

NOTA DE INVESTIGACION

ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO DE LA UNIFORMIDAD DE DOSIFICACIÓN DE SEMILLA DE CEBADILLA (*Bromus unioloides* H.B.K.) DESPUNTADA Y SIN DESPUNTAR.

SOZA, Eduardo ; TOURN Mario; PEZZONI Ezequiel; HIDALGO Ramón; BOTTA, Guido
Cátedra de Maquinaria Agrícola. FAUBA. esoza@agro.uba.ar.
Cátedra de Maquinaria Agrícola. FCA UNNE

RESUMEN

La implantación de praderas requiere sembradoras alistadas para lograr una correcta dosificación y distribución de semilla sobre el terreno. En estas operaciones el sistema de dosificación debe descargar con independencia de: a) llenado de la tolva b) régimen del dosificador c) densidad de siembra y d) velocidad de avance. La semilla de cebadilla se presenta comercialmente despuntada y sin despuntar, tarea de acondicionamiento que tiende a evitar la interferencia de los apéndices naturales en la dosificación, pero con incremento de su costo. El rodillo de eje horizontal alimentador (Chevron) es una alternativa que equipa a las sembradoras, y constituye el mecanismo de evaluación en el presente ensayo utilizando semillas despuntadas y sin despuntar, cinco densidades de siembra y cuatro rangos de altura de carga en tolva. Para su evaluación se planteó la independencia de la uniformidad de descarga ante el acondicionamiento previo, las densidades de siembra y el nivel de carga en tolva. El trabajo se realizó en el banco de ensayos de dosificadores de la Cátedra de Maquinaria Agrícola de la FAUBA. La evaluación del mantenimiento de la uniformidad de descarga se realizó mediante ANVA ($\alpha < 0,05$) y la identificación de diferencias significativas a través del test de Tukey, también se caracterizó la influencia de la altura en la descarga de semilla mediante un modelo de regresión lineal. Concluyéndose sobre la conveniencia de utilización de semilla despuntada debido a su mayor uniformidad y correspondiéndole un menor régimen al dosificador para el logro de cada densidad.

Palabras clave: Sembradora, Pastura, Densidad de siembra, Cebadilla (*Bromus unioloides*).

SUMMARY

The prairies implantation requires listed sowings machine to obtain a correct seed metering and its distribution. In these operations the metering system must be independent of: a) seed quantity

in the hopper b) feed roll rotational speed c) sowing density and d) advance speed. The brome grass seed appears commercially blunted and without blunting, task of preparation that tends to avoid the interference of the natural appendices in the metering, but with increase of its cost. The feed roll of horizontal axle (Chevron) is an alternative that equips the sowings machine. In the present test was evaluated the feed roll mechanism using blunted seeds and without blunted, five sowing densities and four seed levels of hopper filled. For its evaluation was considered the independence of the unloading uniformity, versus before the previous preparation, the densities of sowing and the level of at hopper filled. The test was carried out in a tester device of Agricultural Machinery (FA-UBA). The statistic analysis was achieve by means of ANVA ($\alpha < 0,05$) and the identification of significant differences through the test of Tukey. The influence of the levels of hopper filled in the unloading of seed also was characterized by model of linear regression. Conclusion: it's convenient the use of blunted seed due to its higher uniformity and corresponding to it a rotational speed regime to obtain each sowing density.

Key words: Drill, Prairies, Metering rate, Brome grass (*Bromus unioloides*).

INTRODUCCIÓN

La implantación constituye una fase crítica para el establecimiento de una pastura (Rouquette, 1996; Sanderson *et al.*, 2002). Respecto a la sembradora, dos de los parámetros a tener en cuenta son la correcta regulación de la densidad elegida y el mantenimiento de la uniformidad de descarga durante la operación, a través de la dosificación. Dicha operación implica la descarga de semilla con exactitud y uniformidad (Jorgenson, 1988). Barañaño (1955) destaca la relevancia de la dosificación, debido a que el conjunto debe descargar una determinada cantidad de semilla, en forma constante y con independencia de su nivel dentro de la tolva. Los factores que influyen la precisión de la

dosificación son: el tipo de dosificador (Tourn, *et al.*, 1994) y las tasas de aplicación, peso y tamaño de la semilla (Atkins, 2004)

El conocimiento empírico atribuye variabilidad en la uniformidad de dosificación como consecuencia del nivel de semilla en el interior de la tolva, no obstante los antecedentes no muestran la misma contundencia. Chang *et al.* (1984) sugieren su existencia y Amado *et al.* (2000) al evaluar el mantenimiento de la uniformidad de descarga dentro de un rango de altura de carga en tolva entre 130 mm y 50 mm, en un dosificador con superficie axial deformable, encuentran para diferentes dosis propuestas una variación de 0,78 % en trigo y 2,33 % en semilla de soja. Este comportamiento no condice con Moysey *et al.* (1988) quienes expresan que el caudal de semilla que fluye a través de un orificio es independiente del nivel de semilla que se ubica sobre dicho orificio y sostienen la existencia de un efecto originado por el tipo de semilla en la uniformidad de dosificación.

La semilla de cebadilla se comercializa en dos formas, según sus procesos de acondicionamiento previo: despuntada y sin despuntar. El despuntado es una tarea realizada por máquinas estacionarias, con el objetivo de posibilitar la extracción de sus apéndices y así controlar su interferencia durante la dosificación (Vaughan, *et al.* 1970), circunstancia que la convierte en un cuantificador adecuado para la detección del mantenimiento de la uniformidad de dosificación. Ante ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el sostenimiento de la uniformidad de descarga a cuatro diferentes rangos de altura de carga en tolva y dos tipos de semillas de cebadilla, una despuntada y otra sin despuntar; sobre la independencia de las dosis obtenidas respecto del acondicionamiento previo y las diferentes alturas de carga en tolva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El dosificador utilizado fue un rodillo alimentador (Breece *et al.*, 1975) identificado en nuestro país bajo la denominación "chevron". Se trata de un conjunto de capacidad fija y régimen variable en el cual los materiales plásticos intervienen en la construcción del rodillo (60 mm de diámetro) y de la carcasa que lo contiene. El conjunto presenta la posibilidad de dosificar diversos tipos de semilla o de fertilizante, característica que favoreció su difusión actual.

El trabajo se llevó a cabo en el banco de ensayo para conjuntos dosificadores de sembradoras y

fertilizadoras de la Cátedra de Maquinaria Agrícola (Colombino y Pollacino, 1996), dispositivo que permitió, mediante la utilización de un variador continuo de velocidad, obtener una amplia gama de velocidades tangenciales en el árbol de mando del dosificador, arriba mencionado, objeto del ensayo. Dentro de la tolva se colocó una varilla, graduada al centímetro, para las tomas de muestras a las diferentes alturas de carga propuestas. Con un cronómetro HEUER, precisión 1/100 s, se controlaron los tiempos de descarga y las pesadas correspondientes se realizaron en una Balanza AM, precisión 0,5 g.

Las semillas utilizadas fueron cebadilla despuntada Palaversich y sin despuntar Martín Fierro. El rango de densidad de siembra recomendadas presenta gran amplitud: 2 - 30 kg.ha⁻¹ (Covas e Itria, 1959; Covas, 1963; Carámbula; 1977); características climáticas y edáficas, así como la decisión de implantar la especie en cultivo puro o mediante la formulación de mezclas, la define. Las densidades propuestas, teniendo en cuenta las recomendaciones revisadas, fueron: 10 kg.ha⁻¹, 14 kg.ha⁻¹, 21 kg.ha⁻¹, 28 kg.ha⁻¹ y 35 kg.ha⁻¹. Se asumió un espaciamiento entre hileras de 17,5 cm; magnitud generalizada en las sembradoras para cultivos en masa en hileras, y se simuló una velocidad de avance efectiva para la ejecución del ensayo de 7,2 km.h⁻¹, equivalente a 2m.s⁻¹.

Con los datos precedentes, las dosis a obtener surgieron de la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis (g.min}^{-1}\text{)} = \text{espaciamiento (m)} \times \text{velocidad (m.seg}^{-1}\text{)} \times 60 \text{ (seg.min}^{-1}\text{)} \times \delta \text{ (g.m}^{-2}\text{)};$$

en donde la densidad expresada en (g.m⁻²) se obtiene a partir de:

$$\delta \text{ (g.m}^{-2}\text{)} = \delta \text{ (kg.ha}^{-1}\text{)} \times 1 \text{ (ha)} \times 10.000 \text{ (m}^{-2}\text{)} \times 1000 \text{ (g.kg}^{-1}\text{)}.$$

Las dosis propuestas se ajustaron a 2 minutos de tiempo de descarga para obtener datos muestrales de mayor magnitud, en especial para las densidades menores. En la **Tabla 1** se presentan las dosis calculadas a partir de las densidades propuestas, las dosis obtenidas para ambos tipos de semilla y los correspondientes tratamientos. Debido a que el dosificador utilizado en el ensayo es de capacidad fija, se modificó el régimen para lograr las dosis surgidas de las densidades teóricas; regulación que se realizó con la tolva llena y utilizando la semilla sin despuntar.

Tabla 1. Dosis propuestas y obtenidas en la regulación de la densidad en el banco de ensayo en cada uno de los tratamientos.

Densidad teórica (kg.ha ⁻¹)	Dosis propuesta (g.2 min ⁻¹)	Dosis obtenida (g.2 min ⁻¹)			
		Trat.	Sin despuntar	Trat.	Despuntada
10	42	TS10	43,45	TD10	45,95
14	60	TS14	56,80	TD14	61,25
21	90	TS21	100,15	TD21	102,90
28	120	TS28	117,80	TD28	121,40
35	150	TS35	141,65	TD35	157,60

El ensayo de dosificación comprendió la evaluación del mantenimiento de la uniformidad de descarga a cuatro rangos de altura de carga de la tolva, éstos fueron entre 50/40 cm, 40/30 cm, 30/20 cm y 20/10 cm; el rango superior correspondió a la altura máxima de la semilla a tolva llena de la máquina y el rango inferior al momento en que, en condición de campo, se debe recargar la misma. Una vez ajustada la dosis correspondiente a cada densidad, se colocó un recipiente colector a la salida del dosificador durante 120 segundos y posteriormente se pesó la muestra obtenida. A cada rango de altura le correspondieron 10 repeticiones, de manera de simular la descarga a campo y homogeneizar las condiciones para la toma de muestras de los tratamientos.

El análisis de los resultados se realizó mediante los valores medios y coeficiente de variación de diez repeticiones para cada rango de altura en las diferentes densidades de siembra enunciadas y mediante ANVA ($\alpha < 0,05$), la existencia de diferencias significativas mediante el test de Tukey. La incidencia de la altura de carga sobre la uniformidad de descarga se ajustó a un modelo lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ninguno de los tratamientos los coeficientes de variación superaron el 3,74 %, por lo que son considerados muy bajos, teniendo en cuenta que Pimentel Gómez (1978) asigna como máximo para esta calificación un 5 % de variabilidad (Tablas 2 y 3).

Los resultados del comportamiento de la semilla sin despuntar se enumeran en la Tabla 2. Los tratamientos **TS10** y **TS14** muestran ausencia de significancia en la dosificación, ante diferentes niveles de semilla en la tolva. A partir de **TS21** se verifican diferencias en el mantenimiento de la densidad de siembra originadas por el contenido de semilla en la tolva, que oscilan entre 3,95% y 4,43% entre los rangos extremos de altura de carga.

Para **TS21** y **TS35** la respuesta es del tipo directa, a medida que disminuye la altura de carga se encuentran disminuciones en la

densidad obtenida; pero en **TS28** no se observa ese comportamiento; de esto se desprende que la irregularidad de la semilla sin despuntar hace al comportamiento mas errático en las distintas alturas de carga aunque se manifiesta su tendencia a la disminución. La generación de un cono de depresión sobre la boca de descarga, visiblemente mas pronunciado a medida que aumentaban las densidades ensayadas, constituiría una de las causas de esa disminución. Hay que considerar la ausencia de vibración en el ensayo de banco, recomendándose para los trabajos a campo una recarga de semilla anticipada para minimizarlo, si se observa este efecto.

El dosificador utilizado posee un espacio libre de 15 mm entre la parte apical de sus apéndices y el fondo de la carcasa que lo contiene. Para dosificadores que responden a similares características de diseño, dicha distancia provocaría un desplazamiento diferencial de las semillas que se ubican en su interior, debido a que el movimiento de las semillas decrece exponencialmente desde la porción apical de los apéndices hasta el fondo de la carcasa (Sysolin *et al.*, 1975). Constituyendo otra causa de la disminución de las dosis descargadas en la semilla sin despuntar, cuya característica morfológica externa de irregularidad es notablemente visible, y corroborada por los mayores CV (%), que aunque bajos (Pimentel Gomez *op. cit.*), al confrontarlos con los obtenidos en la semilla despuntada (Tabla 3).

En la Tabla 3 se observan los resultados obtenidos por la semilla despuntada. La inexistencia de diferencias significativas entre las distintas alturas de tolva y densidades de siembra, solo existen en **TD21** en el rango de 30/20 cm, indican un mantenimiento de la dosificación, resultados concordantes con los requisitos expresados por Barañao (1955) y Jorgenson (1988) sobre las condiciones que debe reunir un dosificador. No obstante, los resultados discrepan con los obtenidos por Nave y Paulsen (1989) y Matutis (1999) en referencia al mantenimiento de la uniformidad de descarga, trabajando sobre dosificadores mecánicos. La característica resultante de la semilla despuntada

constituiría una condición favorable, debido a que generaría una dispersión uniforme de la semilla en la hilera, dentro de un amplio margen de densidades de siembra.

Sin perjuicio de lo expuesto, para los tratamientos correspondientes a las densidades 21, 28 y 35 de ambos tipos de semilla (Tablas 2 y 3), los resultados inducen al supuesto de la existencia de un efecto depresor de la densidad de siembra, originado por el nivel de semilla dentro de la tolva. Para verificarlo, en dichos tratamientos se procedió a la determinación de la función que presentara el mayor ajuste entre las variables en estudio, según el coeficiente de determinación (R^2). Seleccionada en base a dicho criterio la función lineal, el supuesto no se verificó en TD21, TD28 y TD35. Las tres funciones obtenidas para intentar explicar la ocurrencia de menores densidades de siembra ante diferentes niveles de semilla dentro de la tolva presentaron muy baja pendiente, ninguna superó una pendiente de 7 %, y muy bajo ajuste: $R^2 < 0,09$ en las tres densidades analizadas.

En los tratamientos con semilla sin despuntar la tendencia tampoco pudo explicarse. TS21

presentó un $R^2 = 0,28$ con una probabilidad de error de 0,003, pero TS28 y TS35 los ajustes y las probabilidades de error, $R^2 = 0,17$ y $p = 0,28$ para TS28 y $R^2 = 0,50$ y $p = 0,57$ para TS 35, no avalan la existencia del efecto buscado.

En la Tabla 4, se observa que ante una determinada regulación del régimen, para la obtención de cada densidad de siembra, el dosificador descargó mas semilla despuntada, estos resultados indican que para una misma densidad de siembra, con la utilización de esta semilla, se requiere de un menor régimen. Adicionado a los bajos C.V. obtenidos, indican que la descarga se realizó con mayor constancia, reconociéndose la importancia al tipo de semilla utilizada (Moysey *et al*, 1988). Siendo este uno de los parámetros condicionantes para la obtención de una buena distribución de la semilla en el suelo; que junto al menor régimen requerido implicaría una menor alteración de los parámetros que componen el valor cultural de la semilla a sembrar, lográndose de esta manera una mejor implantación del cultivo.

Tabla 2: Uniformidad de descarga obtenida con la semilla sin despuntar en los distintos tratamientos.

Rango de altura de carga en tolva	Densidad (kg.ha ⁻¹)									
	TS10		TS14		TS21		TS28		TS35	
	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)
50/40 cm.	43.45 a	2.74	56.80 a	1.87	100.15 a	1.58	118.40 ab	2.97	145.20 a	1.80
40/30 cm.	42.35 a	3.74	56.15 a	2.72	99.45 a	2.68	117.20 b	3.07	140.55 bc	0.86
30/20 cm.	43.50 a	3.11	55.95 a	2.61	96.65 b	1.40	118.90 a	2.34	141.55 b	1.91
20/10 cm.	43.55 a	2.78	55.30 a	2.63	95.90 b	0.91	113.90 c	2.20	139.40 c	0.84

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas (Tukey $p < 0.05$)

Donde: X es el promedio y CV es el coeficiente de variación

Tabla 3: Uniformidad de descarga obtenida con la semilla despuntada en los distintos tratamientos.

Rango de altura de carga en tolva	Densidad (kg.ha ⁻¹)									
	TD10		TD14		TD21		TD28		TD35	
	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)
50/40 cm.	45.95 a	2.69	61.25 a	2.65	102.90 a	2.77	120.20 a	2.92	159.15 a	3.00
40/30 cm.	46.15 a	1.77	62.55 a	2.11	101.48 ab	1.92	122.60 a	2.53	157.70 a	3.72
30/20 cm.	45.30 a	2.09	62.70 a	1.85	99.86 b	2.34	120.05 a	1.62	157.75 a	3.34
20/10 cm.	46.25 a	2.76	62.30 a	1.48	101.25 ab	2.03	121.15 a	1.72	159.15 a	3.49

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas (Tukey $p < 0.05$)

Donde: X es el promedio y CV es el coeficiente de variación

Tabla 4.- Mantenimiento de la descarga con independencia de la altura de tolva.

Densidad de siembra (kg.ha ⁻¹)	Dosis propuesta (g.2 min ⁻¹)	Dosis obtenidas			
		Sin despuntar		Despuntada	
		X (g.2min ⁻¹)	CV (%)	X (g.2min ⁻¹)	CV (%)
10	42	43,21	3,20	45,91	2,41
14	60	56,05	2,56	62,20	2,18
21	90	98,03	2,52	101,37	2,45
28	120	117.10	2.76	121.00	1.99
35	150	141.70	1.83	158.40	2.11

En los tratamientos con semilla sin despuntar se observa una tendencia al incremento de la relación entre las variables estudiadas ante aumentos de las dosis de descarga. Para **TS10** y **TS14** cabe el mismo análisis mencionado para los **TD**; en cambio para **TS21** y **TS28** se observa mayor pendiente de la recta y, valores de ajuste de la misma, que si bien no determinan una alta dependencia de las variables entre si, explican una mayor parte de la variabilidad respecto de los otros tratamientos; lo que muestra la presencia de un efecto del contenido de semilla dentro de la tolva sobre la dosis de descarga en estos tratamientos. En cuanto a **TS35** se observa la mayor relación entre variables ($R^2 = 0.509$) que junto a la mayor pendiente de la recta explican la incidencia de este tipo de semilla sobre la uniformidad de descarga.

CONCLUSIONES

Para la semilla de cebadilla sin despuntar existe un efecto del régimen del dosificador en el mantenimiento de la dosis de descarga a altas densidades. Debiéndose analizar la alternativa del tratamiento de postcosecha del despuntado ante el requerimiento de una siembra con altas dosis.

BIBLIOGRAFIA

- Amado, M.; E. Soza; M. Tourn; V. Arias y J. Pollacino. 2000. Desempeño de un conjunto por expulsión forzada para dosificar trigo y soja. VI Congreso Argentino de Ingeniería Rural "CADIR 2000"
- Atkins, R. P. 2004. Accurate Metering of Seed and Fertilizer. Alberta Farm Machinery Research Center. Lethbridge, Alberta. En: www1.agric.gov.ab.ca/departament/deptdocs.nst/all/eng8023.
- Baraño, T. V. 1955. Maquinaria Agrícola. Salvat Editores S.A. Barcelona. España. 608 pp.
- Breece, E; H. Hansen y T. Hoerner. 1975. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Siembra. Deere & Co. Moline, Illinois. 171 pp.
- Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo. 464 pp.
- Chang C.S.; H.H. Converse; F.S. Lai. 1984. Flow Rate of Corn Through Orifices as Affected by Moisture content. Transaction of the ASAE, 27(5): 1586-1589.
- Colombino A. A. y J. C. Pollacino. 1996. Diseño y construcción de un banco de ensayos para conjuntos dosificadores de sembradoras y fertilizadoras. Rev. de la Facultad de Agronomía. 16(1-2):69-72.
- Covas, G. 1963. Pasturas perennes artificiales para la Región Pampeana Subhúmeda y Semiárida. INTA.43 pp.
- Covas, G y C. D. Itria. 1959. Producción de especies forrajeras en la Región Semiárida Pampeana. INTA. 20 pp.
- Jorgenson, M. 1988. Choosing the rigth seeding and fertilizing equipment. Gleanings 558. Humbolt Station. 7 pp.
- Matutis, S. 1999. Cuantificación de la emergencia en trigo: ensayo de la aptitud de una sembradora a distintas velocidades de avance en la Localidad de Moctezuma, Partido de Carlos Casares. Trabajo de Intensificación Final. FAUBA, 15 pp.
- Moysey, E.B.; E.W. Lambert; Zhijie Wang. 1988. Flow Rates of Grains and Oil Seeds Through Sharp-Edged Orifices. Transaction of the ASAE, 31(1):226-231.
- Nave, W.R. y M.R. Paulsen. 1979. Soybean Seed Quality as Affected by Planters Meters. TRANSACTIONS of the ASAE. 22 (4): 739 - 745.
- Pimentel Gomez, F 1978. Curso de Estadística Experimental. Editorial Emisferio Sur. Buenos Aires 323 pp.
- Rouquette, F. M. jr. 1996. Integrating and using improved pastures. In: The cattlemnan: 60:82.
- Sanderson, M. A.; R. H. Skinner, and G. F. Elwinger, 2002. Seedling Development and Field Performance of Prairiegrass, Grazing Bromegrass, and Orchardgrass. Crop Science 42:224-230.
- Sysolin, P.W.; A.W. Likkiej; K.G. Iwanica; A.F. Szilo. 1975. Powyszenija kaczestwa wysiewa i uniwersalnosti katuszczizno aparata siejalok. Traktory i Sielchozmasz, 12, 21-22.
- Tourn, M. C., E. L. Soza y A. Mete. 1994. Cuantificación del tratamiento que otorgan a la semilla de soja dos dosificadores de sembradoras para cultivos en masa, en hileras. I Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile. 6 pp.
- Vaughan, C.E.; B.R. Gregg y J.C. Delouche. 1970. Procesamiento mecánico y beneficio de semillas. Herrero Hermanos, Sucesores S.A. México 284 pp.