

EFECTO DEL ACIDO 2,4D  
SOBRE EL  
RENDIMIENTO, PORCENTAJE DE PROTEINA Y CALIDAD PLASTICA  
DEL TRIGO 38 M. A.

POR FRANCISCO K. CLAVER <sup>1</sup> Y HECTOR O. ARRIAGA <sup>2</sup>

INTRODUCCIÓN

El uso de herbicidas selectivos del tipo hormonal, adquiere cada día, mayor difusión. En el caso del trigo, resultan evidentes las ventajas que se pueden obtener eliminando las principales malezas competidoras de luz y de elementos nutritivos del suelo, especialmente por aumentar el rendimiento y la calidad comercial.

Pero el 2,4D produce también sobre el trigo, efectos que, según la bibliografía consultada, podrían ser aún más beneficiosos, como el aumento en el contenido de proteína, o bien perjudiciales, al provocar una disminución en el rendimiento.

En vista de esa disparidad en los resultados, nos pareció interesante realizar en nuestro país un ensayo, con el 2,4D, considerando, en especial, su acción sobre el rendimiento, contenido proteico del grano y calidad de la harina en el alveógrafo de Chopín.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Klingman (1947) pulveriza trigo en tres distintos estados de desarrollo: de 4 a 8 pulgadas de altura (10, 16 a 20, 32 cm) al comienzo

<sup>1</sup> Ingeniero agrónomo, Jefe del Laboratorio de la Cátedra de Agricultura, 1ª Parte, Cereales.

<sup>2</sup> Ingeniero agrónomo, Ayudante Diplomado de la Cátedra de Agricultura, 1ª Parte Cereales. — Técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

del encañamiento; 14 días después, con 12 pulgadas de altura (30,48 cm), en temprano estado de preespigazón, y 17 días más tarde en comienzo de espigazón, con tres concentraciones: 0,05 %; 0,10 % y 0,15 % de una solución de 2,4D (1 parte de 2,4D para 6,5 partes de carbowax 1.500) en agua, aplicadas en pulverización en la dosis de 250 galones por acre (2.338 l por Ha.), correspondiendo a 1, 2 y 3 libras de equivalente en ácido por acre (1,1209; 2,2418 y 3,3627 kg por Ha., respectivamente). Observa anormalidades en las plantas pulverizadas en el estado de encañamiento y sobre todo con las concentraciones más elevadas. Concluye que el tratamiento de cereales libres de malezas con 2,4D reduce el rendimiento en comparación con las parcelas testigos. Pero pulverizando antes del encañamiento o después de la espigazón, se puede « controlar » la maleza y obtener un favorable rendimiento de grano. Las pulverizaciones en el estado de preespigazón dan las diferencias más significativas en el rendimiento. Los tratamientos al principio del encañamiento, muestran el mayor número de anormalidades en las espigas. La disminución del rendimiento es mayor para los tratamientos con concentraciones más elevadas.

Erickson y colaboradores (1948) estudian el porcentaje de proteínas relacionado con pulverizaciones efectuadas con distintas concentraciones de 2,4D en siete variedades de trigo cultivadas en secano y bajo riego. Observan una relación directa entre la concentración de 2,4D utilizada y el aumento de proteína. Así, para las concentraciones 2,4D por acre de: 4,6; 2,0; 1,4 y 0,6 libras (5,1561; 2,2418; 1,5693 y 0,6725 kg por Ha.) encuentran un contenido de proteína de 15,5 %; 13,8 %; 12,7 % y 11,6 %, respectivamente, mientras que los cuadros no tratados tenían el 10,9 % de proteína. No dan datos sobre los rendimientos obtenidos en cada tratamiento.

Mc Neal (1948) estudia el efecto producido por el 2,4D al estado de sal sódica, de ácido y éster metílico, aplicado en pulverización y espolvoreo en dosis de 1 libra de equivalente ácido por acre (1,1209 kg por Ha.); pulveriza también con metil éster metoxone<sup>1</sup>. Las aplicaciones las hace sobre trigo Federation de 15,2 cm de altura, que no ha llegado aún al estado de preespigazón. Encuentra que el desmalezado a mano aumenta el rendimiento en 201 kg por Ha., con respecto a las parcelas con maleza, mientras que todos los tratamientos, excepto las pulverizaciones con sal de sodio, exhibían diferencias

<sup>1</sup> Ester metílico del ácido 2 metil-4 clorofenoxiacético.

significativas en el rendimiento con el testigo desmalezado, aunque sólo en las pulverizaciones con ácido y éster metílico, esa reducción era significativa con respecto a los testigos sin desmalezar. Observa también que las pulverizaciones reducen la altura de las plantas y tienden a ser más perjudiciales que los espolvoreos.

Krall (1949) ensaya cuatro variedades de trigo a las que pulveriza en temprano estado de encañamiento con éster isopropílico de 2,4D aplicado en dosis de: 1/3; 2/3; 1 y 1 1/3 libras de ácido equivalente por acre (0,3736; 0,7472; 1,1209 y 1,494 kg por Ha). Observa una relación directa entre las concentraciones aplicadas y el porcentaje de espigas anormales, como así también del porcentaje de quebraduras producidas por el viento, días antes de la cosecha.

Shellenberger y colaboradores (1950) analizan las variaciones observadas para un trigo duro de invierno en el rendimiento en cenizas, porcentaje de proteína y rendimiento total de proteína. Pulverizan en cuatro estados del desarrollo de la planta (antes del completo macollaje, aparición del segundo nudo, comienzo de espigazón y madurez lechosa). Promedian para cada uno de esos estados, tres a cuatro repeticiones efectuadas con distintas concentraciones de 2,4D en sal de sodio, éster butílico, éster butílico en aceite diesel. Encuentran que en los tratamientos no hay reducción significativa del rendimiento aunque observan una tendencia a la disminución, en comparación con las parcelas no pulverizadas. En el contenido de proteína no hallan un cambio consistente con el aumento de dosaje de los varios tratamientos, aunque en general, las aplicaciones de 2,4D tienen tendencia a aumentar el porcentaje en comparación con las parcelas no tratadas. Las diferencias más significativas se observan en las parcelas pulverizadas en el comienzo de espigazón. No encuentran diferencias con respecto al contenido en cenizas ni al rendimiento total de proteína, que los autores obtienen multiplicando el rendimiento en granos de cada tratamiento por el porcentaje de proteína. La calidad de los trigos en molienda y panificación no es alterada por el tratamiento.

Olson y colaboradores (1951) pulverizan con distintas concentraciones de 2,4D en ensayos efectuados simultáneamente en tres regiones diferentes. Tratan de establecer los períodos de mayor susceptibilidad en trigo y cebada, al éster butílico del ácido, efectuando los tratamientos cada tres a cinco días durante todo el período de desarrollo de la planta. En trigo observan mayor susceptibilidad cuando las plantas tienen aproximadamente, de 2,54 cm a 12,70 cm y otro período

alrededor de 11 días antes de espigar; ambos reflejados en la reducción del rendimiento. Entre esos dos períodos en los tratamientos realizados en Morden y Winnipeg con 8 y 12 onzas de ácido, equivalente por acre (0,5592 y 0,8407 kg por Ha.), no se registraron daños.

Overland y Rasmussen (1951) aplican sobre dos variedades de trigo, 2,4D en sal de sodio, sal amina y éster etílico, en las dosis de 1/2, 1 y 2 libras de ácido equivalente por acre (0,56045; 1,1209 y 2,2418 kg por Ha.) Observan, para la variedad *Idaed*, diferencias significativas en el rendimiento, comparando las parcelas tratadas con las desmalezadas a mano, pero no con los testigos. Las diferencias entre las tratadas con distintas concentraciones fueron altamente significativas. Con la variedad invernal *Golden*, no se obtuvieron diferencias significativas entre los rendimientos de las parcelas tratadas químicamente, de los testigos y de las desmalezadas a mano. Tampoco fueron significativas las diferencias encontradas para las distintas dosis de aplicación. No se encontraron en las dos variedades, diferencias significativas en el contenido de nitrógeno proteico y no proteico, atribuibles a los tratamientos con 2,4D.

#### MATERIAL Y MÉTODO

Para el ensayo se utilizó semilla original de la variedad 38 M. A. del tipo semiduro, proveniente de la Estación Experimental de Pergamino. La siembra se realizó el 11 de agosto, con nacimiento el 21, fecha que, aunque tardía para la variedad, no tuvo influencia en el rendimiento final, que podemos considerar como elevado para las parcelas testigos.

El material se condujo en 5 « blocks » de 10 parcelas cada uno, de 1,40 m de ancho por 5,50 m de largo, distribuidas al azar, con 5 repeticiones cada uno de los tratamientos. Las parcelas fueron desmalezadas a mano.

Las aplicaciones se hicieron con un pulverizador de mano de 2 litros de capacidad, con pico « atomizador » de niebla en abanico, especial para la dispersión de herbicidas, con tres concentraciones diferentes, partiendo de una solución madre con 37 % de ácido 2,4 diclorofenoxiacético, en dosis de 233,6 ml por metro cuadrado (2336 litros por Ha.). Las concentraciones usadas fueron de 1,121; 2,242 y 5,156 kg de 2,4 diclorofenoxiacético por Ha. para las que se utiliza-

ron 13,5; 27 y 62,1 ml de solución madre en 10 litros de agua a razón de 1,798 litros por parcela de 7,70 m<sup>2</sup> de superficie. La distribución se hizo lo más uniforme posible, con tres épocas de aplicación correspondientes a los períodos de comienzo de encañamiento (11 de octubre), ocho días antes de espigazón (6 de noviembre) y madurez lechosa (7 de diciembre).

Los análisis de proteína fueron realizados de acuerdo con el método de Kjeldahl-Gunning-Arnold y los datos mencionados corresponden a una humedad base de 13,5 %.

El valor de calidad plástica de las harinas fué determinado con el alveógrafo de Chopín <sup>1</sup>.

Para comparar los resultados de calidad plástica se utilizó el índice W.

#### OBSERVACIONES

Durante el transcurso del ensayo se notaron algunas anomalías provocadas por los tratamientos, las que pueden ser resumidas de la siguiente manera:

Para la primera aplicación (comienzo del encañamiento): hojas enrolladas, reducción de la altura de las plantas y anomalías en las espigas en relación directa con la concentración de 2,4D utilizada. Sólo en este tratamiento se observaron espiguillas opuestas y dos espiguillas insertadas en un mismo nudo (figs. 1, 2 y 3) torsión del eje del raquis y aristas enrolladas y algunas espiguillas abortadas.

En la segunda aplicación (8 días antes de espigazón) se observó también gran reducción en la altura de las plantas y enrollado de las hojas, sobre todo en las concentraciones más elevadas; pero no hubo anomalías en las espigas, encontrándose en cambio, que las plantas presentaban mayor susceptibilidad al vuelco y se mostraban bastante afectadas a los 7 días de la pulverización.

En las parcelas tratadas en la tercera aplicación, no se observaron mayores anomalías, estando las plantas muy adelantadas en su desarrollo (madurez lechosa a pastosa) salvo una mayor inclinación de la espiga y aun de la planta, con tendencia al vuelco.

Las parcelas tratadas no mostraron diferencias con los testigos en lo que respecta al ataque de *Puccinia graminis tritici*, Heriks. and

<sup>1</sup> Determinaciones realizadas en la Dirección Nacional de Granos y Elevadores; colaboración que agradecen los autores.



Fig. 1. — Espiga normal (centro), debida al tratamiento con 2,4D en el período de iniciación de encañamiento en comparación con espigas normales de parcelas no tratadas.



Fig. 2. — Las espigas tratadas (derecha e izquierda) muestran aristas y hojas enrolladas y anormal distribución de las espiguillas. En el centro el testigo

Henn. que fué muy intenso, ni a *Puccinia glumarum* (Schmidt) Eriks. and Henn., pero sí en lo que a altura media se refiere, cuyo promedio para la fecha 13 de noviembre, a los 7 días de efectuado el segundo tratamiento, fué de :

Concentración del ácido	Altura de la planta	
	Primer tratam.	Segundo tratam.
5,16 kg. por hectárea . . . . .	0,752 m	0,782 m
2,24 » » . . . . .	0,798 »	0,782 »
1,12 » » . . . . .	0,844 »	0,824 »
	Testigo : 0,88 m	

(Aún no se había realizado la tercera pulverización)

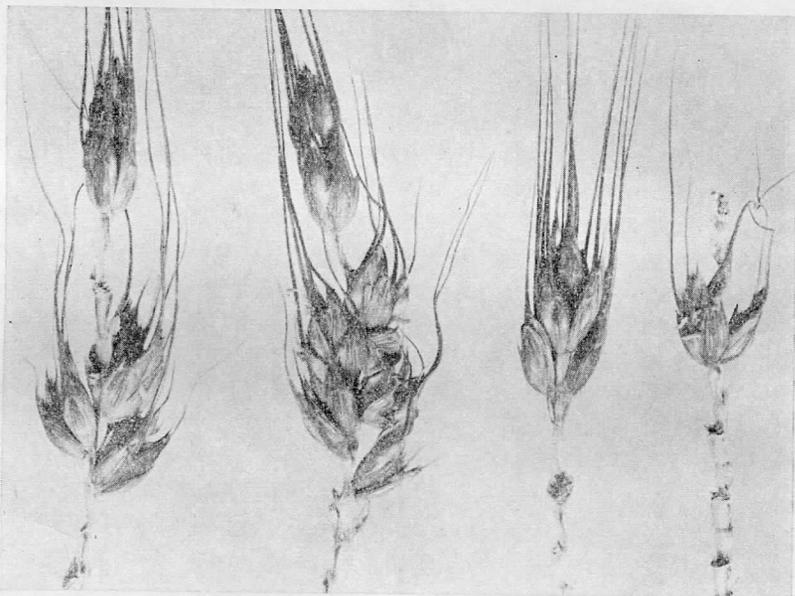


Fig. 3. — Espigas anormales en las que se han suprimido algunas espiguillas mostrando claramente espiguillas opuestas y dos espiguillas en el mismo nudo

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fundándonos en el hecho de que la influencia del 2,4D sobre el rendimiento, el tenor proteico y la calidad plástica de un trigo es mayor cuanto más elevada es la concentración utilizada, hemos empleado en nuestros ensayos, concentraciones mucho más elevadas que las usuales.

En el cuadro I se representa el efecto de distintas concentraciones de ácido 2,4D en forma de éster isopropílico sobre el rendimiento, el porcentaje de proteína, la calidad plástica de las harinas del trigo y la proteína total (rendimiento por % de proteína) sobre el trigo 38 M.A.

Con respecto al rendimiento se observa, en general, que decrece en proporción directa a la concentración, acentuándose este fenómeno en el tratamiento aplicado durante la pre-espigazón.

Con el porcentaje de proteína ocurre el fenómeno inverso: aumenta escasamente en los tratamientos de encañamiento y madurez lechosa, llegando a 2,57 % en el tratamiento de pre-espigazón.

Por el contrario, cuando se estudia la proteína total, ocurre el caso inverso, es decir hay una disminución de proteína total en los tratamientos con 2,4D, que es proporcional a la concentración de ácido usada. El período crítico de crecimiento, es el de pre-espigazón.

No se observa una influencia nítida cuando se estudia la calidad plástica del trigo, reflejada en este caso por W. En madurez lechosa aumenta en 14,4 unidades. Debemos destacar que en el trigo obtenido con este tratamiento había una gran proporción de « granos chuzos », debido quizás a que el 2,4D inhibe el rellenamiento del grano con hidratos de carbono, aumentando en esta forma el tenor proteico y el W. En pre-espigazón disminuye 20 unidades.

El cuadro II reúne los datos de la variancia de los índices estudiados en el cuadro anterior.

*Rendimiento.* — La aplicación del 2,4D reduce el rendimiento del trigo, resultando el análisis de la variancia altamente significativo en los tratamientos efectuados al comienzo de encañamiento y al fin de encañamiento (pre-espigazón); en cambio el tratamiento efectuado en madurez lechosa no resultó significativo.

Nuestros resultados están de acuerdo con los obtenidos por Klingman (1947) y Mc Neal (1948), no así con los de Shellenberger et al. (1950), quienes no encuentran significación estadística con respecto a la reducción del rendimiento. Cabe hacer notar que este autor utilizó concentraciones bajas en comparación con las nuestras y con las de otros autores citados anteriormente; sin embargo, Shellenberger encuentra en sus resultados una tendencia a la disminución del rendimiento con concentraciones más elevadas.

*Proteínas (%).* — El análisis de la variancia para este factor indica que las diferencias son altamente significativas para los tratamientos

efectuados antes de la espigazón y no significativas para el de madurez lechosa; de manera que existe un aumento del porcentaje de proteína por el efecto del 2,4D, estando esto de acuerdo con los resultados obtenidos por Erickson et al. (1948) quienes llegan a la conclusión de que existe un aumento de proteína en los trigos tratados con el 2,4D, en relación directa con la concentración. Shellenberger, como hemos dicho anteriormente, no encuentra cambios significativos en proteínas, excepto en el tratamiento efectuado cuando el trigo estaba espigado, debido a que él usó concentraciones bajas, pero hace también notar que hay una tendencia a la elevación del tenor proteico con concentraciones más elevadas.

*Proteína total* (Rendimiento por % de proteína). — Este factor que representa el rendimiento de proteína total, y que sin duda es el factor más práctico para determinar la producción de proteína de un trigo por Ha., disminuye al ser tratado el trigo con 2,4D. El análisis de la variancia nos dice que los resultados son altamente significativos para los dos primeros tratamientos, no así para el último; de manera que este resultado no coincide con el obtenido al estudiar la variación del porcentaje de proteína, que aumenta con los tratamientos de 2,4D.

*Calidad plástica de las harinas.* — El cálculo estadístico revela que no son significativas las diferencias obtenidas, comparando los datos de calidad plástica del trigo (W) obtenidos en distintas aplicaciones del 2,4D. Hay solamente una diferencia significativa en los blocks del tratamiento de madurez lechosa.

Analizando el cuadro II de la variancia, se observa que las diferencias debidas a las repeticiones son significativas para el rendimiento en el tratamiento de fin de encañamiento, altamente significativas para el porcentaje de proteína en los dos tratamientos anteriores a la espigazón y significativas para proteína total al ser tratadas las plantas a principio de encañamiento.

Las diferencias observadas pueden ser debidas a la heterogeneidad del suelo, aunque los ensayos fueron realizados en un suelo bastante uniforme; es también posible que las parcelas no hayan recibido la misma dosis de tratamiento. Por ejemplo, en la pulverización efectuada al principio del encañamiento, al terminar la última parcela llovió durante 10' y el agua podría haber diluido la solución de 2,4D en algunas parcelas, concentrándola en otras.

CUADRO I

Efecto de distintas concentraciones del éster isopropílico del ácido 2,4D en pulverizaciones superficiales sobre el rendimiento, el contenido en proteína y la calidad (W -por el alveógrafo de Chopin) del trigo 38 M. A.

Concentraciones	Valores promedios				
	Rendimiento		Proteína % Humedad base 13,5 %	Calidad plástica W	Proteína total (rendimiento x porcentaje de proteína)
	Parcelas kg	kg/Ha			
Fecha de tratamiento : 11 de octubre de 1950. Estado de crecimiento : comienzo de encañamiento :					
Testigo .....	1,214	2.428	10,28	138,0	124,872
1,121 kg/ha. ....	1,308	2.616	10,46	147,0	137,118
2,242 » .....	1,229	2.458	10,50	147,4	129,201
5,156 » .....	0,835	1.670	11,18	148,2	93,014
Diferencia promedio debida al tratamiento.....	-0,090	-180	+0,43	+9,53	-5,094
Fecha de tratamiento : 6 de noviembre de 1950. Estado de crecimiento : fin de encañamiento (pre-espigazón) :					
Testigo .....	1,214	2.428	10,28	138,0	124,872
1,121 kg/ha. ....	1,138	2.276	11,04	131,6	125,658
2,242 » .....	0,908	1.816	12,48	115,2	112,062
5,156 » .....	0,490	980	15,04	107,1	73,318
Diferencia promedio debida al tratamiento.....	-0,369	-737	+2,57	-20,0	-21,193
Fecha de tratamiento : 7 de diciembre de 1950. Estado de crecimiento : madurez lechosa :					
Testigo .....	1,214	2.428	10,28	138,0	124,872
1,121 kg/ha. ....	1,140	2.280	10,24	154,8	117,000
2,242 » .....	1,069	2.138	10,72	148,4	114,716
5,156 » .....	1,018	2.036	10,56	154,0	107,400
Diferencia promedio debida al tratamiento.....	-0,138	-277	+0,23	+14,4	-11,833

## CUADRO II

Efecto de tratamientos del éster isopropílico del ácido 2,4D sobre el rendimiento, proteína, calidad plástica (W) y proteína total (rendimiento x % de proteína)

## ANÁLISIS DE LA VARIANCA POR GRUPOS

Variación debida a:	Grados de libertad	Cuadrado medio-rendimiento	F	Cuadrado medio % proteína	F	Cuadrado medio-calidad plástica (W)	F	Cuadrado medio-proteína total	F
Fecha de tratamiento : 11 de octubre de 1950. Estado de crecimiento : comienzo de encañamiento :									
Blocks.....	4	42.854,4	2,599	0,3455	9,295 **	412,225	3,185	644,823	3,516 *
Tratamientos.....	3	224.128,3	13,562 **	0,7805	20,998 **	114,883	0,887	1.875,407	10.173 **
Error.....	12	16.525,2		0,0372		129,425		183,372	
Total.....	19								
Fecha de tratamiento : 6 de noviembre de 1950. Estado de crecimiento : fin de encañamiento (pre-espigazón) :									
Blocks.....	4	40.650,0	3,808 *	1,1745	6,231 **	738,750	2,035	376,897	2,892
Tratamientos.....	3	529.631,7	49,622 **	21,9590	116,495 **	30,730	0,084	3.019,980	23,174 **
Error.....	12	10.673,3		0,1885		363,067		130,315	
Total.....	19								
Fecha de tratamiento : 7 de diciembre de 1950. Estado de crecimiento : madurez lechosa :									
Blocks.....	4	31.688,7	3,007	0,1262	0,812	329,800	3,562 *	342,227	1,914
Tratamientos.....	3	36.434,6	3,457	0,2633	1,694	299,733	3,238	258,868	1.448
Error.....	12	10.538,7		0,1554		92,567		178,783	
Total.....	19								

\* Significativo : excede el nivel del 5 %. \*\* Muy significativo : excede el nivel del 1 %.

**Resumen.** — Se ha estudiado el efecto del éster isopropílico del ácido 2,4D aplicado en principio de encañamiento, fin de encañamiento (pre-espigazón) y madurez lechosa sobre la variedad de trigo 38 M. A. Las concentraciones usadas fueron de : 1,121 ; 2,242 y 5,156 kg por Ha.

1. Se notaron en las aplicaciones de principio de encañamiento y fin de encañamiento, anomalías provocadas por los tratamientos : hojas enruledas, reducción de altura de las plantas y anomalías en las espigas, en relación directa con la concentración de ácido 2,4D usada.

2. Se revela una reducción del rendimiento debida a los tratamientos, en relación directa a la concentración del 2,4D usada.

3. El porcentaje de proteína aumenta con los tratamientos.

4. Teniendo en cuenta la proteína total (% de proteína  $\times$  rendimiento) se encuentran disminuciones significativas.

5. No hay diferencias significativas en la calidad plástica de las harinas del trigo tratado.

6. En este trabajo se aplicaron concentraciones más elevadas que aquellas que se utilizan en la práctica agrícola de desmalezar con ácido 2,4D. Probablemente, aplicando las concentraciones usuales, el ácido 2,4D no influya sobre el rendimiento, tenor proteico y calidad plástica de las harinas del trigo tratado, en cifras apreciables.

**Summary.** — In this paper the authors have studied the effect of the isopropyl ester of 2,4D acid, applied at early jointing stage, shooting stage and dough maturity of the wheat variety 38 M. A. The used doses were : 1,121 ; 2,242 and 5,156 kg. per Ha. being sprayed, respectively, in a volume of 2336 litres.

1. In the treatments at jointing stage were observed curled leaves, abnormal spikes and plant height reductions, in correlation with the 2,4 D acid concentrations.

2. The sprayed plots shew yield reductions in correlation with the acid concentrations.

3. The protein percentage was raised with the treatments.

4. There was significant reduction of total protein (protein % per yield).

5. There were not significant differences in the flour plastic quality of the treated wheat.

6. The authors have applied higher concentrations of 2,4D acid than those used in the agricultural practice. Probably, the common concentrations of 2,4D acid, may not affect considerably the yield, the protein content and the flour plastic quality of the treated wheats.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ERICKSON, L. C. ; C. I. SEELY and K. H. KLAGES. 1948. *Effect of 2,4D upon the protein content of wheats (Agricultural Exper. Stat. Univ. Idaho, Moscow, Idaho, Res. Paper nº 279)*. — *Journ. Amer. Soc. Agron.*, Vol. 40 (7) : 659-660.
2. KLINGMAN, D. L. 1947. *Effect of spraying cereals with 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid*. — *Journ. Amer. Soc. Agron.*, Vol. 39 (5) : 445-447.
3. KRALL, J. L. 1949. *Injury and shattering of winter wheat treated with 2,4D*. — *Agron. Journ.*, Vol. 41 (12) : 585-586.
4. MC NEAL, F. H. 1948. *Effect of 2,4D on the yield and height of Federation wheat*. — *Journ. Amer. Soc. Agron.*, Vol. 40 (12) : 1070-1073.
5. OLSON, P. J. ; S. ZALIK ; W. J. BREAKKEY and D. A. BROWN. 1951. *Sensitivity of wheat and barley at different stages of grown to treatment with 2,4D*. — *Agron. Journ.*, Vol. 43 (2) : 77-83.
6. OVERLAND, A. and L. W. RASMUSSEN. 1951. *Some effects of 2,4D formulations in herbicidal concentrations on wheat and barley*. — *Agron. Journ.*, Vol. 43 (7) : 321-324.
7. SHELLENBERGER, J. A. ; W. M. PHILLIPS ; J. A. JOHNSON and B. S. MILLER. 1950. *The quality of hard red winter wheat as affected by 2,4D spray application*. — *Cereal Chemistry*, Vol. 27 (2) : 162-166.