



Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias

ISSN: 1010-2760

paneque@isch.edu.cu

Universidad Agraria de La Habana Fructuoso

Rodríguez Pérez

Cuba

Gaytán Ruelas, J. Guadalupe; Serwatowsky, Ryszard; Gracia López, Carlos
Altura de recolección de semillas, provocada por placas de orificios sujetas a succión
Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 15, núm. 1, 2006, pp. 1-4
Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215101>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



TRACTORES Y MÁQUINAS AGRÍCOLAS TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINES

Altura de recolección de semillas, provocada por placas de orificios sujetas a succión

Height of gathering of seeds, caused by badges of holes subject to suction

J. Guadalupe Gaytán Ruelas¹, Ryszard Serwatowsky² y Carlos Gracia López³

RESUMEN. Con el objetivo de comprobar experimentalmente si el tipo de cama, y específicamente el fondo de ésta, influye de manera significativa en el proceso de levante o recolección de semillas por parte de una placa de orificios sometida a vacío, se construyó un dispositivo experimental instrumentado, para medir la altura desde la cual las semillas pueden ser aspiradas por parte de la placa de orificios. Se utilizaron tres tipos de materiales de siembra (M); cuatro tipos diferentes de camas de semillas (C) y seis distintos niveles de vacío (V), en un experimento factorial completo. De los resultados obtenidos en el experimento y sobre la base del análisis estadístico realizado, se encontró que: en los tres materiales (M) y para todos los niveles de vacío (V), existe una diferencia altamente significativa entre los valores medios de los datos de altura de succión obtenidos, al comparar los correspondientes a la placa cerrada contra los de las variantes que permiten el flujo, al emplear semillas individuales; en todos los materiales (M), en todos los tipos de camas (C) y en todos los niveles de vacío (V), la «eficiencia» del nivel de vacío, para convertir en altura de succión cada unidad de vacío aplicado, disminuye a medida que la altura de succión se incrementa; en el caso en que los materiales de siembra se colocaron formando lechos o camas, no se observó una diferencia importante de los valores medios de las alturas de succión obtenidos para placa cerrada y malla de alambre en un mismo nivel de vacío aplicado.

Palabras clave: succión, placa, orificios, vacío, charolas.

ABSTRACT. With the objective of analyzing experimentally whether the bottom bed type affects seed gathering by means of a plate with holes submitted to vacuum, an experimental instrumented equipment was developed. The height from where the seeds could be aspired from the plate with holes was analyzed. Three different sowing materials (M), six different vacuums levels (V) and four different bottom beds type were analyzed in an experiment. The results obtained showed that three materials for the entire vacuum levels had completely different average values on suction height. Differences were noted with the close bottom type against those ones having air flux for individual seeds. For all the materials (M) and bed bottom types (B), using all de vacuum levels (V), it was noted that the vacuum efficiency decrease as the suction height increases. When the sowing materials were put forming beds, no important difference was noted on the average values of the suction heights obtained for close bottom type and wire mesh for the same level of vacuum applied.

Key words: suction, plate, holes, vacuum, plug.

INTRODUCCIÓN

Las contribuciones experimentales consultadas (FALLAK y SVERKER, 1984; GUARELLA, *et al.*, 1996; ZALTZMAN, *et al.*, 1986), GAYTÁN, *et al.*, 2004, reportan una relación muy estrecha entre el nivel de vacío creado, el diámetro de los orificios, la densidad y masa de las semillas, la forma de las semillas, la velocidad y la naturaleza del flujo de aire en los orificios (subsónica o supersónica,

laminar o turbulenta) y la *altura de elevación o sustentación de la semilla*, así como la fuerza de adherencia o succión que provoca la aspiración y levantamiento de la semilla.

En las máquinas del tipo de placa de orificios para la siembra de semillas en bandejas, que realizan la carga de semillas por aspiración, (de uso común en los invernaderos especializados en la producción de plántulas en la región central de México), la distancia que separa a los orificios de succión colocados en la placa, respecto a la

Recibido 01/04/05, trabajo 44/06, investigación.

¹ Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Texcoco, Edo. de México. CP 56230. Teléfono. 01(595) 95 4 04 08. E-[✉: gaytan5@att.net.mx](mailto:gaytan5@att.net.mx)

² Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato.

³ Profesor y Director del Departamento de Mecanización Agraria de la Universidad Politécnica de Valencia.

superficie de semillas dispuestas en un contenedor o cama de semillas para ser adheridas en los orificios, no puede ser muy grande. Este problema es de gran trascendencia al considerar que, a medida que la sembradora trabaja, recogiendo o retirando semillas desde el contenedor, la distancia a la que se hace referencia también se incrementa. Es decir, que la distancia de recolección es variable a medida que la máquina trabaja, lo que puede repercutir en la calidad de siembra.

Por las razones anteriormente expuestas, en este trabajo se ha considerado de importancia efectuar una fase experimental para investigar en relación con esta problemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para efectuar el ensayo experimental, fue necesaria la utilización del material siguiente: una bomba de vacío tipo turbina, de 0,5 HP de potencia, con tubo de succión y collarín para regular el nivel de vacío; una cámara de succión fabricada especialmente para el ensayo, con un tubo para comunicar la succión de la bomba, un inserto para montar el vacuómetro y un lado formado por una placa de acrílico desmontable, con un orificio; esferas de acero, esferas de tapioca y semillas de cebolla como materiales de siembra; placa de cartón, dos mallas de alambre con orificios de 0,5 y 1,5 mm de diámetro, espira de alambre para colocar semillas individuales, como camas de semillas; vacuómetro con valor de división de 1 cm de Hg y rango de 0 a 76 cm de Hg; vernier digital con sensibilidad para registrar hasta milésimas de milímetro; báscula digital con sensibilidad para registrar hasta milésimas de gramo; probetas de plástico de 250 mL, con graduación de 1 mL; arena sílica; taladro de banco; nivel de burbuja; vibrador de masas excéntricas; material acrílico; pegamento y brocas de distintos diámetros.

Se utilizó un diseño experimental de tipo factorial, ya que en este caso se investigaron y evaluaron los efectos de un factor (tipo de cama de semillas), bajo niveles variantes de un segundo factor (nivel de vacío aplicado), sobre la altura de succión desde donde son aspirados los materiales de siembra por parte del orificio de la placa de succión. Es decir, los factores experimentales son: el tipo de material de siembra, los tipos de camas de semillas y los niveles de vacío aplicados.

En cuanto al factor, tipo de material de siembra (M), se utilizaron: esferas de acero, esferas de tapioca, semillas de cebolla; por lo que respecta al factor, tipo de cama de semillas (C), se utilizaron cuatro tipos distintos: placa totalmente cerrada, malla de alambre con orificios de 0,5 mm, malla de alambre con orificios de 1,5 mm, espira individual de alambre; el factor, nivel de vacío (V), se controló con el vacuómetro en los niveles siguientes: 4, 6, 8, 10, 12 y 14 cm de Hg.

De este modo se obtuvo un diseño factorial completo con $(M \times C \times V) = (3 \times 4 \times 6) = 72$ tratamientos, cada uno a efectuarse con 10 repeticiones, por lo que el experimento completo implicó la obtención de 720 datos de altura de succión de los tres materiales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por lo que respecta a los resultados correspondientes a la determinación de las dimensiones de las esferas de acero, tapioca y semillas de cebolla, utilizadas en los ensayos, así como las determinaciones que se realizaron para obtener su correspondiente densidad, se registraron los datos presentados en la Tabla 1.

TABLA 1. Masa, volumen y densidad de los materiales utilizados en los ensayos

Material de siembra	Masa unitaria del material (g)	Volumen unitario del material (cm ³)	Densidad material (g/cm ³ del)
Esferas de acero 4,75 mm	0,386	0,056	6,893
Esferas de tapioca 4,75 mm	0,066	0,056	1,178
Semillas de cebolla	0,00378	0,020	0,189
Esferas de acero 3,92 mm	0,212	0,031	6,838
Esferas de tapioca 4,20 mm	0,0396	0,034	1,165

Los resultados promedio de las pruebas de levante de esferas de acero colocadas en los cuatro diferentes tipos de camas, y utilizando en la placa de acrílico un orificio de 3,572 mm de diámetro, se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2. Análisis de comparación de medias en las pruebas de levante con esferas de acero

VACÍO NIVEL DE	TTOS PLACA CERRADA	TTOS MALLA DE 0,5 mm	TTOS MALLA DE 1,5 mm	TTOS ESPIRA DE ALAMBRE	LITERALES ASIGNADAS
4 cm de Hg	1 (1,085)	7 (1,440)	13 (1,512)	19 (1,584)	K J J J J
6 cm de Hg	2 (1,480)	8 (1,676)	14 (1,720)	20 (1,810)	J H H H H
8 cm de Hg	3 (1,809)	9 (2,003)	15 (2,156)	21 (2,202)	H G F F F
10 cm de Hg	4 (2,066)	10 (2,314)	16 (2,422)	22 (2,437)	GF ED D D D
12 cm de Hg	5 (2,445)	11 (2,744)	17 (2,802)	23 (2,871)	CD Z Z Z Z
14 cm de Hg	6 (2,686)	12 (3,034)	18 (3,263)	24 (3,288)	AB X W W W

Los resultados de las pruebas de levante de esferas de tapioca, colocadas en los cuatro diferentes tipos de camas, y utilizando en la placa de acrílico un orificio de 3,572 mm de diámetro, se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3. Análisis de comparación de medias en las pruebas de levante con esferas de tapioca

NIVEL DE VACÍO	TTOS PLACA CERRADA	TTOS MALLA DE 0,5 mm	TTOS MALLA DE 1,5 mm	TTOS ESPIRA DE ALAMBRE	LITERALES ASIGNADAS
4 cm de Hg	25 (3,029)	31 (3,249)	37 (3,446)	43 (3,507)	X W V V V
6 cm de Hg	26 (3,572)	32 (3,733)	38 (3,842)	44 (3,863)	UT SR R R R
8 cm de Hg	27 (4,075)	33 (4,240)	39 (4,400)	45 (4,449)	Q P N N N
10 cm de Hg	28 (4,216)	34 (4,505)	40 (4,686)	46 (4,876)	P N M L L
12 cm de Hg	29 (4,410)	35 (4,676)	41 (4,863)	47 (4,909)	N M L J J
14 cm de Hg	30 (4,908)	36 (5,169)	42 (5,463)	48 (5,492)	J I H HG

Los resultados de las pruebas de levante de semillas de cebolla, colocadas en los cuatro diferentes tipos de camas, y utilizando en la placa de acrílico un orificio de 2,778 mm de diámetro, se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4. Análisis de comparación de medias en las pruebas de levante con semillas de cebolla

NIVEL DE VACÍO	TTOS PLACA CERRADA	TTOS MALLA DE 0,5 mm	TTOS MALLA DE 1,5 mm	TTOS ESPIRA DE ALAMBRE	LITERALES ASIGNADAS
4 cm de Hg	49 (2,538)	55 (4,479)	61 (4,496)	67 (4,776)	CB N N L L
6 cm de Hg	50 (2,978)	56 (4,780)	62 (4,882)	68 (4,993)	YX KML JKL J
8 cm de Hg	51 (3,362)	57 (5,281)	63 (5,481)	69 (5,631)	WV I H G G
10 cm de Hg	52 (3,661)	58 (5,489)	64 (5,796)	70 (5,956)	ST HG F DE DE
12 cm de Hg	53 (4,285)	59 (5,834)	65 (6,054)	71 (6,219)	OP FE D C C
14 cm de Hg	54 (4,758)	60 (6,070)	66 (6,381)	72 (6,552)	ML DC B A A

En lo que respecta a los resultados obtenidos para el caso de las pruebas de levante de esferas de acero de 3,92 mm y esferas de tapioca de 4,20 mm, colocadas sobre una placa cerrada y una malla de 1,5 mm, formando un lecho de semillas, el ensayo se realizó solamente para un nivel de vacío; en este caso se utilizaron 12 cm Hg. El diámetro del orificio en la placa de acrílico fue de 3,572 mm (9/64"). En la Tabla 5 se presentan los resultados para el caso de las esferas de acero de 3,92 mm de diámetro y en la Tabla 6 los correspondientes a las esferas de tapioca de 4,20 mm de diámetro. En ambos casos los datos de altura de succión obtenidos están dados en mm.

TABLA 5. Alturas de succión de esferas de acero de 3,92 mm, a 12 cm de Hg, formando un lecho

REPETICIÓN	PLACA CERRADA	MAILLA DE 1,5 mm
1	1,91	2,25
2	1,73	2,19
3	1,93	2,07
4	1,83	1,91
5	2,16	2,27
6	2,34	2,06
7	2,00	1,87
8	2,09	1,78
9	1,90	1,77
10	1,95	1,96
PROMEDIO	1,98	2,01

TABLA 6. Alturas de succión de esferas de tapioca de 4,20 mm, a 12 cm de Hg, formando un lecho

REPETICIÓN	PLACA CERRADA	MAILLA DE 1,5 mm
1	5,33	5,57
2	4,85	5,20
3	5,13	5,07
4	4,99	5,06
5	4,39	4,48
6	4,51	4,48
7	4,31	4,63
8	4,33	4,66
9	4,72	4,51
10	4,45	4,73
PROMEDIO	4,70	4,84

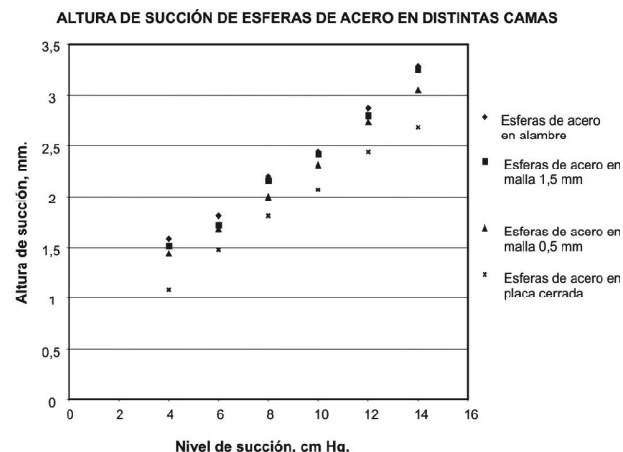
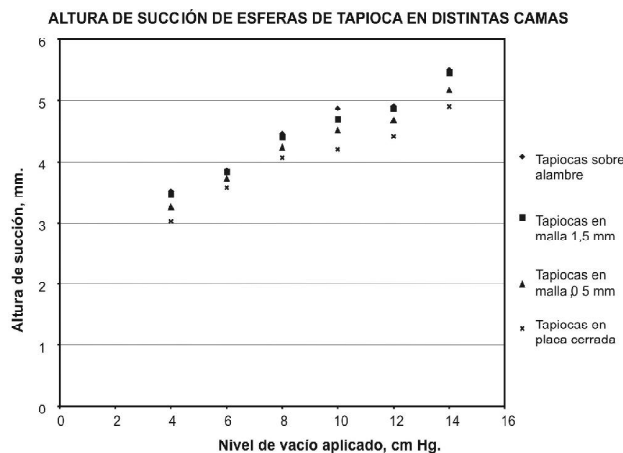
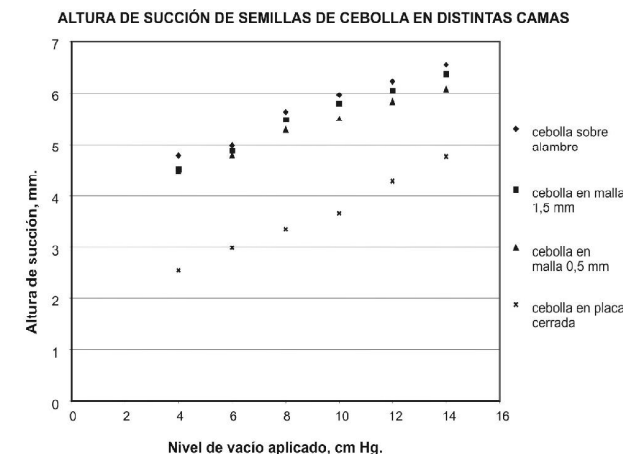
Como era de esperar, en los resultados se puede observar fácilmente que la semilla de cebolla, la cama de semillas tipo espira de alambre y el nivel de vacío de 14 cm de Hg, fueron los factores en los que se logró la mayor altura de succión (A).

Pero el objetivo central del análisis de varianza de los tratamientos en este experimento, consistió en comprobar si específicamente el factor *cama de semillas* (C), produce algún efecto significativo sobre la altura de succión (A), para lo cual es necesario analizar y comparar los resultados correspondientes a este factor, para un mismo tipo de material de siembra y, para los mismos niveles de succión aplicados, a fin de indagar si hay diferencia significativa al comparar los valores promedio de las alturas de succión, obtenidos sobre los respectivos 10 datos, para los cuatro diferentes tipos de camas.

De este modo, para los tres tipos de materiales (M), se realizó la comparación de los tratamientos agrupados en las tablas 2, 3 y 4. La comparación se hizo para cada tipo de cama y en cada uno de los niveles de vacío aplicados; es decir, en forma horizontal y en el orden indicado, recordando que letras iguales implican que no hay diferencia significativa. Se incluye el número que el Programa SAS asignó al tratamiento, entre paréntesis está su valor medio correspondiente y, en la última columna, están las letras que el programa asignó a cada tratamiento en la prueba de comparación de medias. Cuando un tratamiento tiene más de una letra, indica que su valor medio pertenece a ambos grupos.

Al realizar la operación de dividir el valor promedio de las alturas de succión, entre la correspondiente magnitud del nivel de vacío aplicado, sobre los datos de las tablas 2, 3 y 4, se obtiene, para cada tipo de cama, un valor promedio expresado en mm/cm de Hg, así como en mm/kPa, que constituye la pendiente o gradiente de incremento de la altura de succión, en función del nivel de vacío aplicado.

Lo anterior se puede apreciar mejor al graficar los valores de altura promedio correspondientes a estos tratamientos, en función del nivel de vacío (figs. 1, 2 y 3), de tal modo que la gráfica de los tratamientos correspondientes a espira de alambre aparece por arriba de todas las demás, correspondientes a placa cerrada, malla de 0,5 mm y malla de 1,5 mm, debido a que son estos tratamientos los que presentan el mayor gradiente de incremento.

**FIGURA 1. Gradientes de las alturas de succión de esferas de acero en las cuatro camas.****FIGURA 2. Gradientes de las alturas de succión de esferas de tapioca en distintas camas.****FIGURA 3. Gradientes de las alturas de succión de semillas de cebolla en distintas camas.**

Se puede entonces confirmar que en general, los tratamientos en los que se colocaron los materiales sobre camas que permiten el flujo de aire, tuvieron alturas de succión considerablemente mayores que las obtenidas al colocarlas en la placa cerrada, siendo estas diferencias altamente significativas y la mejor opción espira de alambre.

Lo anterior es un claro indicador de que un modelo analítico que pretenda representar fielmente este fenómeno, debe tener en consideración este factor como de gran importancia y por consiguiente, incluirlo en el correspondiente modelo analítico.

CONCLUSIONES

- En los tres materiales y para todos los niveles de vacío, existe una diferencia altamente significativa entre los valores medios de los datos de altura de succión obtenidos, al comparar los correspondientes a la placa cerrada contra los de las variantes que permiten el flujo, lo que confirma la importancia de este factor, al influir de manera notable en el fenómeno analizado, de

tal manera que el modelo analítico que pretenda representarlo, debe incluir algún término o factor que tenga en cuenta a la porosidad o permitividad del contenedor de semillas, cuando éstas se colocan en forma individual.

- En todos los materiales M, en todos los tipos de camas C y en todos los niveles de vacío V, la «eficiencia» del nivel de vacío, para convertir en altura de succión cada unidad de vacío aplicado, disminuye a medida que la altura de succión se incrementa.
- En el caso en que las esferas se colocaron formando lechos o camas, no se observó una diferencia importante de los valores medios de las alturas de succión obtenidos para placa cerrada y malla de alambre de 1,5 mm, a 12 cm de Hg.
- Es importante seguir analizando y desarrollando este trabajo, hasta llegar a establecer el modelo correspondiente, aunque sería más importante y útil obtenerlo para el caso de semillas colocadas formando lechos, lo que es más representativo del problema real en el trabajo de estas máquinas.
- Será importante analizar también la influencia de las vibraciones y la fluidización de los lechos de semillas, sobre la altura de succión y calidad de siembra en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FALLAK, S.S. and P. E. P. SVERKER: «Vacuum Nozzle Design for Seed Metering», *Transactions of The ASAE*, pp. 688-696, 1984.
2. GAYTÁN, R.J.G.; H. R. SERWATOWSKYY y L. C. GRACIA.: «Análisis de los sistemas automáticos de siembra en bandejas», **Proyecto de Investigación del Segundo Ciclo del Doctorado en Mecanización y Tecnología de Invernaderos**, Universidad Politécnica de Valencia – Universidad de Guanajuato, 2004.
3. GUARELLA, P.; A. PELLERANO and S. PASCUZZI : «Experimental and Theoretical Performance of a Vacuum Seeder Nozzle for Vegetable Seeds», *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol 64, pp. 29-36, Silsoe Research Institute, 1996.
4. ZALTZMAN, A.; A. MIZRACH. and Z. SCHMILOVITCH: «Analytical Model of a Gravitational Separation Process in a Fluidized Bed Medium», *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 34, pp. 257-273, Silsoe Research Institute, 1986.

AgrIng '2006

II Conferencia Científica de Ingeniería Agrícola de La Habana en saludo al XX Aniversario de la fundación de la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias

CONVOCATORIA

El Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias (RCTA) y la Facultad de Mecanización Agropecuaria de la Universidad Agraria de La

Habana (UNAH), en coauspicio con el Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD) del Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba, CONVOCAN a la

II Conferencia Científica de Ingeniería Agrícola AgrIng '2006, y Festival de la RCTA

a celebrarse en la semana santa del 2006 en áreas de la Universidad Agraria de La Habana.

TEMÁTICAS PRINCIPALES EN EL MARCO DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA:

- Agricultura Conservacionista;
- Agricultura de Precisión;
- Poscosecha;
- Geoinformática en la Agricultura;
- Investigación y Evaluación de la Técnica Agrícola;
- Riego y Drenaje;
- Energía en la Agricultura;
- Producción Animal;
- Diseño, Fabricación, Explotación y Reparación de la Técnica Agrícola y Constructiva;
- Desarrollo y Aplicación de Software;
- Docencia y Capacitación.

CORRESPONDENCIA

Dr. Pedro Paneque Rondón
Secretario Relaciones
Públicas. Evento
AgrIng'2006
E mail:
udcema@infomed.sld.cu