

## ANALISIS DE FACTORES EN LA EVALUACION DE UNA SEMBRADORA AL VOLEO PARA EL CULTIVO DE ARROZ (Oriza Sativa)

J. OCTAVIO PUYANA M. \*

### RESUMEN

En los terrenos de la Universidad Nacional, Sede de Medellín, Facultad de Agronomía, se realizó una calibración estadística de un equipo de siembra-fertilización, de enganche hidráulico y aplicación al voleo mediante transmisión de potencia del toma de fuerza (tdf) por rueda de fricción (Equipo APOLO SAV 73). Las pruebas se efectuaron en los años 1976 y 1977. Se utilizó semilla de arroz de las variedades CICA 4 y CICA 6. Se diseñó un experimento factorial para observar los perfiles transversales de la deposición de la semilla, habiéndose recogido en lienzos de 0.50 x 0.50 mts.<sup>2</sup>, distanciados a 2.5 metros, a partir del centro de la vía del tractor y perpendiculares a ella, a ambos lados, para cubrir una distancia total, transversal, de 15 metros. Se recogieron cuatro repeticiones que se tomaron en bloques distanciados tres metros (sobre el eje de recorrido del tractor). Se tomó como variable dependiente, el número de semillas/lienzo, fácilmente convertible, en los cálculos, a kgms/Ha. Como variables independientes se observaron: apertura de la salida de la tolva al plato de distribución ( $Q_1 = 16.08 \text{ cm.}^2$ ,  $Q_2 = 42.30 \text{ cm.}^2$ ,  $Q_3 = 73.50 \text{ cm.}^2$ ); altura de toma de fuerza ( $H_1 = 0.78 \text{ m.}$ ,  $H_2 = 0.90 \text{ m.}$ ,  $H_3 = 0.70 \text{ m.}$ ); posición de la aleta del plato distribuidor ( $P_1 = 0^\circ$ ,  $P_2 = 13.08^\circ$ ,  $P_3 = 18.27^\circ$ ) y la distancia transversal del perfil ( $D_1 = 0 \text{ metros}$ ,  $D_2 = 2.5 \text{ metros}$ ,  $D_3 = 5.0 \text{ metros}$ ,  $D_4 = 7.5 \text{ metros}$ ,  $D_5 = 10.0 \text{ metros}$ ); esta última se conformó así para facilitar el ajuste de curvas, mas, sin embargo, corresponde al perfil transversal con centro en  $D_3 = 5.0 \text{ metros} = 0$  (Centro del tractor); el semi-perfil izquierdo ( $D_2 = -2.5 \text{ metros}$ ,  $D_1 = -5.0 \text{ metros}$ ) y el semi-perfil derecho ( $D_4 = +2.5 \text{ metros}$ ,  $D_5 = +5.0 \text{ metros}$ ); velocidad de operación ( $V_1 = 4.54 \text{ KPH}$ ,  $V_2 = 6.18 \text{ KPH}$ ,  $V_3 = 9.68 \text{ KPH}$ ).

Se tuvieron 405 tratamientos y un total de 1.620 muestras. Se efectuaron análisis de varianza, pruebas de DUNCAN y análisis de regresión múltiple, en una combi-

---

\*Profesor Asociado. I.A. M.S.

nación de usos, para cálculos, de una computadora IBM 1130, una BURROUGHS 3500, y una calculadora programable HP-25.

Se estableció una metodología de obtención de rangos óptimos de perfiles para determinar, en un momento dado, la combinación de factores de mayor posibilidad de uso.

El rango de densidad obtenido para las velocidades de operación normales (3 KPH a 10 KPH), varió entre 0 y 540 kg/Ha.

La curva final obtenida, con un coeficiente de correlación múltiple de 0.79137, que indica una alta relación entre la curva y los resultados experimentales, fué:

$$S = 172.6 \frac{V}{0.95955V - 1.4579} - 45.889 H^2 + 60.5575 H + 1.1216 \times 1.0726^Q - 0.452158D^3 + 2.33073D^2 + 19.9105D - 0.00818684P^3 + 0.3491P^2 - 4.062P - 261.36.$$

En donde: S = Semillas/lienzo (0.50 X 0.50 m<sup>2</sup>)

V = Velocidad de operación del equipo en kilómetros/hora

H = Altura del plato (metros sobre el suelo)

Q = Area de salida de la semilla de la tolva hacia el plato de distribución (centímetros<sup>2</sup>)

D = Distancia transversal (metros)

P = Posición de la aleta (grados sexagesimales)

## INTRODUCCION

El trabajo comprende una de las etapas de evaluación que se tiene proyectada en la sección de Ingeniería Agrícola, Departamental de Tecnología Agropecuaria, para un equipo de siembra-fertilización al voleo, producido por Industrias Metalúrgicas Apolo, en cuanto a la valorización de los diferentes usos posibles del implemento en relación a las calibraciones óptimas para semillas de arroz.

A nivel mundial, el arroz ha sido un alimento de especial importancia en Asia; se ha extendido notablemente en los continentes Americano y Africano, encontrándose, aún como alimento básico, también en los mercados de América del Norte, Europa y Australia (19).

La extensión del cultivo se debe, en especial, a las características del cultivo, su fácil producción, alta calidad de calorías por unidad de área (se considera mayor que en otros cereales), la continua demanda de alimentos por una población creciente, y la gran cantidad de aplicaciones industriales que se han encontrado en el grano, derivados y desechos, incluyendo el material vegetativo (19).

En el mundo, la cosecha de arroz ha sido mayor que el resto de cereales, empleando un área menor de producción (19).



En Colombia, la producción de arroz es importante, agrupándose en cultivo mecanizado (secado y riego) y manual, cobrando mayor auge el primero de ellos en los últimos años, habiéndose estimado la producción total para el año 76 en 1.837.400 toneladas, para promedios calculados de producción, de 4.49 kilogramos por hectárea, habiéndose pasado el cosumo, en kilogramos per cápita de arroz blanco, de 29.0 a 30.0 en los años 74 y 75 (13). Las políticas del gobierno, por otra parte, han mostrado interés por el actual incremento de producción y productividad ocupando, en el mercado, un cuarto puesto en las exportaciones, después del café, algodón y azúcar (16).

La mecanización del cultivo del arroz, toma cada día mayor interés por parte de los técnicos del mundo. A través de la FAO, se realizan reuniones periódicas, cuyos informes inquietan a la mayoría de países productores. Veamos algunas conclusiones en la última de ellas, según los expertos que participaron (7): Introducción de políticas para mejorar las técnicas en forma gradual, en las comarcas rurales; el fomento de investigación, identificación, clasificación, elaboración y evaluación de métodos de cultivo y de trabajos, en base a la conformación de estudios interdisciplinarios; prioridades en investigación y aplicación de técnicas en común acuerdo entre Institutos de Investigación, fabricantes y Gobierno.

## REVISION DE LITERATURA

Aún cuando el equipo que se va a utilizar se conoce más como mecanismo fertilizador (1, 3, 6, 14, 18), debido a ciertas prácticas de uso en siembras al voleo en diferentes países del mundo, y en diversos cultivos como arroz, sorgo, pasto, etc., se ha generalizado éste mecanismo centrífugo de distribución de fertilizante como mecanismo de siembra, obteniéndose una doble utilización del implemento. No es frecuente encontrar este equipo para labores de siembra en países como Norte América (1, 8, 20), pero sí es frecuente el uso múltiple, en Europa, Asia, Australia, América del Sur (3, 4, 6, 7, 12, 14, 18, 19). En Colombia, no hay estadísticas precisas al respecto; mediante encuestas directas con los distribuidores<sup>1/</sup>, estima el ICA para 1975, la necesidad de 221 voleadores.

Todo equipo, respecto a la siembra, debe garantizar una serie de condiciones generales importantes, como serían su distribución uniforme y regular, precisión de reparto, resistencia del equipo, sencillez de concepción mecánica, facilidad de graduación, utilización de diferente simiente y posibilidad de trabajo a altas velocidades (3).

Sobre estos requisitos mínimos de garantía de buena operación de equipos, no se tiene ninguna normalización por parte de las instituciones del gobierno encargadas de ello.

La literatura general sobre tipos de sembradoras y clasificación es variada (1, 3, 5, 8, 14, 18, 19, 20), encontrándose un análisis básico y funcional muy interesante en Candelón (3).

---

<sup>1/</sup> Datos en mimeógrafo. Tercer Seminario de Insumos Agropecuarios, Medellín 1975.

En cuanto a perfiles de aplicación, Candelón (3), cualitativamente, nos muestra, en fertilizadores al voleo, la trayectoria de las partículas, su diagrama de fuerzas y los perfiles en función del punto de salida del fertilizante hacia el plato de distribución y en función de las aletas, rectas o curvas, pero sin valores de referencia.

Patterson (15), evalúa tres tipos de centrifugas de plato y una de tubo oscilante, con fertilizantes granulados y no granulados, en local cerrado, encontrando relaciones entre la pendiente y la distribución del material, la pendiente y la alimentación en el disco, dando la trayectoria de las partículas en el disco.

Análogamente, el NIAE (12), en pruebas con equipo de fertilización-siembra, con materiales granulados, cristalinos y en polvo (fertilizantes), encuentra algunos datos importantes, así, anchos óptimos de aplicación entre 3.05 y 6.40 metros y velocidades de operación óptimas de 9.00 a 11.67 kilómetros por hora. Además se incluyó en el estudio, la uniformidad del perfil de distribución, descarga de operación y trabajos de campo en condiciones comerciales: evaluación del material y adaptación del operario al equipo.

Al entrar en los sistemas de producción, se torna aún más compleja la situación para determinar la incidencia de los métodos de siembra en los costos totales; a pesar de ello, se intenta en algunos estudios bajo diferentes circunstancias (2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 17, 19) destacándose algunos datos que tienen importancia para los mecanismos centrífugos: Velocidad de operación (6 - 10 KPH), ancho de aplicación (8 - 18 metros), cantidad de semilla (20 - 500 Kg/Ha), costo de la labor de siembra (hasta 30% del tiempo total de la mano de obra y hasta el 6.27% del total de los costos).

## MATERIALES Y METODOS

### MATERIALES:

Sembradora-fertilizadora APOLO, modelo SAV 73  
Tractor FORD 4000  
Cronómetros  
Semilla de arroz variedades CICA 4 y CICA 6  
Cuadros de tela (liencillos) de 0.5 X 0.5 metros cuadrados  
Bolsas de papel.

### METODOS:

Se utilizó un diseño estadístico factorial, con los siguientes factores de variación: (Ver figuras 1, 2, 3 y 4).

1. Altura del mecanismo de distribución, o plato, sobre el suelo, (H), para los valores:  $H_1 = 78\text{cm}$ ;  $H_2 = 90\text{cm}$ ;  $H_3 = 70\text{cm}$ .
2. Velocidad de operación del tractor, (V), para:  $V_1 = 4.54 \text{ KPH}$ ;  $V_2 = 6.18 \text{ KPH}$ ;  $V_3 = 9.68 \text{ KPH}$ . (Velocidades teóricas del tractor, se comprobaron para cada tratamiento).



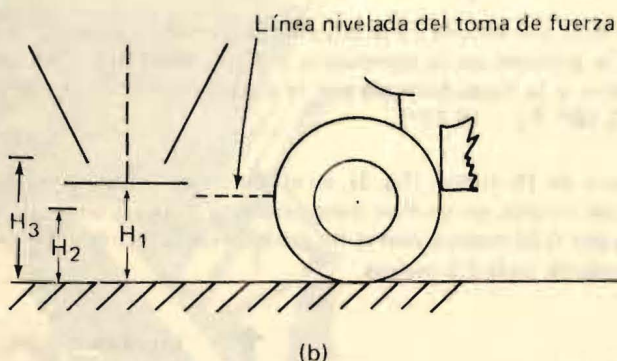
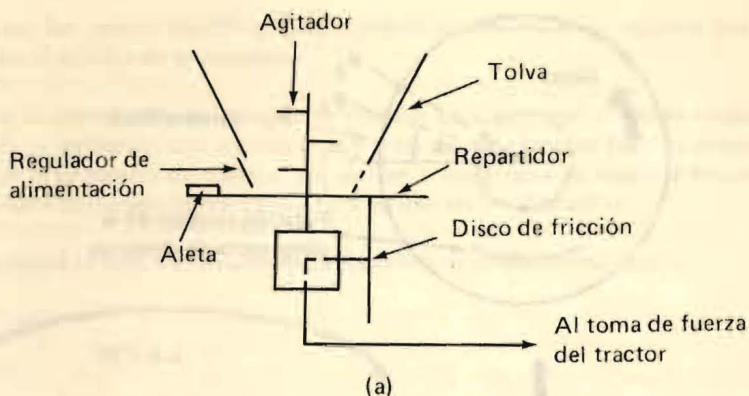


FIGURA 1. (a) Características esquemáticas del equipo; (b) posiciones relativas del plato sobre el suelo.

3. Descarga de semilla, o, propiamente, abertura de la compuerta, ( $Q$ ), que deja pasar la semilla de la tolva al plato de distribución, utilizándose según la numeración de la escala traída por el equipo:  $Q_1 = 16.08 \text{ cm}^2$ , número 1, ligeramente abierta;  $Q_2 = 42.30 \text{ cm}^2$ , número 3, punto medio;  $Q_3 = 73.50 \text{ cm}^2$ , número 6, totalmente abierta.
4. Posición de la aleta de impulsión de la semilla ( $P$ ): de las cuatro posibles posiciones que trae el equipo, se eligieron tres, dos de los extremos y una central, según se aprecia en la figura 2.
5. Distancia entre los liencillos ( $D$ ); se enumeran los liencillos de izquierda a derecha de acuerdo al movimiento del tractor, para facilitar el análisis estadístico, así:  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5$ ; coincidiendo el liencillo  $D_3$  con la línea central del movimiento del tractor (ver figura 3).

Se consideró cada tratamiento como la combinación de cinco variables con cuatro repeticiones, o sea, un total de 405 tratamientos para 1.620 muestras, pero para 81 perfiles de distribución.

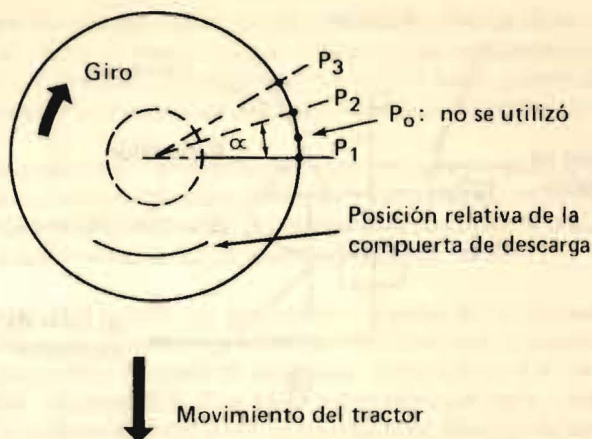


FIGURA 2. Vistas por encima de la posición de las aletas en relación con el diámetro del plato, la posición de la compuerta y el movimiento del tractor. El ángulo entre el diámetro y la línea formada por la aleta se denominó  $\alpha$ . ( $P_1 = 0^\circ$ ,  $P_0 = 8,07^\circ$ ,  $P_2 = 13,08^\circ$ ,  $P_3 = 18,27^\circ$ ).

Se utilizó un lote de 15 metros (fig. 3), en el cual, se colocaron a lo largo, filas transversales cada tres metros, en las filas transversales se dispusieron cuadros de liencillos de 0.50 metros por 0.50 metros, con el fin de observar la distribución de la semilla, y, a su vez, de recogerla, cada 2.5 metros.

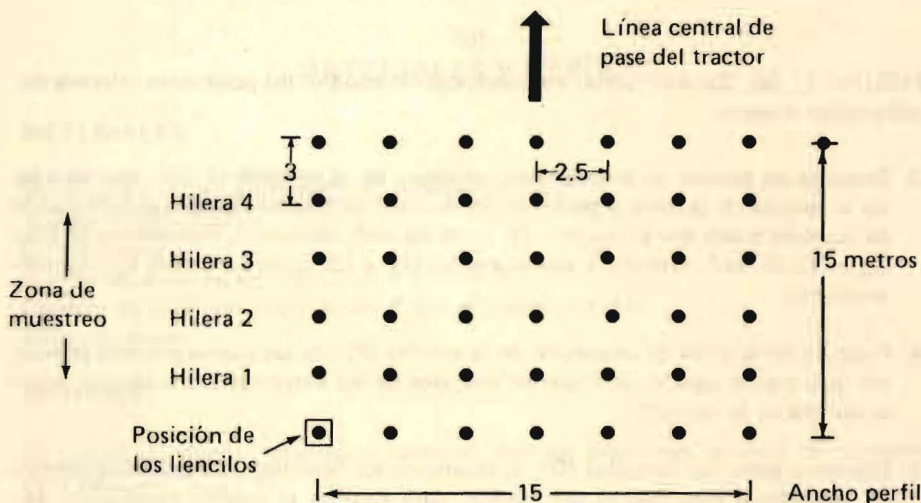


FIGURA 3. Lote que se utilizó y posición de los liencillos de muestreo.

Se recogieron las cuatro filas internas, para lo cual se tomó la semilla caída en cada liencillo y se contó. Así se obtuvieron los perfiles transversales. La pendiente del



terreno no fué mayor del 3%, para eliminar el máximo error, posible por ella, se trabajó en el sentido de la pendiente.

También, se tomó un buen número de semillas de arroz, con el fin de establecer su densidad, y, posterior a la contada de semilla de cada tela, se hizo su conversión a peso, con el propósito de trabajar los perfiles transversales en base a población y peso, para facilitar la determinación de los traslapes en la calibración.

Los resultados se sometieron a los correspondientes análisis estadísticos.

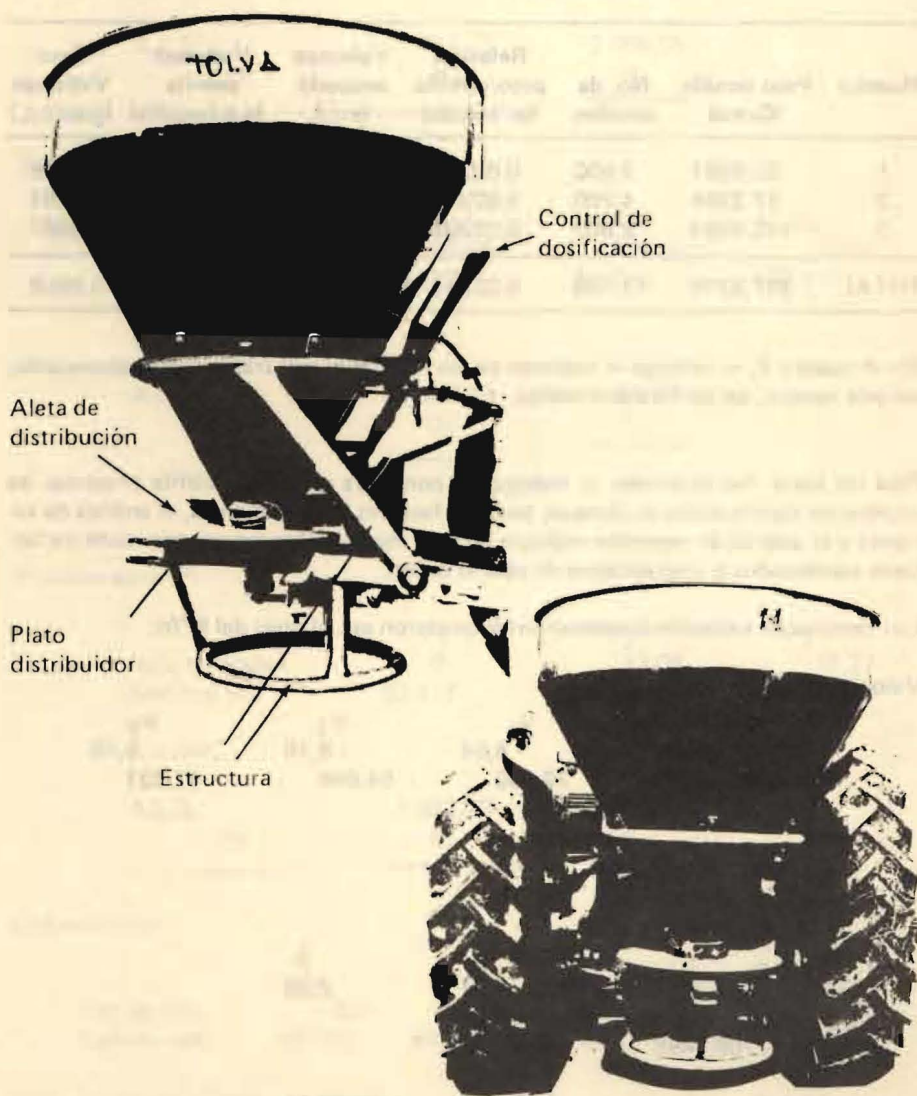


FIGURA 4. Vistas fotográficas de lateral y atrás, respectivamente, de equipo enganchado al tractor (fotos Puyana).

## RESULTADOS ESTADISTICOS

El peso promedio de semilla de arroz (CICA 4 y CICA 6), se presenta, a continuación, en el cuadro 1. Para un total de 12.700 semillas, arrojó un peso de 0.02341 gramo/semilla.

**CUADRO 1  
DETERMINACION DEL PESO PROMEDIO DE LA  
SEMILLA DE ARROZ**

Muestra	Peso semilla (Grms)	No. de semillas	Relación peso/semilla (gr/semilla)	Volumen ocupado (c.c.)	Volumen semilla (c.c./semilla)	Peso Volumen (gram/c.c.)
1	83.9861	3.500	0.02399	125	0.03571	0.6718
2	97.2264	4.200	0.02314	150	0.03571	0.6481
3	115.4593	5.000	0.02309	175	0.03500	0.6597
<b>TOTAL</b>	<b>297.3718</b>	<b>12.700</b>	<b>0.02341</b>	<b>450</b>	<b>0.03543</b>	<b>0.6608</b>

En el cuadro 2, se entrega el resumen de los resultados por tratamiento, observando, en este cuadro, los perfiles promedios.

Para no hacer tan extensivo el trabajo, se considera que es suficiente presentar las pruebas de significación de Duncan, para los factores independientes, el análisis de varianza y el análisis de regresión múltiple, el cual muestra el comportamiento de los factores combinados o interacciones de cuarto orden.

Los factores de variación independientes quedaron así, al nivel del 5<sup>o</sup>/o:

Velocidad (V).

KPH	$V_1$	$V_2$	$V_3$
	4,54	6,18	9,68
Semillas tot.	77.480	54.686	47.031

$$K = \frac{1.620}{3} = 540$$

A.E.S.	2	3
	2,77	2,92

$$S_x = 708,7498$$

A.L.S.	$V_2$	$V_1$
	1.963,23	2.069,55
$V_3$		



Altura (H):

	$H_1$	$H_2$	$H_3$
Metros/piso	0,78	0,90	0,70
Semillas tot.	64.299	57.325	57.573
A.E.S.	$\frac{2}{2,77}$	$\frac{3}{2,92}$	

$$S_x = 708,7498$$

A.L.S.	1.963,23	2.069,55
$H_2$	$H_3$	$H_1$
	<hr/>	<hr/>

Gasto (Q):

	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$
Area salida (cm <sup>2</sup> )	16,08	42,30	73,50
Semillas tot.	3.485	52.775	122.937

$$K = 540$$

A.L.S.	1.963,23	2.069,55
$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$
	<hr/>	<hr/>

Posición aleta (P):

	$P_1$	$P_2$	$P_3$
Angulo en grados	0	13,08	18,27
Semillas tot.	63.117	56.851	59.229

$$K = 540$$

A.L.S.	1.963,23	2.069,55
$P_2$	$P_3$	$P_1$
	<hr/>	<hr/>

Distancia (D):

	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$
Ref. en mts.	-5,0	-2,5	0	2,5	5,0
Semillas tot.	10.720	41.219	51.199	51.942	14.117

$$K = \frac{1.620}{5} = 324$$

**CUADRO 2**  
**DETERMINACION DE LOS PERFILES PROMEDIOS POR TRATAMIENTO,**  
**EN KILOGRAMOS POR HECTAREA Y EN NUMERO DE SEMILLAS**

No. Combinación	Factores	Kgrms/Ha = $f_0 = 0.9364n^*$					No. semilla/Ha x $10^5 = f$ $f = \frac{\text{semilla/lienzo}}{2.5} \times 10^5$				
		-5.0	-2.5	0	+2.5	+5.0	-5.0	-2.5	0	+2.5	+5.0
1	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	1.638	8.661	6.789	5.384	2.341	0.7	3.7	2.9	2.3	1.0
2	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	0.936	4.448	12.173	3.979	0.234	0.4	1.9	5.2	1.7	0.1
3	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	1.170	2.107	8.661	1.170	0.234	0.5	0.9	3.7	0.5	0.1
4	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	0.936	6.086	13.343	1.404	- 0 -	0.4	2.6	5.7	0.6	0
5	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	- 0 -	2.809	5.852	3.745	0.936	0.0	1.2	2.5	1.6	0.4
6	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	- 0 -	- 0 -	8.427	3.979	0.936	0.0	0.0	3.6	1.7	0.4
7	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	1.404	5.150	12.407	2.809	0.000	0.6	2.2	5.3	1.2	0.0
8	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	1.404	4.916	9.832	2.809	0.234	0.6	2.1	4.2	1.2	0.1
9	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	0.234	3.277	13.109	1.638	0.000	1.1	1.4	5.6	0.7	0.0
10	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	79.360	203.901	183.066	75.614	1.170	33.9	87.1	78.2	32.3	0.5
11	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	47.756	139.523	116.347	48.927	2.107	20.4	59.6	49.7	20.9	0.9
12	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	14.514	86.617	123.617	35.349	4.448	6.2	37.0	52.8	15.1	1.9
13	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	136.480	225.204	176.745	82.637	5.150	58.3	96.2	75.5	35.3	2.2
14	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	62.270	119.859	130.159	52.572	5.150	26.6	51.2	55.6	22.5	2.2
15	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	65.548	118.688	110.261	46.820	2.809	28.0	50.7	47.1	20.0	1.2
16	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	33.573	202.028	201.092	72.103	0.702	35.7	86.3	85.9	30.8	0.3
17	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	68.123	125.009	125.946	50.799	0.468	29.1	53.4	53.8	21.7	0.2
18	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	30.667	99.024	117.752	63.675	3.511	13.1	42.3	50.3	27.2	1.5
19	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	301.989	542.880	368.941	329.145	3.043	129	231.9	157.6	140.6	1.3
20	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	70.230	233.160	316.269	227.077	77.253	30.	99.6	135.1	97.0	33.0
21	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	134.370	188.684	213.967	198.751	5.618	57.4	80.6	91.4	84.9	2.4
22	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	389.074	399.374	386.967	359.109	109.793	166.2	170.6	165.3	153.4	46.9
23	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	238.547	259.851	237.845	220.288	10.066	101.9	111.0	101.6	94.1	4.3
24	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	59.227	178.618	246.273	172.765	28.092	25.3	76.3	105.2	73.8	12.0
25	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	382.285	394.224	387.669	364.727	96.917	163.3	168.4	165.6	155.8	41.4
26	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	371.516	384.626	373.623	350.447	90.830	158.7	164.3	159.6	149.7	38.8
27	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> O <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	284.431	301.989	290.518	266.405	72.336	121.5	129.0	124.1	113.8	30.9
28	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	3.852	12.641	20.366	10.066	0.468	2.5	5.4	8.7	4.3	0.2
29	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	2.341	4.916	12.875	5.150	0.234	1.0	2.1	5.5	2.2	0.1
30	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	4.448	4.214	10.066	3.745	0.702	1.9	1.8	4.3	1.6	0.3
31	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	1.107	10.066	18.260	8.193	0.000	0.9	4.3	7.8	3.5	0.0
32	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	0.936	2.107	6.789	4.682	0.234	0.4	0.9	2.9	2.0	0.1
33	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	3.980	2.575	13.343	3.979	-0.234	1.7	1.1	5.7	1.7	0.1
34	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	4.916	4.916	15.216	6.086	0.234	2.1	2.1	6.5	2.6	0.1
35	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	0.936	3.745	11.003	6.555	0.000	0.4	1.6	4.7	2.8	0.0
36	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> O <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	4.682	3.979	11.002	5.384	0.468	2.0	1.7	4.7	2.3	0.2
37	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	31.861	158.720	171.595	163.402	18.260	13.61	67.8	73.3	69.8	7.8
38	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	14.280	85.914	116.347	108.388	17.791	6.10	36.7	49.7	46.3	7.6
39	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	29.965	70.932	98.322	97.151	4.682	12.80	30.3	42.0	41.5	2.0
40	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	45.883	161.295	190.323	181.427	16.621	19.60	68.9	81.3	77.5	7.1
41	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	7.959	92.469	125.945	122.200	30.433	3.40	39.5	53.8	52.2	13.0



Continuación Cuadro 2.

No. Combinación	Factores	Kgrms/Ha = f <sub>0</sub> = 0.9364n*									
		-5.0	-2.5	0	+2.5	+5.0	-5.0	-2.5	0	+2.5	+2.5
		No. semilla/Ha x 10 <sup>5</sup> = f									
		f = $\frac{\text{semilla/lienzo}}{2.5} \times 10^5$									
42	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	33.008	72.103	99.024	100.429	8.661	14.10	30.8	42.3	42.9	3.7
43	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	56.652	215.840	252.594	242.059	101.131	24.20	92.2	107.9	103.4	43.2
44	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	52.204	112.368	176.745	169.488	23.176	22.30	48.0	75.0	72.4	9.9
45	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	19.196	116.582	143.737	119.157	42.606	8.20	49.8	61.4	50.9	18.2
46	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	97.151	246.507	244.634	366.132	148.419	41.50	105.3	104.5	156.4	63.4
47	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	122.434	238.548	298.478	357.705	131.564	52.30	101.9	127.5	152.8	56.2
48	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	90.128	228.247	287.006	315.567	119.391	38.50	97.5	122.6	134.8	51.0
49	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	186.343	154.506	233.163	261.622	68.123	79.60	66.0	99.6	120.3	29.0
50	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	59.929	165.508	235.738	278.813	105.345	25.60	70.7	100.7	119.1	45.0
51	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	111.900	193.600	265.001	267.108	133.437	47.80	82.7	113.2	114.1	57.0
52	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	151.228	160.124	400.311	430.041	18.025	64.6	68.4	171.0	183.7	7.7
53	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	33.710	157.549	217.947	242.293	52.438	14.4	67.3	93.1	103.5	22.4
54	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	62.270	180.023	250.253	290.986	65.314	26.6	76.9	106.9	124.3	27.9
55	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	11.002	6.788	19.898	22.473	1.404	4.7	2.9	8.5	9.6	0.6
56	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	2.107	8.427	14.046	13.107	1.638	0.9	3.6	6.0	5.6	0.7
57	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	4.448	3.277	11.939	12.875	0.702	1.9	1.4	5.1	5.5	0.3
58	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	8.661	12.173	17.089	17.089	3.511	3.7	5.2	7.3	7.3	1.5
59	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	4.448	4.214	8.427	11.002	1.873	1.9	1.8	3.6	4.7	0.8
60	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	4.916	5.150	10.066	8.427	1.404	2.1	2.2	4.3	3.6	0.6
61	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	6.789	15.684	20.132	18.025	2.107	1.9	6.7	8.6	7.7	0.9
62	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	5.150	5.618	11.705	14.982	0.234	2.2	2.4	5.0	6.4	0.1
63	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	3.043	4.555	8.896	9.598	0.468	1.3	2.8	3.8	4.1	0.2
64	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	46.820	125.009	162.699	229.418	41.201	20.0	53.4	69.5	98.0	17.6
65	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	43.410	94.576	134.139	122.668	58.993	10.0	40.4	57.3	52.4	25.2
66	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	13.343	67.655	99.960	81.467	51.034	5.7	28.9	42.7	34.8	21.8
67	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	49.863	139.523	159.656	198.517	134.373	21.3	59.6	68.2	84.8	57.4
68	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	45.883	68.357	109.793	132.734	69.059	19.6	29.2	46.9	56.7	29.5
69	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	29.965	68.825	88.958	104.174	66.718	12.8	29.4	38.0	44.5	28.5
70	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	63.909	106.281	212.328	224.033	53.140	27.3	45.4	90.7	95.7	22.7
71	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	16.153	97.385	133.905	138.353	49.863	6.9	41.6	57.2	59.1	21.3
72	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	12.641	86.617	117.986	101.833	40.733	5.4	37.0	50.4	43.5	17.4
73	V <sub>1</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	81.232	296.136	420.912	542.409	276.004	34.7	126.5	179.8	231.7	117.9
74	V <sub>2</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	31.603	200.858	274.365	338.274	111.141	13.5	85.8	117.2	144.5	47.8
75	V <sub>3</sub> H <sub>1</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	47.756	121.029	217.713	357.705	39.563	20.4	51.7	93.0	152.8	16.9
76	V <sub>1</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	52.906	224.736	309.012	457.899	235.270	22.6	96.0	132.0	195.6	100.5
77	V <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	64.845	172.766	260.553	346.936	152.867	27.7	73.8	111.3	148.2	65.3
78	V <sub>3</sub> H <sub>2</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	64.377	106.281	199.687	311.353	85.212	27.5	45.4	85.3	133.0	36.4
79	V <sub>1</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	21.537	235.036	363.791	414.825	122.434	9.2	100.4	155.4	177.2	52.3
80	V <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	43.542	155.910	259.617	368.239	87.553	18.6	66.6	110.9	157.3	37.4
81	V <sub>3</sub> H <sub>3</sub> Q <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	33.476	113.538	207.646	326.569	53.140	14.3	48.5	88.7	139.6	22.7

\*n = No. de semillas promedio/lienzo.

NOTA: Todas las observaciones a -7.5 y +7.5 metros dieron 0 (No se obtuvo semilla).

Se anota que -7.5 y +7.5 metros son las distancias del centro del tractor a izquierda y derecha respectivamente en la aplicación.

### CUADRO 3 ANALISIS DE VARIANZA

NIVELES DE LOS FACTORES

D 5  
R 4  
V 3  
H 3  
Q 3  
P 3

GRAN PROMEDIO 110.61543

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F (Col)	F (Tabla)	SIGNIFICACION
D	3779660.30000	4	944915.07000	1.015782108	0.05	0.01
R	4694.46110	3	1564.82030	1.682179	2.37	3.32
DR	66695.19700	12	5557.93300		2.60	3.78
V	929201.87000	2	464600.93000	499.445217	2.99	4.60
DV	100850.88000	8	12506.36000	13.551915	1.94	2.51
RV	18663.46100	6	3110.57680			
DRH	24984.88100	24	1041.03670			
H	57985.95800	2	28992.97900	31.167403	2.99	4.60
DH	79741.20100	8	9967.65010	10.715207	1.94	2.51
RH	9855.36210	6	1642.56030			
DRH	14856.39000	24	610.68291			
VH	18726.21000	4	4681.55250	5.032661	2.37	3.32
DVH	33205.58200	16	2075.34880	2.230996	1.64	1.99
RVH	10243.12700	12	853.59391			
DRVH	35980.23600	48	749.58825			
Q	13346290.00000	2	6673145.00000	7.173.619635	2.60	3.78
DQ	2422536.50000	8	302817.06000	325.527829	1.94	2.51
RQ	3366.00000	6	561.00000			
DRQ	38806.37800	24	1616.93240			
VQ	463001.61000	4	115750.40000	124.431485	2.37	3.32
DVQ	48209.37900	16	3013.08610	3.239062	1.64	1.99
RVQ	17923.34500	12	1493.61200			
DRVQ	32891.68100	48	685.24335			
HQ	302350.15000	4	75587.53700	81.256474	2.37	3.32
DHQ	64818.30800	16	4051.14420	4.354973	1.64	1.99
RHQ	22691.09900	12	1890.92490			



Continuación cuadro 3.

DRHQ	(E)	54807,95900	1141,83240		3,090600	>	1,94	2,51	S
VHO	24	22999,85300	2874,98160	8	3,248320	>	1,45	1,62	S
DVHQ	28	96694,33400	3021,69790	32	1185,00550				
RVHQ	(E)	28440,13400	970,54634	24	19,918715	>	2,60	3,78	S
DRVHQ	(E)	93172,44900	18529,06700	96	145,240356	>	1,94	2,51	S
P	6	37058,13500	135107,52000	2	22,476134	>	2,37	3,32	S
DP	9	1080860,20000	1014,46640	6	9,372685	>	1,64	1,99	S
RP	(E)	6086,79880	1986,93060	24	13,471080	>	2,37	3,32	S
DRP	(E)	47686,33600	20908,06500	4	2,422026	>	1,94	2,51	S
VP	12	83632,26300	8718,79060	4	10,96764	>	1,45	1,62	S
DVP	18	139500,65000	376,57238	16	2,521632	>	2,37	3,32	S
RVP	(E)	4518,86860	854,28183	12	64,148954	>	1,64	1,99	S
DRVVP	(E)	41005,52800	12531,25700	48	13,471080	>	2,37	3,32	S
HP	14	50125,03000	2253,05100	4	2,422026	>	1,94	2,51	S
DHP	20	36048,83100	818,66771	16	10,96764	>	1,45	1,62	S
RHP	(E)	9824,01260	553,90652	12	2,521632	>	2,37	3,32	S
DRHP	(E)	26587,51300	10202,77400	48	64,148954	>	1,64	1,99	S
VHP	23	81622,19400	2345,70810	8	10,96764	>	1,94	2,51	S
DVHP	27	75062,66100	911,41512	32	2,521632	>	2,37	3,32	S
RVHP	(E)	21873,96300	626,78307	24	55,572049	>	1,64	1,99	S
DRVHP	(E)	60171,17500	59673,54000	96	27,809187	>	1,94	2,51	S
QP	16	238694,16000	51695,01100	4	6,635583	>	1,45	1,62	S
DQP	22	827120,19000	621,25720	16	9,216592	>	1,94	2,51	S
RQP	(E)	7455,08650	721,13245	12	3,547718	>	1,45	1,62	S
DRQP	(E)	34614,35800	25869,05200	48	9,216592	>	1,64	1,99	S
VQP	25	206952,42000	6172,64590	8	10,392020	>	1,94	2,51	S
DVQP	30	197524,67000	962,29987	32	8573,58760	>	1,45	1,62	S
RVQP	(E)	23095,19700	3300,20810	24	721,66541	>	1,94	2,51	S
DRVQP	(E)	99763,41200	554,60830	96	9807,73560	>	1,64	1,99	S
HQP	26	68588,70100	818,66771	8	2,666824	>	1,34	1,51	S
DHQP	31	105606,66000	716,74291	32	10,543299	>	1,94	2,51	S
RHQP	(E)	17319,97000	518,94100	24	2,666824	>	1,64	1,99	S
DRHQP	(E)	53242,39700	9807,73560	96	10,543299	>	1,34	1,51	S
VHQP	29	156923,77000	2479,84100	16	2,666824	>	1,94	2,51	S
DVHQP	32	158709,83000	1320,97230	64	716,74291	>	1,64	1,99	S
RVHQP	(E)	63406,67300	1320,97230	48	26442418,00000	>	1,34	1,51	S
DRVHQP	(E)	137614,64000	716,74291	192		>	1,94	2,51	S
TOTAL		26442418,00000		1619					

$$\sum^2(E) = 930,2340156$$

$$\sum(E) = 1'127,443,627$$

$$GL(E) = 1212$$

A.E.S.

2

3

4

5

2,77

2,92

3,02

3,09

Sx = 548,9952

A.L.S.

1.520,71

1.603,06

1.657,96

1.696,39

D<sub>5</sub>

D<sub>1</sub>

D<sub>2</sub>

D<sub>3</sub>

D<sub>4</sub>

**CUADRO 4.1/**  
**ENTRADA DE VARIABLES AL COMPUTADOR,**  
**SEGUN EL MODELO MATEMATICO ESCOGIDO**

Tipo		Variables Agregadas																			
Variable	D	V	H	Q	P	S	$\frac{1}{S}$	$\frac{1}{V}$	Log S	H <sup>2</sup>	Q <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	D <sup>2</sup>	D <sup>2</sup>	0.95V	0.9V-1.4	$\frac{V}{0.9V-1.4}$	$\beta_2Q$	P <sup>3</sup>	P <sup>2</sup>	
Número	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Modelo																					
a																					
b																					
c																					
d																					
e																					
f																					

**Modelos Matemáticos**

- a.  $S = \frac{V}{\alpha_0 + \beta_0 V}$
- b.  $S = \alpha_1 H^2 + \beta_1 H + \delta_1$
- c.  $S = \alpha_2 \beta_2 Q$
- d.  $S = \alpha_3 Q^2 + \beta_3 Q + \delta_3$
- e.  $S = \alpha_4 D^3 + \beta_4 D^2 + \delta_4 D + \delta$
- f.  $S = C_1 \left( \frac{V}{0.95955V - 1.45791} \right) + C_2 H^2 + C_3 H + C_4 + 1.0726Q + C_5 D^3 + C_6 D^2 + C_7 D + C_8 P^3 + C_9 P^2 + C_{10} P + C_{11}$

- D<sub>0</sub> = Variable dependiente
- I = Variable independiente
- D = Distancia
- V = Velocidad
- H = Altura
- Q = Gasto
- P = Posición de Aleta
- S = Número de semillas/lienzo
- C<sub>n</sub> = Coeficiente de regresión

1/ El trabajo de computador, fué posible por la extraordinaria colaboración del ingeniero Juan Manuel Vilá.



## ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE

Para entender mejor los resultados de este análisis, presentamos el cuadro 4 en el cual se dan las diferentes formas como entraron al computador las variables, de acuerdo a los modelos matemáticos, y, la dependencia o independendencia, según el caso correspondiente al modelo.

De los resultados para los modelos de regresión, se toma el de regresión múltiple, F. del cuadro 4:

$$S = C_1 \left( \frac{V}{0,95955V - 1,45791} \right) + C_2 H^2 + C_3 H + C_4 \times 1,0726^Q \\ + C_5 D^3 + C_6 D^2 + C_7 D + C_8 P^3 + C_9 P^2 + C_{10} P + C_{11}$$

$C_1, \dots, C_{11}$  = Constantes o coeficientes de regresión múltiple definitivos.

$$S = 172,6 \left( \frac{V}{0,95955V - 1,4579} \right) - 45,889H^2 + 60,5575H + 1,1216 \times \\ 1,0726^Q - 0,452158D^3 + 2,33073D^2 + 19,9105D - 0,00811684P^3 \\ + 0,3491P^2 - 4,062P - 261,36$$

En el cuadro 5 se consignan las pruebas de significación para el modelo múltiple.

Como resumen del análisis de varianza para los modelos de regresión independientes se tiene:

1. La función en V, no es significativa.
2. La función en H, no es significativa.
3. Las funciones en Q, son altamente significativas; se toma, para el ajuste final, la de mayor coeficiente de correlación.
4. La función en D, es altamente significativa.

## DISCUSION

En relación a la distribución transversal de los tratamientos, en el cuadro 2 se observa la tendencia de las mayores concentraciones del grano hacia sus partes centrales ( $D_2 = -2,5$  metros;  $D_3 = 0$  y  $D_4 = +2,5$  metros), lo mismo que el notable aumento de la salida del mismo a medida que se produce la apertura del mecanismo de regulación. Estas dos tendencias, se confirman en el análisis de regresión para los factores independientes, y, el último de ellos, es de gran peso en el análisis de regresión múltiple (cuadro 5).

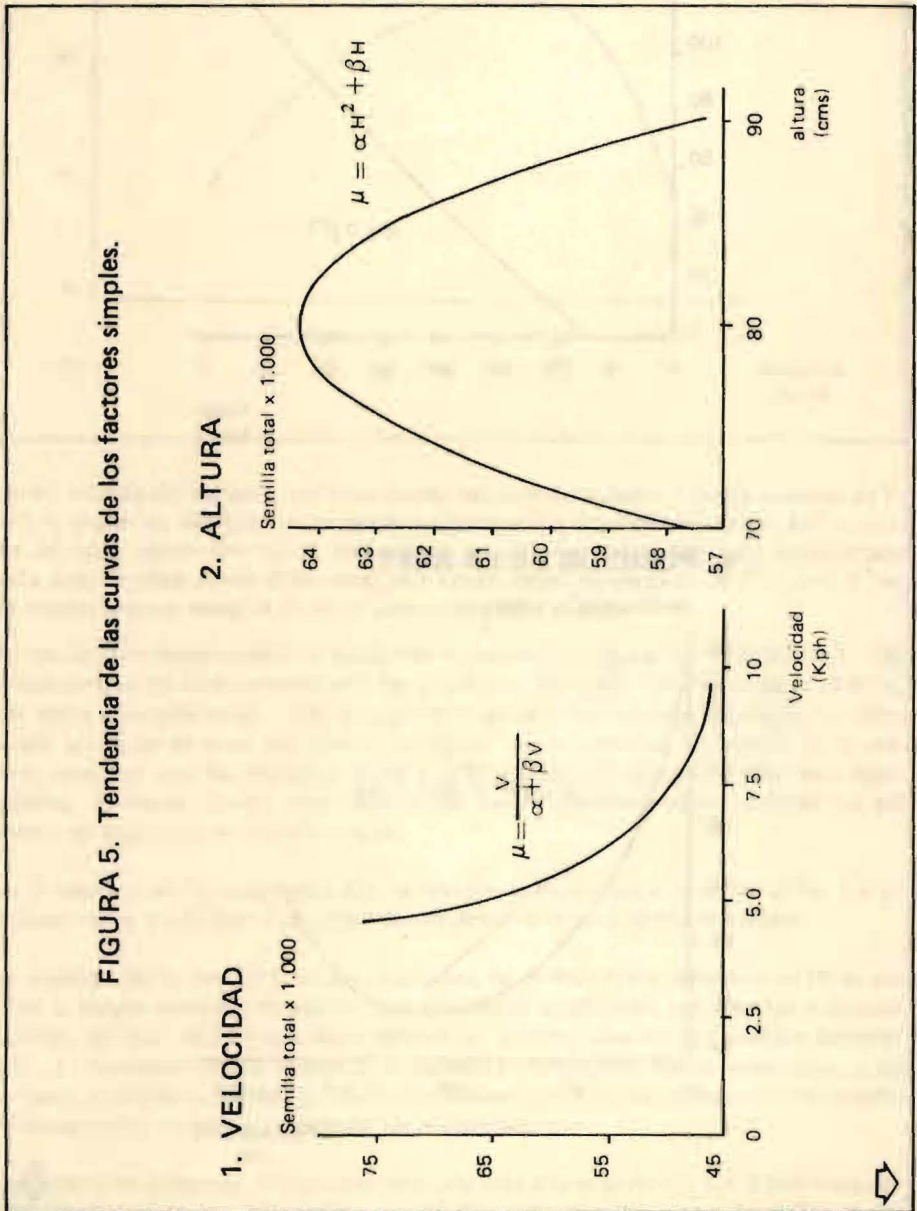
Otro hecho importante que se determina del cuadro 2, es el amplio rango de aplicación del equipo, pues, aún, considerando una banda de cinco metros de ancho de aplicación, se pueden obtener densidades de siembra desde 0 a 1,17 kilogramos por



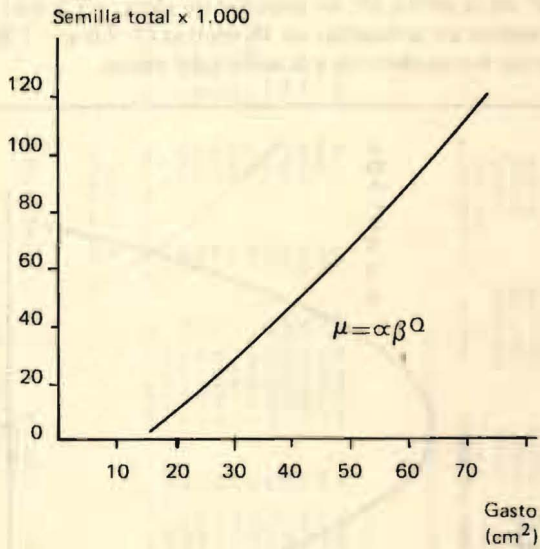


hectárea (0 a 50.000 semillas por hectárea) hasta 542,87 kg. por hectárea (231,9 X 10<sup>5</sup> semillas/Ha.), esto es, para combinaciones de factores de V<sub>3</sub> H<sub>1</sub> Q<sub>1</sub> P<sub>1</sub> D<sub>4</sub> (9,68 KPH, tdf a 0.90 metros, 16,08 cm<sup>2</sup> en la salida, 0° en la posición de la aleta, a + 2,5 metros) hasta una combinación de V<sub>1</sub> H<sub>3</sub> Q<sub>3</sub> P<sub>1</sub> D<sub>2</sub> (4,54 KPH; 0,70 mt. en tdf; 73,50 cm<sup>2</sup> en la salida; 0° en posición de aleta, -2,5 mt.) respectivamente. En general, para anchos de aplicación de 15 metros (+ 7,5 y - 7,5) no se recibió semilla; los pocos casos fueron debidos a la acción del viento.

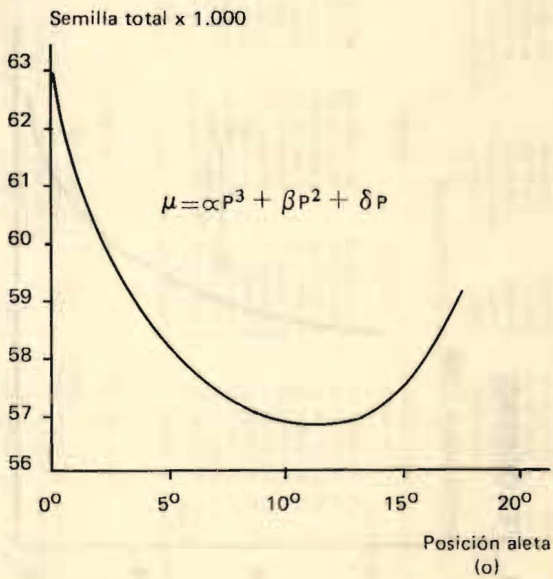
FIGURA 5. Tendencia de las curvas de los factores simples.



### 3. GASTO

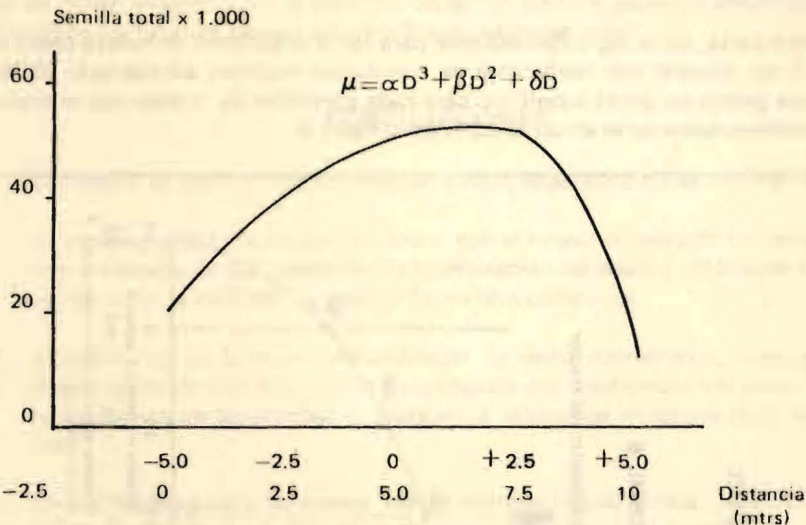


### 4. POSICION DE LA ALETA





## 5. DISTANCIA



De los análisis de varianza, como se puede apreciar del cuadro 3, en las pruebas de F, sólo el grupo de repeticiones no mostró significación, concluyéndose que en los valores de cada repetición no se encuentran variaciones suficientes para considerarse cada una de ellas como diferentes, por tanto, estadísticamente, al 1<sup>o</sup>/o y al 5<sup>o</sup>/o, las repeticiones se encuentran en el mismo grupo de valores.

En los factores independientes, las curvas de tendencia (figuras 5,1; 5,2; 5,3; 5,4; 5,5) se encuentran en concordancia con las pruebas de Duncan. Las velocidades, al 5<sup>o</sup>/o, son todas ellas diferentes. Hay mayor caída de semilla a menor velocidad. La altura del plato, en su nivel con el tdf, distribuye mayor cantidad de semilla (0,78 metros), mientras que las otras dos (0,70 y 0,90 metros), no presentan diferencia significativa. El hecho, parece estar relacionado con la eficiencia de transmisión del tdf cuando se encuentra en posición recta.

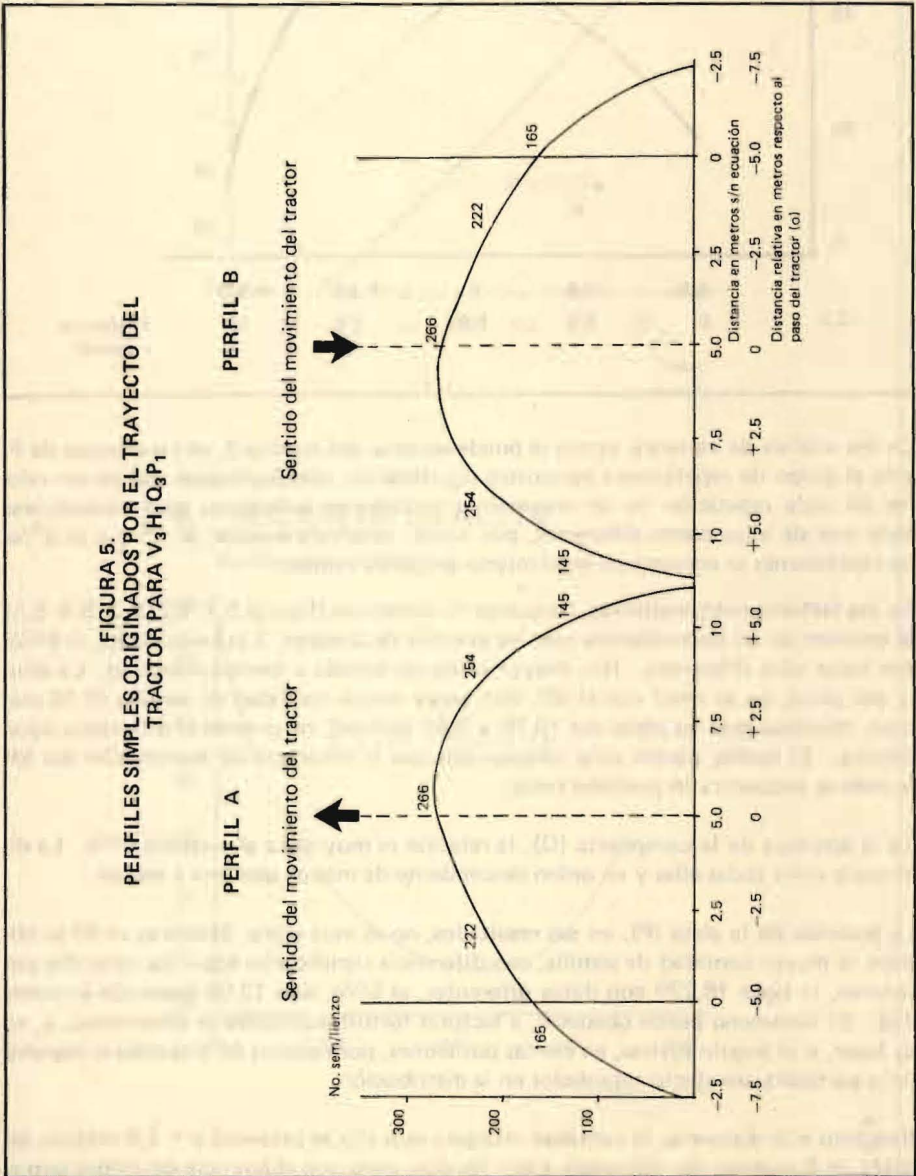
En la apertura de la compuerta (Q), la relación es muy clara al nivel del 5<sup>o</sup>/o. La diferencia entre todas ellas y en orden descendente de mayor apertura a menor.

La posición de la aleta (P), en sus resultados, no es muy clara. Mientras en 0<sup>o</sup> se obtiene la mayor cantidad de semilla, con diferencia significativa sobre las otras dos posiciones, le sigue 18,27<sup>o</sup> con datos diferentes, al 5<sup>o</sup>/o, con 13,08 (posición intermedia). El fenómeno puede obedecer, a factores fortuitos difíciles de determinar, o, en su lugar, si el ángulo tuviese, en ciertas posiciones, por razones de trayectoria-impulso de la partícula, un efecto retardador en la distribución.

Respecto a la distancia, la cantidad recogida más alta se presentó a + 2,5 metros, seguida de 0 metros, sin diferencia entre las dos, pero con diferencia de ambas con el

resto. Se nota una mayor concentración de semilla hacia los valores positivos del perfil transversal (lado derecho en el sentido del movimiento del tractor), y en los 5 metros centrales del mismo perfil.

Por otra parte, en la regresión múltiple para las interacciones de cuarto orden se encontró un modelo con coeficiente de correlación múltiple satisfactorio (0,79137) que nos genera un perfil específico para cada condición de trabajo que se encuentra conveniente, como se ve en un ejemplo en la figura 6.





Del cuadro 5, es fácil deducir las funciones de los factores que tienen una significación al 0,01 y al 0,05 en dicho modelo múltiple, no presentando incidencia la altura del plato (H) y la posición de la aleta en el plato (P); lo cual no quiere decir que dejen de tener influencia en la distribución de los perfiles, como se puede pensar del análisis de los factores simples (cuadro 3, análisis de varianza).

## CONCLUSIONES

1. El trabajo, en general, dió satisfacción a nivel estadístico como calibración.
2. Es posible, y se hace necesario, operar con el mayor número de factores que tienen influencia en los resultados de la utilización del equipo. Mediante el uso del computador se facilitan los análisis factoriales complejos.
3. El análisis de los factores independientes, así como combinados, tanto de primer orden, como de cuarto orden (o tratamientos por combinaciones) presentó resultados lógicos en las pruebas de Duncan, y tendencias de curvas muy significativas.
4. En los modelos para las curvas, fué de especial interés el relacionado con la salida de semilla de arroz (Q), sin embargo, para todos ellos presentó significación la prueba de F y la prueba de comparación con la variable dependiente, y, aún cuando el coeficiente de correlación múltiple fué alto (0,79137), sería interesante dedicar una investigación al ajuste de nuevos modelos, lo cual llevaría un tiempo apreciable.
5. La cantidad de combinaciones, o posibilidades de trabajo efectivo en el campo, deducido de la curva general, es inagotable, gran ventaja que se observa en el equipo, produciendo rangos en las densidades entre 0 y 500 kg/Ha para los límites de velocidades comerciales, y anchos máximos de aplicación 10 a 12 mt.

## BIBLIOGRAFIA

1. BAINBR, R.; R.A. KEPNER and R.I. BARGER. Principles of Farm Machinery. Wiley & Sons. N.Y. 571 pp. 1965.
2. CAJA DE CREDITO AGRARIO INDUSTRIAL Y MINERO. Cuadros para elaboración de costos por hectárea. Selección realizada por Emilio Yepes, mimeografiada por el Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional. Medellín. Sin paginación. 1975.
3. CANDELON PHILIPPE. Las Máquinas Agrícolas. Ed. MundiPrensa. Madrid. 679 pp. 1971.
4. CHEBATAROFF, N. Producción de Arroz en Grandes Explotaciones, en el Uruguay. Inf. Reunión de expertos en la Mecanización de la Producción y la Elaboración del Arroz, FAO. pp. 76 - 83. 1972.

5. DE BOER, P.C. y P. VAN HALTEREN. Mecanización del Tratamiento de las Plantas durante su desarrollo. Inf. Reunión de expertos en la Mecanización de la Producción y la Elaboración del Arroz, FAO pp. 93 - 96. 1972
6. DENCKER CARL. Manual de Técnica Agrícola. Trad. José Abeijón Veloso. Ed. Omega S.A. Barcelona. pp. 1.252. 1966.
7. FAO. Informe sobre la Reunión de Expertos en la Mecanización de la Producción y la elaboración del Arroz, Surinam, FAO. Roma pp. 224. 1972.
8. HUNT DONNELL. Farm power and Machinery Management. Jowg St. Univ. Pres. Iowa. E.U. 5 th Edit. pp. 291. 1968.
9. JOHNSON LOYD and A. DIAZ. A Continuous Rice Production System. Agricultural Mechanization in Asia (AMA). Editor Yoshisuke Kishida. Published by Farm Machinery industrial Research Cop. Tokyo. Japón.
10. MADRAMOOTOO H. Prácticas y Equipo de Laboreo de la Tierra para la Producción Arrocerca en las pequeñas granjas familiares. Inf. Reunión de Expertos en la Mecanización de la Producción y la Elaboración del Arroz, FAO. pp. 71 - 75. 1972.
11. MOOMAW, J.C. y H.P. CURFS. Aspectos Generales y Particulares de la Labranza del Arroz. Inf. Reunión de Expertos en la Mecanización de la Producción y la Elaboración del Arroz, FAO. pp. 61 - 67. 1972.
12. NIAE. Vicon Multispreader Fertilizer Broadcaster Test Report for Users. Nat. Inst. of Agr. Eng. Bedford. Report 536. Noviembre 1966.
13. OPSA. Programas Agrícolas. Publicación Ministerio de Agricultura. pp. 390. 1975.
14. PASSELEGUE G. La Motorización y Mecanización Agraria. Ed. Accos. Barcelona. 1963.
15. PATTERSON, D.E. The Effect of Slope on the Transverse Distribution Pattern of Fertilizer, Broadcasters. Journ. of Agr. Eng. Res. 9 (2) 1964.
16. PARDO, B.R. Favorecer la Sana y Rápida Expansión del Sector Agrícola. Discurso Inaugural XV Congreso Arrocerero. Bogotá. Revista Arroz. (24): 4 - 7. 1975.
17. KHAN, A.U. Desarrollo Actual y Futuro de la Mecanización de la Producción de Arroz. Inf. Reunión de Expertos en la Mecanización de la Producción y la Elaboración del Arroz, FAO. pp. 23 - 30. 1972.
18. SERVICIO SHELL PARA EL AGRICULTOR. Implementos Agrícolas. Folleto No. 6 Serie B. Cagua. 1970.
19. STOUT, B.A. Equipo para la Producción de Arroz, FAO. Roma. pp. 193. 1966.
20. STONE ARCHIE and H. GULVIN. Machines for Power Farming. John, Wiley & Sons. Inc. N. York. 2 th Edit. pp. 559. 1967.