

Efectos del nitrógeno y del fósforo sobre los componentes de rendimiento y otras características de un trigo de invierno, variedad Capelle Desprez¹

Víctor Volke H.² y Osvaldo Inostroza U.³

INTRODUCCION

Numerosos factores ambientales pueden modificar la actividad fisiológica de las plantas, lo que podría determinar cambios en sus características morfológicas. Es a causa de ello, que es interesante estudiar la relación existente entre factores de producción y rendimiento de los cultivos, por la incidencia que aquéllos pudiesen presentar sobre el rendimiento a través de la modificación de las características de la planta.

Resultados de investigación y la experiencia de los agricultores han demostrado que, en los suelos trumaos, algunos de los factores de producción de mayor importancia para el trigo son los contenidos de nitrógeno y fósforo presentes en ellos. Es así como, en general, la no aplicación de estos nutrientes en forma de fertilizantes, en cantidades elevadas, significa obtener bajos rendimientos.

El presente trabajo tiene por objetivo determinar, para una condición dada de clima y suelo, la relación entre fertilización nitrogenada y fosfatada, componentes de rendimiento y algunas características agronómicas, y producción en una variedad de trigo invernal.

Los componentes de rendimiento estudiados se refieren a número de espigas por superficie, número de granos por espiga, y peso del grano. Las características agronómicas estudiadas son altura y época de maduración.

¹Los autores desean dejar especial constancia de sus agradecimientos al Ingeniero Agrónomo M.S.Hernán Tejada S., Instituto de Investigaciones Agropecuarias, por la valiosa colaboración prestada para la colección de este trabajo.

Recepción manuscrito: 21 de marzo de 1967.

²Ingeniero Agrónomo, Proyecto Fertilidad de Suelos, Estación Experimental Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor Cátedra Conservación de Recursos Renovables, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.

³Ingeniero Agrónomo, Proyecto Fertilidad de Suelos, Estación Experimental Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor Fitotecnia, Centro Universitario de Temuco, Universidad de Chile.

REVISION DE LITERATURA

El rendimiento del trigo está relacionado con el número de espigas por superficie, número de granos por espiga y peso de los granos (5) (9). Aunque la planta tenga una capacidad genética cuantitativa para cada una de estas características, las condiciones ambientales estarán determinando la magnitud en que esta capacidad se manifiesta.

Quissenberry (11) ha concluido que el número de espigas por superficie es uno de los factores más determinantes del rendimiento, siguiendo en importancia el número de granos por espiga y en último término, el peso de éstos.

Jonard (4) supone que el número de espigas por superficie depende de la variedad, fertilidad del suelo, densidad de siembra, clima y fecha de siembra, y que el número de granos por espiga y su peso, dependen principalmente de la variedad y de la densidad de siembra.

Horlacher (3) encontró un efecto importante del fósforo sobre el macollaje, lo que se traduce en mayor número de espigas por superficie. Sin embargo, Jonard (4) indica que el nitrógeno también actúa en este sentido, lo cual ha sido confirmado por Luginbill y Mac Neal (8).

En relación al peso del grano, Horlacher (3) indica que el nitrógeno, cuando actúa aumentando en forma importante el rendimiento, hace disminuir el tamaño del grano y por consiguiente su peso. Contrariamente, el fósforo favorece el aumento del tamaño.

Locke (7) encontró que el peso del grano no es un factor determinante del rendimiento. Sin embargo, Laude (5) ha determinado una buena correlación entre producción y peso del grano en Kansas.

Hobbs (2) encontró que el peso del grano no fue significativamente afectado por aplicaciones primaverales de nitrógeno.

Respecto a la maduración, Jonard (4) la supone influenciada por el clima —principalmente temperatura— fecha de siembra y fertilidad del suelo. Por su parte, Russell (12) y Mc Vickar (10) aseguran que el fósforo estimula la maduración al acortar el período vegetativo; en cambio, el nitrógeno la atrasa, toda vez que tiende a alargar este período.

Finalmente, en lo que se refiere a tendidura, Linser y Primost (6) aseguran que no sólo el nitrógeno es responsable de ella, como generalmente se supone, sino que se debe al efecto conjunto del nitrógeno, fósforo y potasio.

MATERIAL Y METODO.

El presente trabajo se realizó a partir de un ensayo factorial completo de dosis de nitrógeno y fósforo en trigo de invierno.

Los niveles de nitrógeno y fósforo incluidos en el factorial completo son los siguientes:

Dosis de N (Kg/ha.):	0	64	128	192	256
Dosis de P ¹ (Kg/ha.):	0	44	88	132	176

¹Para expresar en P₂O₅ se multiplica por el factor 2,29.

El ensayo se efectuó en la Estación Experimental Carillanca, Temuco, en un suelo trumao correspondiente a la Asociación Vilcún, cuyas características son: 0 a 3% de pendiente, drenaje natural moderado, profundidad efectiva de alrededor de 115 cm., sustrato heterogéneo a unos 80 cm., textura franca a franco-

limosa en todo el perfil, rico en materia orgánica y con un contenido de nitrógeno y fósforo asimilables posiblemente alto ya que el tratamiento con dosis 0 de ambos elementos dio una producción de 38,4 qq/ha.

Se sembró la variedad de trigo Capelle Desprez, el 20 de mayo de 1965, en dosis de 120 Kg/ha. El nitrógeno se aplicó como salitre sódico, la mitad en la siembra y el resto en primavera, al voleo, y el fósforo como superfosfato triple, junto a la semilla.

El agua caída en el período entre siembra y cosecha fue de 1.236,7 mm., de los cuales 314,7 cayeron en primavera.

Del ensayo factorial completo con 25 tratamientos y 4 repeticiones se seleccionaron 13 tratamientos correspondientes a un diseño factorial incompleto, en 2 repeticiones. Los tratamientos seleccionados se indican en el Cuadro I.

Los valores obtenidos para número de espigas por superficie, expresados por metro de hilera; número de granos por espiga; peso del grano, expresado por el peso de 1.000 granos; altura de la planta; época de maduración, expresada en función del porcentaje de humedad del grano en un momento antes de la maduración y a través de la diferencia de días de maduración, tomando como día de referencia la fecha de maduración del tratamiento que lo hizo en primer término; y para rendimiento, se estudiaron, en relación a las cantidades de nitrógeno y fósforo aplicadas al suelo, a través de un análisis de regresión múltiple.

Cuadro I — Descripción de los tratamientos, valores observados de las características y rendimientos¹.

TRATAMIENTO (Nº)	DOSIS (KG/HA)		ESPIGAS POR M. DE HILERA ³ (Nº)	GRANOS POR ESPIGA ⁴ (Nº)	PESO DE 1.000 GRANOS ⁵ (GR.)	ALTURA (CM.)	MADUREZ		
	N	P ²					HUMEDAD DEL GRANO ⁶ (%)	DIFERENCIA DE DIAS DE MADUREZ	RENDI- MIENTO (QQM/HA)
1	64	44	97,0	21,9	53,7	90,6	19,2	6,5	54,0
2	192	44	106,0	21,2	52,9	92,7	20,2	10,5	59,5
3	64	132	116,5	18,1	55,8	98,6	17,7	4,5	58,0
4	192	132	133,5	18,0	53,4	99,4	19,5	9,0	61,6
5	128	88	114,0	19,2	54,2	96,4	18,6	6,0	59,3
6	0	88	90,5	21,8	56,1	94,8	17,6	4,5	54,3
7	256	88	123,0	18,3	53,5	97,0	20,8	11,0	60,1
8	128	0	83,5	22,5	51,7	85,0	23,6	18,5	48,5
9	128	176	131,0	18,0	55,2	101,4	19,6	7,5	65,2
10	0	0	62,5	21,9	55,7	76,8	19,6	13,0	38,4
11	256	0	85,5	22,5	50,0	83,3	20,6	21,0	48,0
12	0	176	103,0	20,4	57,2	96,0	16,7	0,0	60,7
13	256	176	135,5	19,6	51,6	101,7	19,9	11,5	67,7

¹Los valores son el promedio de 2 repeticiones.

²Para expresar en P₂O₅ se multiplica por el factor 2,29.

³El valor de cada repetición es un promedio de varias medidas.

⁴El número de granos por espiga se obtuvo dividiendo el número de granos por hectárea por el número de espigas por hectárea.

⁵Esta determinación se realizó en base al grano húmedo, con un 15% de humedad, aproximadamente.

⁶El valor de cada repetición es un promedio de 2 medidas, tomadas el 6 y 8 de febrero. Para efectuar esta determinación se usó el método de secado a 135°C por 2 horas (1).

tiple usando un modelo polinomial de segundo grado, que se indica a continuación:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2$$

En el cual Y representa la característica en estudio, X_1 y X_2 las dosis de nitrógeno y fósforo codificadas de acuerdo a las expresiones siguientes:

$$x_1 = \frac{\text{Kg. de N/ha.} - 128}{64}, \quad x_2 = \frac{\text{Kg. de P/ha.} - 88}{44}$$

Además, se efectuó un análisis de correlación entre rendimiento y las características mencionadas en el párrafo anterior, y también entre algunas de ellas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las dosis de nitrógeno y fósforo y los valores observados de las características en estudio, y rendimientos, se incluyen en el Cuadro 1.

El Cuadro 2 incluye los coeficientes de regresión resultantes al ajustar el modelo (1) a los valores observados de cada característica y rendimiento, su nivel de significancia y el coeficiente de determinación múltiple de la ecuación correspondiente.

El Cuadro 3 incluye las correlaciones existentes entre rendimiento y cada característica estudiada, y entre algunas de ellas.

El hecho de que los coeficientes de determinación múltiple (R^2) de algunas de las ecuaciones de regresión (Cuadro 2) no fuesen más elevados significaría que el modelo polinomial de segundo grado no es el más adecuado

para representar la relación entre fertilización y algunas de las características estudiadas.

Sin embargo, no fue posible probar otro modelo que pudiese haber ajustado en mejor forma a los datos experimentales.

Para analizar el efecto del nitrógeno y del fósforo sobre las características en estudio (Cuadro 2) se considerará a éste como significativo cuando su nivel de probabilidad sea igual o menor a 0,05.

El efecto positivo o negativo de las variables, nitrógeno y fósforo, sobre las características en estudio está dado por el signo del coeficiente de regresión de la correspondiente variable en el término de primer grado.

El hecho de que todos los coeficientes de los términos de segundo grado presenten en todas las ecuaciones signo contrario al de los términos de primer grado significa que el efecto de la variable, positivo o negativo, sobre la característica aumenta a un ritmo decreciente frente a incrementos sucesivos de la variable. La mayoría de los coeficientes de los términos de segundo grado son no significativos y no serán especialmente analizados.

En cuanto a la interacción, el signo del coeficiente correspondiente refleja si ella es positiva o negativa.

Se encontró efecto significativo positivo del nitrógeno y fósforo sobre el número de espigas por metro de hilera. Ahora bien, como todos los tratamientos recibieron igual dosis de semilla, ello significa que estos nutrientes actúan favoreciendo el macollaje, y es el fósforo quien lo hizo en mayor grado. Por otra parte, existió una interacción significativa entre ambos nutrientes para con esta característica.

Cuadro 2 — Coeficientes de regresión y de determinación múltiple (R^2) para cada característica y rendimiento.

Características	COEFICIENTES DE REGRESION Y VARIABLE CODIFICADA CORRESPONDIENTE							R^2
	VAR.:	MEDIA	X_1	X_2	X_1^2	X_2^2	X_1X_2	
	COEF.:	b_0	b_1	b_2	b_{11}	b_{22}	b_{12}	
Y								
Espigas por m. de hilera (Nº)	117,22**	7,21**	11,53**	-2,61**	-2,49**	0,676*	0,987	
Granos por espiga (Nº)	19,29**	-0,300	-0,879**	0,196	0,252	-0,081	0,593	
Peso de 1.000 granos (gr.)	54,22**	-1,11**	0,571**	0,103	-0,241	-0,023	0,690	
Altura (cm.)	97,43**	1,12**	4,39**	-0,610+	-1,29**	-0,071	0,898	
Porcentaje de humedad del grano (%)	19,44**	0,634**	-0,570*	-0,287	0,312+	0,145	0,522	
Diferencia de días de madurez	6,77**	2,20**	-2,55**	-0,015	1,30**	0,184	0,908	
Rendimiento (qqm/ha.)	59,81**	1,92**	4,40**	-0,712	-0,793+	-0,180	0,836	

*Significativo al nivel de probabilidad de 0,05.

**Significativo al nivel de probabilidad de 0,01.

+Significativo al nivel de probabilidad de 0,10.

Cuadro 3 — Correlación entre rendimiento y características, y entre algunas de ellas.

CARACTERISTICAS	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)
Rendimiento vs. Nº de espigas por metro de hilera	0,931**
Rendimiento vs. Nº de granos por espiga	- 0,715**
Rendimiento vs. Peso de 1.000 granos	0,051
Rendimiento vs. Altura	0,961**
Rendimiento vs. Porcentaje de humedad del grano	- 0,281
Rendimiento vs. Diferencia de días de madurez	- 0,477
Nº de espigas por metro de hilera vs. Peso de 1.000 granos	- 0,045
Nº de espigas por metro de hilera vs. Nº de granos por espiga	- 0,857**
Peso de 1.000 granos vs. Nº de granos por espiga	- 0,271
Porcentaje de humedad del grano vs. Diferencia de días de madurez	0,859**

**Significativo al nivel de probabilidad de 0,01.

Al observar el Cuadro 1 vemos que existe gran diferencia para número de espigas por metro de hilera entre los tratamientos con fertilización máxima y mínima, 135,5 y 62,5 respectivamente.

El número de granos por espiga se vio afectado negativamente, en forma no significativa, por el nitrógeno y, en forma significativa, por el fósforo.

El peso del grano fue afectado en forma significativa, negativamente por el nitrógeno y positivamente por el fósforo. Esto concuerda con la observación empírica de que el nitrógeno tiende a dar granos chupados y el fósforo granos de mayor tamaño y bien formados, es decir, granos de menor y mayor peso, respectivamente, lo que puede observarse en el Cuadro 1.

Por otra parte, y como era de esperar para un suelo trumao, existió efecto significativo positivo de ambos nutrientes sobre el rendimiento, aunque es bastante superior el del fósforo, según lo indica el Cuadro 2.

Observando en conjunto los coeficientes de los términos lineales de las ecuaciones para los componentes de rendimiento (Cuadro 2), se ve que el nitrógeno actuó favoreciendo el rendimiento sólo a través de su efecto positivo sobre el número de espigas por superficie, ya que por su efecto negativo sobre el número de granos por espiga (no significativo) y peso del grano tendió a disminuirlo. Por su parte,

el fósforo actuó aumentando el rendimiento a través de su efecto positivo sobre el número de espigas por superficie y peso del grano; en cambio, presentó efecto depresivo sobre él a través del número de granos por espiga. Según esto, se deduce que el número de espigas por superficie fue el componente de rendimiento de mayor incidencia sobre el rendimiento, y ello lo corrobora la alta correlación positiva que se determinó entre esta característica y rendimiento, indicada en el Cuadro 3. Por otra parte, la disminución del número de granos por espiga que ambos nutrientes provocaron se vio ampliamente compensada por el aumento del número de granos por superficie debido al aumento del número de espigas causado por ellos.

El hecho de que un aumento en la aplicación de ambos nutrientes se tradujera en un mayor rendimiento y mayor número de espigas por superficie, y en una disminución del número de granos por espiga, hace pensar que existe una correlación negativa entre las dos primeras características y el número de granos por espiga. Esto es corroborado por las correlaciones significativas determinadas, indicadas en el Cuadro 3.

Los efectos del nitrógeno y fósforo de disminuir y aumentar el peso del grano respectivamente, parecen no haber influido sobre el rendimiento ya que no existió correlación entre esta característica y rendimiento, según lo indica el Cuadro 3. Probablemente, en la realidad, los efectos contrarios de ambos nutrientes sobre esta característica se anularon de modo que ella no habría afectado el rendimiento.

Por otra parte, se determinó que no existe correlación entre peso del grano y el número de espigas por metro de hilera y número de granos por espiga.

La altura se vio afectada en forma positiva significativa por ambos nutrientes, en mayor grado sí por el fósforo. Esto se reflejó en una correlación significativa positiva entre esta característica y rendimiento, según se observa en el Cuadro 3.

En relación con tendidura, se observó que ella se produjo en los tratamientos con mayor altura, o sea, en los N.os 4, 7, 9 y 13, exceptuando el 3 (Cuadro 1), lo que sugeriría una relación directa entre altura y tendidura. Estos tratamientos son los que tienen la aplicaciones más altas de ambos nutrientes. Sin embargo, otro factor parece también favorecer la tendidura, cual es el número de cañas por metro de hilera. Es así como se presentó tendidura cuando éste fue superior a 150; ello determinaría cañas más delgadas y débiles. Mas, no fue posible determinar con mayor exacti-

tud esta relación ya que el grado en que ella se presentó varió entre un 25 y 50% y sólo en algunas parcelas de los tratamientos anteriormente indicados. A pesar de esto, parece confirmarse que el fenómeno se produce ante el efecto conjunto del nitrógeno y fósforo en altas dosis.

La época de maduración, expresada en días de diferencia a partir del tratamiento que lo hizo en primer término, fue atrasada por el nitrógeno y adelantada por el fósforo, en forma significativa. Es así como la diferencia de maduración entre el tratamiento que lo hizo en último término, con nitrógeno sólo, y el que lo hizo en primer lugar, con fósforo solo, fue de 21 días, según lo indica el Cuadro 1. Por su parte, el porcentaje de humedad del grano, medido antes de la maduración del primer tratamiento, corrobora lo expresado anteriormente, ya que el nitrógeno tendió a aumentarlo y el fósforo a disminuirlo; y más aún, como es lógico esperarlo, existe una alta correlación entre ambas características, según lo indica el Cuadro 3. Sin embargo, esta característica no presentó importancia desde el punto de vista de rendimiento, lo que es demostrado por la correlación no significativa entre ellas y rendimiento, según lo indica el Cuadro 3. Se reconoce sí la importancia de la época de maduración desde el punto de vista de manejo del cultivo.

CONCLUSIONES

Para las condiciones de clima y suelo en que se desarrolló este estudio con trigo de invierno, Capelle Desprez, las conclusiones a que se llegó son las siguientes:

Hubo respuesta de rendimiento al nitrógeno y fósforo, siendo superior el efecto de este último nutriente, como sucede generalmente en los suelos trumaos.

Ambos nutrientes actuaron positivamente

sobre el número de espigas por superficie, siendo superior el efecto del fósforo.

Existió efecto depresivo de ambos nutrientes sobre el número de granos por espiga, aunque el del nitrógeno fue no significativo.

La disminución del número de granos por espiga causada por ambos nutrientes no se tradujo en una disminución de los rendimientos, porque fue ampliamente compensada por el aumento del número de espigas que ellos provocaron, o sea, en último término, por el aumento del número de granos por superficie.

Lo anterior explica la correlación positiva entre rendimiento y número de espiga por superficie, y negativa entre rendimiento y número de granos por espiga.

El número de espigas por superficie fue el componente de rendimiento que determinó el valor de éste.

El nitrógeno provocó una disminución del peso del grano, y el fósforo, un aumento. Esto concuerda con la observación de que el nitrógeno favoreció la formación de granos chupados y el fósforo la de granos bien formados y de mayor tamaño. Sin embargo, parece que sus efectos contrarios se anularon ya que no existió correlación entre rendimiento y peso del grano, lo que indica que esta característica no influyó en el rendimiento.

Ambos nutrientes afectaron positivamente la altura, en mayor grado sí el fósforo. Se comprobó una correlación positiva entre altura y rendimiento.

Altas fertilizaciones con ambos nutrientes produjeron tendidura, aunque no de gran magnitud. Esto se puede relacionar con la mayor altura y mayor número de cañas por hilera de los tratamientos en que ella se produjo, ya que ello debilitaría la caña.

El nitrógeno atrasó la maduración y el fósforo la adelantó. Esto tiene relación con el hecho de que el nitrógeno tiende a alargar el período vegetativo y el fósforo a acortarlo.

RESUMEN

El nitrógeno y fósforo son dos de los principales factores de producción para el trigo en la mayoría de los suelos de trumao.

A partir de un ensayo de dosis de nitrógeno y fósforo se estudió el efecto de estos nutrientes sobre el rendimiento de un trigo de invierno, variedad Capelle Desprez, a través de la influencia modificatoria que ellos ejercieron sobre los componentes de rendimiento y otras características de él.

El ensayo se efectuó en un suelo trumao, perteneciente a la Asociación Vilcún, en la Estación Experimental Carillanca, Temuco.

Los resultados experimentales de los componentes de rendimiento y demás características se analizaron a través de un análisis de regresión, usando un modelo polinomial de segundo grado, y por medio de correlación lineal con los de rendimiento y entre algunas de ellas.

El análisis indicó efectos positivos de nitrógeno y fósforo sobre el número de espigas por superficie; efectos negativos del nitrógeno (no significativo estadísticamente) y

del fósforo sobre el número de granos por espiga; efectos negativo del nitrógeno y positivo del fósforo sobre el peso del grano; efectos positivos del nitrógeno y fósforo sobre altura; efectos negativo del nitrógeno y positivo del fósforo sobre la maduración, o sea, atraso y adelanto de ella respectivamente, expresada a través del porcentaje de humedad del grano antes de que ella se produjera y a través de la diferencia de días de maduración de los distintos tratamientos, y finalmente, efectos positivos de ambos nutrientes sobre rendimiento.

Los coeficientes de determinación (R^2) de las ecuaciones variaron de 0,522 a 0,987.

Por otra parte, se determinó correlación positiva entre rendimiento y macollaje, y altura, y negativa entre rendimiento y número de granos por espiga. No hubo correlación entre rendimiento y peso del grano, porcentaje de humedad del grano antes de la madurez y diferencia de días de maduración.

SUMMARY

Nitrogen and phosphorous are 2 of the principals production factors for wheat in majority of "trumao" soils type.

Differents amounts of nitrogen and phosphorous were used on a trial to study the effect of both on yield of a winter wheat variety, Capelle Desprez, through of the respose of these nutrients on yield components and others of its characteristics.

The trial was making on a "trumao" soil type of the Vilcún Association, at the Carillanca Agricultural Research Station in Temuco.

Each characteristics of the wheat was statistically analized with a multiple regression analysis using the second grade polynomial model. The lineal correlation analysis was used for yield and characteristics, and between some of its.

There was a positive effect of nitrogen and phosphorous on tillering; negative effects of nitrogen (not statistically significant) and phosphorous were observed in the number of grains per head; a negative effect of nitrogen and a positive effect of phosphorous was observed on the weight of grains; a negative effect of nitrogen and a positive effect of phosphorous was found at the time of ripening, which means delayed and advanced the time of ripening respectively, measured by the quantity of moisture in the grain just before maturity and also by a difference in the number of days needed to reach maturity. Finally, positive effects of nitrogen and phosphorous were observed on yield.

The coeficient of multiple determination equations went from 0,522 to 0,987.

On the other hand, a positive correlation was found in yield with tillering and with height, and a negative correlation with the number of grains per head. No correlation was determined in yield with the weight of grains, with moisture just before maturity, and with the difference in the number of days needed to reach the harvest stage.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Menasha, Wisconsin, George Banta Company, Inc. 1964. 284 p.
2. HOBBS, J. A. The effect of spring nitrogen fertilization on plant characteristics of winter wheat. Soil. Sci. Soc. of Amer. Proc. 17:39-42. 1953. (Original no consultado; citado por McNeal, F. H. and Davis, D. I. Agronomy Journal 46 (8):375-378. 1954).
3. HORLACHER, H. Conocimiento y experiencia adquiridos en la abonadura del trigo. Hannover, Alemania, Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH., 1957. 32 p. (Boletín Verde 5).
4. JONARD, PIERRE. Les blés tendress (*Triticum vulgare* Vill) cultivés en France. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, 1951. pp. 1-139.
5. LAUDE, H. H. Relation of some plant characters to yield in winter wheat. Journal of the American Society of Agronomy 30 (7): 610-615. 1938.
6. LINSER, H. u. PRIMOST, G. Stickstoffdüngung mit hohen geteilten Gaben. II. Feldversuche zu Winterweizen. Z.f. Pfl. ern. U. Dgg. 63, S.18. (Original no consultado; citado por Horlacher, H. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH., 1957. 32 p. Boletín Verde 5).
7. LOCKE, L. F. et al. The relation to yield of certain plant characters of winter wheat as influenced

- by different tillage and sequence treatments. *Journal of the America Society of Agronomy* 34 (7): 628-645. 1942.
8. LUGINBILL, P. Jr. and McNEAL, F. H. Effect of fertilizers on the resistance of certain winter and spring wheat varieties to wheat stem sawfly. *Agron. Jour.* (in press). (Original no consultado; citado por McNeal, F. M. and Davis, D. J. *Agronomy Journal* 46 (8): 375-378. 1954).
 9. McNEAL, F. H. and DAVIS, D. J. Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and protein content of certain spring wheat varieties. *Agronomy Journal* 46 (8): 375-378. 1954.
 10. Mc VICKAR, MALCOLM, H. *et al.* **Fertilizer technology and usage.** Madison, *Soil Society of America*, 1963. pp. 75-129, 155-187.
 11. QUISSENBERRY, K. S. Some plant characters determining yields in fields of winter and spring wheat in 1926. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 20: 492-499. 1928. (Original no consultado; citado por McNeal, F. H. and Davis, D. J. *Agronomy Journal* 46 (8): 375-378. 1954).
 12. RUSSELL, SIR E. JOHN y RUSSELL, E. WALTER. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Traducción de la 8ª edición inglesa y nota preliminar por Gaspar González y González. Madrid, Aguilar, S. A., 1954. pp. 36-68.

LITERATURA CONSULTADA

- HEADY, EARL O. and DILLON, JOHN, L. *Agricultural production functions.* Ames, Iowa, Iowa State University Press. 1961. 667 p.
- LECLERC, ERWIN, L. *et al.* *Field plot technique.* Minnesota, Burgess Publishing Company. 1962. 373 p.
- TEJEDA S., HERNÁN. Determinación de superficies de respuesta del trigo a la fertilización NPK en base a ensayos de campo con diseño triple cubo. Tesis Ing. Agr. Chillán, Chile. Universidad de Concepción. 1962. 99 p. (Mimeografiada).
- WAHHAB, A. and HUSSAIN, ILTAF. Effect of nitrogen on growth, quality, and yield of irrigated wheat in West Pakistan. *Agronomy Journal* 49 (3): 116-119. 1957.