de varianza, se pudo observar que no existen diferencias significativas en el valor de semillas durmientes al optar entre ambos sistemas de dosificación para cada velocidad en particular (cuadro 5). En cambio, se incrementó con la mayor velocidad (9 km.hs<sup>-1</sup>) (cuadro 6).

**Cuadro 5:** Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a semillas muertas, duras, frescas y durmientes evaluadas con el Test de Frío en ambos sistemas de dosificación.

DOSIFICADOR	SEMILLAS MUERTAS	SEMILLAS DURAS	SEMILLAS FRESCAS	SEMILLAS DURMIENTES
Neumático	0,00 s/d	0,00 s/d	2,17 A	2,17 A
Mecánico	0,00 s/d	0,00 s/d	2,17 A	2,17 A

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). s/d: sin datos*

**Cuadro 6:** Resultados del ANAVA (medias) correspondientes a semillas muertas, duras, frescas y durmientes evaluadas con el Test de Frío en diferentes velocidades de siembra.

VELOCIDAD	SEMILLAS MUERTAS	SEMILLAS DURAS	SEMILLAS FRESCAS	SEMILLAS DURMIENTES
<b>5 km.hs<sup>-1</sup></b>	0,00 s/d	0,00 s/d	0,50 A	0,50 A
<b>7 km.hs<sup>-1</sup></b>	0,00 s/d	0,00 s/d	2,00 A	2,00 A
<b>9 km.hs<sup>-1</sup></b>	0,00 s/d	0,00 s/d	4,00 B	4,00 B

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). s/d: sin datos.*

Estos resultados demuestran que la reducción del PG (%) se debió a la presencia de plántulas anormales (cuadro 4) y semillas frescas (cuadro 6) como consecuencia de un aumento en la velocidad de siembra. El aumento en la velocidad de giro de la placa alveolada genera un daño mecánico en las semillas que deprime su calidad fisiológica (Bragachini *et al.*, 2003). En definitiva, habrá menor porcentaje de semillas que germinen y desarrollen plántulas normales, afectando la población de plantas logradas y uniformidad, como así también, el rendimiento.

### **Ensayo a campo**

A partir de los resultados registrados, se hallaron evidencias estadísticas significativas para afirmar que el tipo de dosificador a emplear para cada velocidad en particular no generó efectos significativos sobre la población de plantas logradas por unidad de superficie (cuadro 7). Esto se atribuye a que si la elección de la placa de siembra es correcta, se utilizan semillas de tamaño uniforme y una adecuada velocidad de siembra para el caso del dosificador mecánico, no se generan diferencias respecto al distribuidor neumático, concordando con los resultados obtenidos en el proyecto de agricultura de precisión desarrollado por el INTA Manfredi en el año 2003. En cambio, la velocidad de avance juega un rol determinante en la población de plantas logradas, la cual disminuye a medida que la velocidad se incrementa por encima de los 7km.hs<sup>-1</sup> (cuadro 8). Menores velocidades de giro de la placa dosificadora se relacionan positivamente con un incremento en el coeficiente de llenado de los alveolos, permitiendo el logro de la población de plantas deseadas inicialmente (Kepner *et al.*, 1982). A su vez, al implementar bajas velocidades de siembra se logran adecuados valores de PG atribuibles a un mejor tratamiento de la semilla por parte del dosificador. Esto se debe a que menores velocidades tangenciales de la placa dosificadora resultan en bajo nivel de daño de las semillas sometidas al impacto. Las semillas son expulsadas con menor fuerza centrípeta (inercial) imprimiéndoles un menor daño mecánico al rebotar menos dentro del tubo de bajada (De Simone y Godoy, 2008). En resumen, lo expresado anteriormente conducirá al detrimento en la calidad fisiológica de las semillas, impidiendo alcanzar el stand de plantas deseadas, y cuyo impacto final, quedara reflejado en el rendimiento.

**Cuadro 7:** Resultados del ANAVA correspondientes a la población de plantas logradas evaluadas con ambos sistemas de dosificación.

DOSIFICADOR	PLANTAS LOGRADAS/10 M <sup>2</sup> (medias)
<b>Neumático</b>	89,08 A
<b>Mecánico</b>	89,32 A

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).*

Respecto al rendimiento, Miglia (2016) determinó a través de una fórmula matemática basada en el desvío estándar (Nielsen *et al.*, 2001), el efecto de los sistemas de dosificación y velocidades de avance citadas anteriormente sobre el rendimiento final del cultivo de maíz.

**Cuadro 8:** Resultados del ANAVA correspondientes a la población de plantas logradas evaluadas a diferentes velocidades de siembra.

VELOCIDAD	PLANTAS LOGRADAS/10M <sup>2</sup> (medias)
<b>5 km.hs<sup>-1</sup></b>	94,89 A
<b>7 km.hs<sup>-1</sup></b>	89,61 A
<b>9 km.hs<sup>-1</sup></b>	83,09 B

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).*

Al comparar velocidades de siembra, los ensayos a campo sugieren que las velocidades de 5 y 7 km.hs<sup>-1</sup> son las que presentaron el mejor comportamiento, diferenciándose del tratamiento realizado a 9 km.hs<sup>-1</sup>, en coincidencia con lo expresado por Delafosse, 1985; Baker, 1994 y Balboa, 2010 (cuadro 9). Esto pudo deberse a que velocidades de siembra superiores a 7 km.hs<sup>-1</sup> incrementan las fallas y/o duplicaciones debido a una excesiva velocidad de giro de la placa alveolada que genera los problemas de rotura y de bajo llenado de los alvéolos que resultan en mayores dispersiones (desuniformidad) en la distancia entre plantas de maíz en la hilera (Bragachini *et al.*, 2003).

**Cuadro 9:** Resultados del ANAVA correspondiente a distancia media entre semillas, desvío estándar y pérdida teórica del rendimiento evaluados con ambos sistemas de dosificación y a diferentes velocidades de siembra.

Fuentes de variación		Distancia media entre semillas (cm)	DS promedio (cm)	Porcentaje de datos correctos (10-30 cm)	Porcentaje de datos en intervalo $\bar{x} \pm 5$ cm	Pérdida de rendimiento teórica (kg.hs <sup>-1</sup> )
<b>Dosificador</b>	N	24 A	10 A	78,8 A	69 A	<b>339 A</b>
	M	19,6 B	9,58 A	79,44 A	65,25 A	<b>260 A</b>
<b>Velocidad (km.hs<sup>-1</sup>)</b>	5	21,9 a	8,13 a	83,44 b	74,25 b	<b>196 a</b>
	7	20,5 a	9,25 a	81,26 b	68,88 b	<b>268 a</b>
	9	23 b	12 b	72,82 a	58,25 a	<b>433 b</b>
<b>Valor p</b>	V	0,009	0,019	0,01	0,006	<b>0,03</b>
	D	<0,0001	0,68	0,95	0,29	<b>0,25</b>
	V x D	0,55	0,14	0,78	0,4	<b>0,72</b>

*Referencias:* D: dosificador (N: neumático, M: mecánico); V: velocidad (5,7 y 9 km h<sup>-1</sup>); DS: desvío estándar.

Letras distintas entre los niveles de cada factor indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Una distribución de semillas desuniforme expondrá al cultivo a una mayor jerarquización entre individuos, resultando en la presencia de plantas dominadas y dominantes, lo tendrá un impacto directo sobre el rendimiento en grano al momento de realizar la cosecha. Las plantas dominadas crecerán a una menor tasa, reduciendo así su rendimiento (Ferrari y Ferrari, 2015).

Por otra parte, al comparar el funcionamiento de los dosificadores, los resultados obtenidos del ensayo a campo demuestran que no existen diferencias estadísticas al optar entre uno y otro sistema de dosificación, en concordancia a lo expresado por Bragachini *et al.* 2003 (cuadro 9). Esto se fundamenta en que si se elige la placa de siembra correctamente, semillas uniformes en tamaño y una velocidad de siembra inferior a 6 km/h pueden lograrse iguales y hasta mayores eficiencias que las otorgadas por los distribuidores neumáticos, sólo que estas tres condiciones (semilla de calibre uniforme, placa de siembra bien elegida, y velocidad de siembra menor a 6km/h), prácticamente nunca se dan al mismo tiempo, de allí que frente a esta realidad el futuro son los distribuidores neumáticos. Más allá de estos resultados, la mayor parte de los trabajos de investigación realizados, orientan sus resultados hacia mayores rendimientos mediante el empleo dosificadores neumáticos. Esto se sustenta, en todos los casos, sobre la base de que dicha tecnología permite una alta eficiencia en el manejo de las semillas, logrando valores de rotura y daños mínimos, al igual que, ínfimos porcentajes de fallas y/o duplicaciones que aseguran la correcta uniformidad y stand de plantas logradas, aspectos claves a la hora de implantar un cultivo de maíz.

## CONSIDERACIONES FINALES

El esfuerzo por maximizar la eficiencia de producción del cultivo de maíz por parte de productores, agrónomos, universidades, organismos públicos, etc. ha llevado a concentrar la atención en un factor de producción poco tenido en cuenta hasta ahora: *la calidad de siembra*. Esto se debe, a que más allá del nivel tecnológico a emplear, la siembra de calidad, definida por la mínima diferencia entre las plantas posibles de obtener y las emergidas, como así también, la máxima uniformidad en la separación entre plantas y en el tiempo de emergencia, se considera fundamental para lograr los objetivos de rendimientos propuestos. Resulta un factor determinante que permitirá explicar, en gran medida, el éxito alcanzado por el mismo.

Para llevarla a cabo, resulta necesario conocer y estudiar detalladamente los diferentes elementos componentes del equipo sembrador, siendo uno de los más importantes, *el dosificador*.

En relación a esto, y debido al extenso abanico de dosificadores ofrecido en el mercado, se decidió comparar la performance entre los mayormente utilizados por los productores argentinos. Ellos son el dosificador mecánico y dosificador neumático por succión, los cuales deben presentar características que impidan variación en la dosificación monograno, ya sea por duplicaciones, fallos o alteraciones en la viabilidad de las semillas. Por este motivo, fueron analizados en base a variables de interés agronómico (PG de las semillas, población de plantas logradas por unidad de superficie y rendimiento en grano) en las tres velocidades de siembra preestablecidas inicialmente.

Por su parte, considerando a la *velocidad de avance* una tecnología de costo cero con alto impacto en el rendimiento, se procedió a comparar el funcionamiento de ambos sistemas de dosificación operando a velocidades de 5, 7 y 9 km.hs<sup>-1</sup>. En este sentido, operaciones realizadas de manera eficiente determinarán una correcta distribución de semillas en el surco, que se verá reflejado en el aumento de rendimiento.

Finalizando el presente trabajo, resulta necesario aclarar que no es necesario hacer agricultura de precisión para comenzar a pensar en calidad de siembra. Aun sin variar la dosis de semilla o el distanciamiento, se puede mejorar la eficiencia con solo controlar el funcionamiento del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora.

## **CONCLUSIÓN**

Velocidades de siembra superiores a los 7 km.hs<sup>-1</sup> generan una disminución en la calidad fisiológica de las semillas, una menor población de plantas logradas, y con ello, pérdidas de rendimiento. Esto se atribuye a que incrementos en la velocidad de avance producen elevadas velocidades de giro de la placa alveolada, generando mayores daños mecánicos a las semillas, como así también, menores coeficientes de llenado de los alveolos cuyos efectos negativos se reflejaron en la calidad de siembra.

Respecto a la performance de los dosificadores evaluados, no se evidenciaron diferencias en cuanto a PG y vigor de las semillas, población de plantas logradas y producción de grano. Esto se sustenta, sobre la base de que la correcta elección de la placa de siembra, la utilización de semillas de tamaño uniforme y una adecuada velocidad de siembra para el caso del distribuidor mecánico permite alcanzar niveles de eficiencia en la implantación similares al dosificador neumático. Ambos sistemas fueron eficientes en el manejo de las semillas, logrando valores de rotura y daños mínimos, al igual que, ínfimos porcentajes de fallas y/o duplicaciones.



### **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

- AMADO, M.; M. C. TOURN y H. ROSATTO. 2005. *Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz*. Avances en ingeniería agrícola 2003 – 2005. VIII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Villa de Merlo, San Luís. 77-81 ISBN 987-05-0140-0.
- ANDRADE, F. H.; C. VEGA; S. UHART; A. CIRILO; M. CANTARERO y O. VALENTINUZ. 1999. *Kernel number determination in maize*. *Crop Sci.*, 39: 453–459.
- BAKER, C. J., 1994. Sistema cross-slot: fundamentos científicos y experimentación. *II Conferencia sobre Experiencias Internacionales en Siembra Directa*. *Revista Agronomía* 2000, 5: 13-17.
- BALBOA, G. R.; G.P. ESPOSITO; C. A. CASTILLO y G. DE DESEO. 2010. *Uniformidad espacial de plantación de maíz*. Producción de Cereales. FAV. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- BRAGACHINI, M; A. VON MARTINI; A. MÉNDEZ y R. BONGIOVANNI. 2002. Avances en la agricultura de precisión en Argentina. *Tercer taller internacional de agricultura de precisión del cono sur de América*. Carlos Paz, Córdoba. 7 p.
- BRAGACHINI, M; A. VON MARTINI; A. MÉNDEZ; F. PACIONI y M. ALFARO. 2002. *Siembra de maíz, eficiencia de implantación y su efecto sobre la producción de grano*. *Tercer Taller Internacional de Agricultura de Precisión del Cono Sur de América*, 17-19 Diciembre 2002, Carlos Paz, Córdoba, Argentina. 9 p.
- BRAGACHINI, M; A. MÉNDEZ; J. PEIRETTI y F. SCARAMUZZA. 2003. *Proyecto Agricultura de Precisión. Sembradoras para Siembra Directa*. Secretaría de Agricultura Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Córdoba, Argentina 1-11 p.
- BRAGACHINI, M.; A. MÉNDEZ; F. SCARAMUZZA; J. P. VÉLEZ y D. VILLARROEL. 2009. Impacto económico de la siembra de maíz a alta velocidad. En *Actas del X Congreso de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR*. 1ra Ed. UNR Editora. p: 64-68 (CD-ROM) ISBN 978-950-673-748-1.
- BREECE H. E., H. V. HANSEN y T. A. HOEMER. 1992. Sembradoras en hileras. En: *Fundamentos de funcionamiento de maquinaria: Siembra*. Deere & Co, Moline, Illinois. EE.UU. p: 18-91.
- CRAVIOTTO, R. M. y ARANGO PEREARNAU, M. R. 2009. Evaluando la calidad en simiente de maíz: la prueba de frío. INTA EEA OLIVEROS.
- D’AMICO, J y O. TESOURO, 2007. *Dosificadores neumáticos por succión: Pautas de uso y regulación para la siembra de precisión*. INTA Castelar, Buenos Aires. p: 24.

- D'AMICO, J.; S. DURO; D. PAREDES; M. ROBA; A. ROMITO; L. VENTURELLI y O. TESOURO. 2011. *Evaluación de un sistema dosificador neumático por depresión. Parte I: Ensayo con semilla de maíz*. En: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2011/11/EVALUACI%C3%93N-DE-UN-SISTEMA-DOSIFICADOR-NEUM%C3%81TICO-POR-DEPRESI%C3%93N-EN-MA%C3%8DZ.pdf>. Consultado: 23-03-2016.
- DELAFOSSÉ, R. 1982. *Preparación para trabajo de sembradoras de granos finos*. INTA. Departamento de ingeniería rural, información técnica, serie sembradoras n° 1,5 p.
- DE SIMONE, M. E. y A. GODOY. 2008. *Calidad de implantación de maíz y poroto en relación al diseño y regulación de la sembradora*. PRECOP. E.E.A. INTA. Salta. En: [www.cosechaypostcosecha.org/data/ensayos/2008/CalidadImplementacionMaizYPorotoEnRelacionASembradora.pdf](http://www.cosechaypostcosecha.org/data/ensayos/2008/CalidadImplementacionMaizYPorotoEnRelacionASembradora.pdf). Consultado: 04-03-2016.
- DI RIENZO, J. A.; F. CASANOVES; M. G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C. W. ROBLEDO. 2011. *InfoStat* versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En: URL [http= //www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar). Consultado: 02-03-2016.
- FERRARI, M. C. y H. FERRARI. 2015. *Análisis de distribución de Siembra de Maíz: Método Simplificado para determinar el Desvío Estándar*. En: [inta.gob.ar/sites/default/files/16-12-15\\_-\\_distribucion\\_de\\_siembra.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/16-12-15_-_distribucion_de_siembra.pdf). Consultado: 03-02-2016.
- GARCIA, L. C.; R. JASPER; M. JASPER; A. J. FORNARI y J. BLUM. 2006. *Influência da velocidade de deslocamento na sementeira do milho*. Eng. Agríc. 26(2): 520-527.
- GRIEPENTROG, H. W. 1998. *EurAgEng*. Oslo98. paper N° 98-A-059.
- HAMPTON, J. G. y J. TEKRONY. 1995. Seed vigor testing. ISTA 17p.
- HUNT, D., 1983. *Maquinaria agrícola*. Limusa SA, México. p: 147-153.
- KEPNER, R. A.; R. BAINER y E. L. BARGER. 1982. *Crop planting. In: Principles of farm machinery*. 3 rd Edition. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut. USA. p: 209-236.
- MADDONNI, G. A. y M. E. OTEGUI. 2004. *Competencia intra-específica en el maíz: el pronto establecimiento de jerarquías entre plantas afecta conjunto del núcleo final*. Cultivos de campo: Res. 83: 1-13.
- MARONI, J. 1994. *Máquinas sembradoras para siembra directa. Consideraciones para su puesta a punto*. Artículos Técnicos PAC II. Serie Maquinaria Agrícola N° 3. 12 p.
- MARONI, J. 2001. *Prestaciones de diferentes dosificadores neumáticos y mecánicos para la siembra de maíz*. Texto de apoyo, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

- MIGLIA, M. L. 2016. *Incidencia de dos tipos de dosificadores de semilla (Mecánico y Neumático) en la eficiencia de siembra de maíz: distribución espacial sobre la hilera*. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad. Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- NAFZIGER, E. D.; P. R. CARTER y E. E. GRAHAM. 1991. *Response of corn to uneven emergence*. Crop. Sci. 31:811-815
- NIELSEN, R. L. 1993. *Stand establishment variability in corn*. AGRY-91-01 Agronomy Department. Purdue University, Indiana, USA. 7 pp.
- NIELSEN, B. 2001. *Stand Establishment Variability in corn* (Agry-91-01). En: [www.agry.purdue.edu/ext/corn](http://www.agry.purdue.edu/ext/corn). Consultado: 10/07/14.
- TESOURO, M. O.; A. ROMITO; L. B. DONATO; N. GONZÁLEZ; J. ELISEI; D. PAREDES y M. ROBA. 2009. Evaluación de las características de la siembra de maíz en el área de influencia de la EEA Pergamino (Buenos Aires). En *Actas del X Congreso de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR*. 1ra Ed. UNR Editora. p 64-68 (en CD-ROM) ISBN 978-950-673-748-1.
- TOURN M. C.; E. L. SOZA y R. L. SOLESSIO. 1998. Efecto de dos dosificadores de expulsión forzada en la semilla de soja. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 18 (1 - 2): 123 - 126.
- VEGA, C. R. C.; F. H. ANDRADE; V. O. SADRAS; S. A. UHART y O. R. VALENTINUZ. 2001. Reproductive partition and set efficiency in sunflowers, soybean and maize. *Field Crop Res.* 72: 163-175.
- VEGA, C. R. C. y V. O. SADRAS. 2003. Size-dependent growth and the development of inequality in maize, sunflower and soybean. *Annals of Botany*, 91: 795-803.

**ANEXOS**

**Resultados del ANAVA correspondiente a nº de plantas logradas por unidad de superficie (10m<sup>2</sup>).**

Nueva tabla: 28/02/2017 - 04:29:07 p.m.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de plantas lograda	24	0,53	0,41	5,90

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	572,16	5	114,43	4,14	0,0112
Sistema	0,33	1	0,33	0,01	0,9138
Velocidad (km/hs)	558,76	2	279,38	10,10	0,0011
Sistema*Velocidad (km..	13,07	2	6,53	0,24	0,7920
Error	497,93	18	27,66		
Total	1070,09	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 27,6627 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	89,32	12	A
Neumatica	89,08	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 27,6627 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
5,00	94,89	8	A
7,00	89,61	8	A
9,00	83,09	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 27,6627 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	5,00	95,77	4	A
Mecánico	5,00	94,01	4	A
Mecánico	7,00	90,49	4	A B
Neumatica	7,00	88,73	4	A B
Mecánico	9,00	83,45	4	B
Neumatica	9,00	82,74	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Resultados del ANOVA correspondiente a plantas vigorosas (%), plantas débiles (%), plantas anormales (%) y semillas durmientes (%).**

Nueva tabla: 28/02/2017 - 04:15:15 p.m.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Plantas Vigorosas	24	0,76	0,70	2,32

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	262,00	5	52,40	11,50	<0,0001
Sistema	2,67	1	2,67	0,59	0,4541
Velocidad (km/hs)	259,00	2	129,50	28,43	<0,0001
Sistema*Velocidad (km..	0,33	2	0,17	0,04	0,9641
Error	82,00	18	4,56		
Total	344,00	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,5556 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Neumatica	92,33	12	A
Mecánico	91,67	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,5556 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
5,00	95,75	8	A
7,00	92,50	8	B
9,00	87,75	8	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,5556 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	5,00	96,00	4	A
Mecánico	5,00	95,50	4	A
Neumatica	7,00	93,00	4	A B
Mecánico	7,00	92,00	4	B
Neumatica	9,00	88,00	4	C
Mecánico	9,00	87,50	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Plantas Debiles	24	0,06	0,00	84,47

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,83	5	0,97	0,23	0,9435
Sistema	0,17	1	0,17	0,04	0,8437
Velocidad (km/hs)	4,33	2	2,17	0,52	0,6032
Sistema*Velocidad (km..	0,33	2	0,17	0,04	0,9609
Error	75,00	18	4,17		
Total	79,83	23			

*“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”*

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,1667 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	2,50	12	A
Neumatica	2,33	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,1667 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	3,00	8	A
7,00	2,25	8	A
5,00	2,00	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,1667 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	9,00	3,00	4	A
Mecánico	9,00	3,00	4	A
Mecánico	7,00	2,50	4	A
Mecánico	5,00	2,00	4	A
Neumatica	7,00	2,00	4	A
Neumatica	5,00	2,00	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Plantas Anormales	24	0,47	0,32	52,08

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,83	5	10,17	3,21	0,0303
Sistema	1,50	1	1,50	0,47	0,5001
Velocidad (km/hs)	49,33	2	24,67	7,79	0,0037
Sistema*Velocidad (km..	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	57,00	18	3,17		
Total	107,83	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,1667 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	3,67	12	A
Neumatica	3,17	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,1667 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	5,25	8	A
7,00	3,25	8	B
5,00	1,75	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

*“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”*

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,1667 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n		
Mecánico	9,00	5,50	4	A	
Neumatica	9,00	5,00	4	A	
Mecánico	7,00	3,50	4	A	B
Neumatica	7,00	3,00	4	A	B
Mecánico	5,00	2,00	4		B
Neumatica	5,00	1,50	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Semillas Frescas	24	0,48	0,33	79,94

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,33	5	9,87	3,29	0,0277
Sistema	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Velocidad (km/hs)	49,33	2	24,67	8,22	0,0029
Sistema*Velocidad (km..	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	54,00	18	3,00		
Total	103,33	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,0000 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	2,17	12	A
Neumatica	2,17	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,0000 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	4,00	8	A
7,00	2,00	8	B
5,00	0,50	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,0000 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n		
Neumatica	9,00	4,00	4	A	
Mecánico	9,00	4,00	4	A	
Mecánico	7,00	2,00	4	A	B
Neumatica	7,00	2,00	4	A	B
Mecánico	5,00	0,50	4		B
Neumatica	5,00	0,50	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Semillas Durmientes	24	0,48	0,33	79,94

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,33	5	9,87	3,29	0,0277
Sistema	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Velocidad (km/hs)	49,33	2	24,67	8,22	0,0029
Sistema*Velocidad (km..	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	54,00	18	3,00		
Total	103,33	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,0000 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	2,17	12	A
Neumatica	2,17	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,0000 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	4,00	8	A
7,00	2,00	8	B
5,00	0,50	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 3,0000 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	9,00	4,00	4	A
Mecánico	9,00	4,00	4	A
Mecánico	7,00	2,00	4	A B
Neumatica	7,00	2,00	4	A B
Mecánico	5,00	0,50	4	B
Neumatica	5,00	0,50	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Vigor	24	0,76	0,70	2,32

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	262,00	5	52,40	11,50	<0,0001
Sistema	2,67	1	2,67	0,59	0,4541
Velocidad (km/hs)	259,00	2	129,50	28,43	<0,0001
Sistema*Velocidad (km..	0,33	2	0,17	0,04	0,9641
Error	82,00	18	4,56		
Total	344,00	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,5556 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Neumatica	92,33	12	A
Mecánico	91,67	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)



*“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”*

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,5556 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
5,00	95,75	8	A
7,00	92,50	8	B
9,00	87,75	8	C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 4,5556 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	5,00	96,00	4	A
Mecánico	5,00	95,50	4	A
Neumatica	7,00	93,00	4	A B
Mecánico	7,00	92,00	4	B
Neumatica	9,00	88,00	4	C
Mecánico	9,00	87,50	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PG	24	0,67	0,58	2,46

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	198,83	5	39,77	7,38	0,0006
Sistema	1,50	1	1,50	0,28	0,6042
Velocidad (km/hs)	197,33	2	98,67	18,31	<0,0001
Sistema*Velocidad (km..	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	97,00	18	5,39		
Total	295,83	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 5,3889 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Neumatica	94,67	12	A
Mecánico	94,17	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 5,3889 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
5,00	97,75	8	A
7,00	94,75	8	B
9,00	90,75	8	C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 5,3889 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	5,00	98,00	4	A
Mecánico	5,00	97,50	4	A
Neumatica	7,00	95,00	4	A
Mecánico	7,00	94,50	4	A
Neumatica	9,00	91,00	4	B
Mecánico	9,00	90,50	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

*“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”*

ANOVA con los datos transformados

Nueva tabla: 28/02/2017 - 04:20:59 p.m.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN Plantas Vigoros	24	0,75	0,68	3,25

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	5	0,02	10,66	0,0001
Sistema	1,1E-03	1	1,1E-03	0,63	0,4362
Velocidad (km/hs)	0,09	2	0,05	26,29	<0,0001
Sistema*Velocidad (km..	1,4E-04	2	6,8E-05	0,04	0,9621
Error	0,03	18	1,8E-03		
Total	0,13	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0018 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Neumatica	1,30	12	A
Mecánico	1,29	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0018 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
5,00	1,37	8	A
7,00	1,30	8	B
9,00	1,21	8	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0018 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Neumatica	5,00	1,37	4	A
Mecánico	5,00	1,36	4	A B
Neumatica	7,00	1,31	4	B C
Mecánico	7,00	1,29	4	C
Neumatica	9,00	1,22	4	D
Mecánico	9,00	1,21	4	D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN Plantas Debiles	24	0,07	0,00	64,52

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	5	2,0E-03	0,26	0,9310
Sistema	4,3E-03	1	4,3E-03	0,56	0,4643
Velocidad (km/hs)	1,9E-03	2	9,4E-04	0,12	0,8849
Sistema*Velocidad (km..	3,6E-03	2	1,8E-03	0,24	0,7903
Error	0,14	18	0,01		
Total	0,15	23			

*“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”*

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0076 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	0,15	12	A
Neumatica	0,12	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0076 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	0,15	8	A
5,00	0,13	8	A
7,00	0,13	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0076 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Mecánico	7,00	0,16	4	A
Neumatica	9,00	0,15	4	A
Mecánico	9,00	0,15	4	A
Mecánico	5,00	0,14	4	A
Neumatica	5,00	0,12	4	A
Neumatica	7,00	0,10	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN Plantas Anormal	24	0,41	0,25	44,68

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	5	0,01	2,51	0,0680
Sistema	4,5E-03	1	4,5E-03	0,82	0,3770
Velocidad (km/hs)	0,06	2	0,03	5,80	0,0113
Sistema*Velocidad (km..	7,6E-04	2	3,8E-04	0,07	0,9334
Error	0,10	18	0,01		
Total	0,17	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0055 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	0,18	12	A
Neumatica	0,15	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0055 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	0,23	8	A
7,00	0,17	8	A
5,00	0,10	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

*“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”*

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0055 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n		
Mecánico	9,00	0,24	4	A	
Neumatica	9,00	0,22	4	A	
Mecánico	7,00	0,18	4	A	B
Neumatica	7,00	0,15	4	A	B
Mecánico	5,00	0,12	4	A	B
Neumatica	5,00	0,09	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN Semillas Fresca	24	0,52	0,39	61,49

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	5	0,02	3,94	0,0138
Sistema	1,7E-05	1	1,7E-05	3,3E-03	0,9552
Velocidad (km/hs)	0,10	2	0,05	9,84	0,0013
Sistema*Velocidad (km..	3,4E-05	2	1,7E-05	3,3E-03	0,9968
Error	0,09	18	0,01		
Total	0,20	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	0,12	12	A
Neumatica	0,12	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	0,20	8	A
7,00	0,12	8	A
5,00	0,04	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n		
Mecánico	9,00	0,20	4	A	
Neumatica	9,00	0,19	4	A	
Mecánico	7,00	0,12	4	A	B
Neumatica	7,00	0,12	4	A	B
Neumatica	5,00	0,04	4		B
Mecánico	5,00	0,04	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN Semillas Durmie	24	0,52	0,39	61,49

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	5	0,02	3,94	0,0138
Sistema	1,7E-05	1	1,7E-05	3,3E-03	0,9552
Velocidad (km/hs)	0,10	2	0,05	9,84	0,0013
Sistema*Velocidad (km..	3,4E-05	2	1,7E-05	3,3E-03	0,9968
Error	0,09	18	0,01		
Total	0,20	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Mecánico	0,12	12	A
Neumatica	0,12	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n	
9,00	0,20	8	A
7,00	0,12	8	A
5,00	0,04	8	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n	
Mecánico	9,00	0,20	4	A
Neumatica	9,00	0,19	4	A
Mecánico	7,00	0,12	4	A B
Neumatica	7,00	0,12	4	A B
Neumatica	5,00	0,04	4	B
Mecánico	5,00	0,04	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN Vigor %	24	0,75	0,68	3,25

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	5	0,02	10,66	0,0001
Sistema	1,1E-03	1	1,1E-03	0,63	0,4362
Velocidad (km/hs)	0,09	2	0,05	26,29	<0,0001
Sistema*Velocidad (km..	1,4E-04	2	6,8E-05	0,04	0,9621
Error	0,03	18	1,8E-03		
Total	0,13	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0018 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Neumatica	1,30	12	A
Mecánico	1,29	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**“Incidencia del sistema dosificador y la velocidad de avance de la sembradora en la calidad de siembra del maíz”**

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0018 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n			
5,00	1,37	8	A		
7,00	1,30	8		B	
9,00	1,21	8			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0018 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n			
Neumatica	5,00	1,37	4	A		
Mecánico	5,00	1,36	4	A	B	
Neumatica	7,00	1,31	4		B	C
Mecánico	7,00	1,29	4			C
Neumatica	9,00	1,22	4			D
Mecánico	9,00	1,21	4			D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN PG %	24	0,61	0,50	5,34

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	5	0,03	5,60	0,0028
Sistema	2,7E-03	1	2,7E-03	0,51	0,4846
Velocidad (km/hs)	0,14	2	0,07	13,68	0,0002
Sistema*Velocidad (km..	6,5E-04	2	3,3E-04	0,06	0,9396
Error	0,09	18	0,01		
Total	0,24	23			

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Sistema	Medias	n	
Neumatica	1,36	12	A
Mecánico	1,34	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Velocidad (km/hs)	Medias	n			
5,00	1,45	8	A		
7,00	1,34	8		B	
9,00	1,26	8			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:Duncan Alfa:=0,05**

Error: 0,0052 gl: 18

Sistema	Velocidad (km/hs)	Medias	n			
Neumatica	5,00	1,47	4	A		
Mecánico	5,00	1,43	4	A	B	
Neumatica	7,00	1,35	4		B	C
Mecánico	7,00	1,33	4		B	C
Neumatica	9,00	1,27	4			C
Mecánico	9,00	1,26	4			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)