

RELACION ENTRE PESO DEL HECTOLITRO Y RENDIMIENTO EN TRIGO EN LA REGION CENTRO – NORTE¹

Relation between hectoliter weight and yield of wheat, in Central Chile

René Cortázar S.²

SUMMARY

Two methods were used: 1. The effect of shrivelled grain on hectoliter weight (H.W.) and yield, and the determination of yield decrease due to a reduction of 1 kg in H.W., was studied in seven wheat varieties. 2. Determination of yield losses due to decrease of H.W., considering all the varieties under yield trials, from 1975 to 1983.

With the first method, the yield losses due to a reduction of 1 kg in H.W. were, in average 3.50/o, with a range between 3.30/o and 4.00/o.

With the second method, it was found that in the years 1980, 1981, and 1982, when there were no important problems affecting wheat, the decrease in yield due to a lower H.W. was small or nil.

From 1975 to 1979, when wheats were affected by several problems (virus, lodging, *P. graminis*), yield decrease was, in the average, 30/o per 1 kg reduction in H.W. These losses, in four of the five years considered, were very similar to the one obtained with the first method. This could be explained because in those years losses in yield were mainly due to the shrivelling of the grain.

In 1983, the yield losses due to reduction of 1 kg in H.W. were of 5.00/o in average. These large losses were due to shrivelling plus reduction in grain numbers.

It was concluded, that 1 kg reduction in H.W. reduces yield in 3.50/o, if there is no decrease in grain numbers. When there is reduction in numbers of grain, the yield losses will be higher.

El peso del hectolitro (P. del H.) es una característica de gran importancia en los trigos, ya que hay una relación entre él y el porcentaje de harina que se puede obtener. Debido a esto, tiene una gran influencia en el precio obtenido, ya que si un trigo tiene un P. del H. de 82 kilos tendrá una bonificación en el precio de 20/o y si tiene un P. del H. de 70, tiene un castigo de 3,70/o.

Hay diferencias importantes en el P. del H. entre los trigos de primavera e invierno aunque tengan las mismas características de grano, debido a que los trigos invernales son de menor densidad.

En trigos de primavera de la zona centro-norte de Chile, las diferencias en el P. del H. entre variedades que tengan granos sin defectos y llenos y que fueron cultivadas en las mismas condiciones, no deberían ser superiores a 1 kg. Esta característica, en general, es poco afectada en la zona por diferencias de suelo o de época de siembra; sin embargo, se observa una baja en el P. del H. en siembras tardías. El tamaño de la semilla no afecta el P. del H. (Hlynka y Bushuk, 1959).

Al estudiar el P. del H. de una variedad en diferentes localidades, en un año o diferentes años, se puede observar grandes variaciones. Los principales factores que influyen en él son: enfermedades, insectos, sequía, heladas y tendadura.

¹ Recepción de originales: 31 de octubre de 1984.

Trabajo presentado en XXXV Jornadas Agronómicas, Santiago, 1984.

Se agradece al Programa Trigo de la Estación Experimental La Platina por la autorización para usar la información obtenida en los ensayos efectuados por el Programa en los años 1975 a 1983.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

Por ser una característica menos afectada por el medio ambiente que el rendimiento, es de gran importancia para poder explicar diferencias de comportamiento de las variedades, en distintos lugares o entre años.

En el Cuadro 1 se presenta el P. de H. promedio de todas las variedades ensayadas en la Estación Experimental La Platina (INIA), entre los años 1975 y 1983 inclusive.

Como puede verse, hay grandes diferencias en el P. del H. entre años. Esta variación se debe a diversas causas. Así, en los años 1975, 76 y 77 los trigos fueron afectados por virosis (Cortázar, 1984). En 1978 hubo un fuerte ataque de *Puccinia graminis* y tendadura. En 1979 hubo una tendadura total, debido a lluvias tardías. En 1980 hubo ataque de *P. graminis* y *P. recon-dita*, de intensidad media. En 1981 se obtuvo un excelente P. del H.; no hubo ningún factor limitante. En 1982 no se conoce la causa del bajo P. del H., aunque en parte puede deberse a la siembra tardía. En 1983 hubo un ataque intenso de enfermedades radiculares, que afectaron fuertemente a ciertas parcelas; sin embargo, las parcelas no afectadas, tuvieron un excelente P. del H.

Puede notarse que existe una gran diferencia en los rendimientos entre años, que en parte se debe a las causas dadas anteriormente, pero las mayores diferencias se deben a cambios en la época de siembra y condiciones climáticas del año. Así, se puede señalar que en los años 1976, 1981 y 1983, las condiciones de clima permitieron excelentes rendimientos en el país.

En este trabajo se quiere evaluar cuanto se afecta el rendimiento, en promedio, por cada kilo que disminuye el P. del H.

MATERIALES Y METODOS

Para abordar este problema se usaron dos métodos de análisis:

1. Efecto del grano chupado en el P. del H. y rendimiento y determinación de la pérdida de rendimiento que se produce por cada kilo de disminución del P. del H. Este análisis se efectuó en siete variedades de trigo.

2. Determinación de la baja de rendimiento producida por la disminución del P. del H., considerando todas las variedades ensayadas cada año en el período 1975 a 1983 inclusive.

Para el primer método, se procedió como sigue:

a. Determinación de la disminución del peso del hectolitro causada por la chupadura del grano.

Se tomaron siete variedades de trigo: Aurifén, Chasqui, Maitén, Tanager, Toquifén, Línea 26 y Línea 27, y se determinó su P. del H. Luego se harnearon, con una malla de 2,5 mm de abertura, con lo que se eliminó gran parte del grano chupado, y se determinó el P. del H. del material que quedó sobre la malla. En esta forma, se pudo medir la diferencia entre el P. del H. original y el del mismo trigo, cuando se le había eliminado gran parte del grano chupado. Esta eliminación ocurrió en todas las variedades, con excepción de Toquifén, en el cual aún quedó mucho grano chupado en el trigo harneado.

b. Determinación de pérdida de rendimiento, producida por la chupadura de grano.

A partir de la semilla original, se sacaron muestras de grano y se separaron en forma manual los granos llenos de los granos visualmente chupados. Se determinó el peso promedio de los granos llenos y el de los granos chupados.

Para calcular la pérdida, se dividió el peso total de los granos (llenos + chupados) por el peso que deberían haber tenido los granos si no se hubieran chupado; para ello se multiplicó el número total de granos por el promedio de peso de los granos llenos. La diferencia entre este cociente y 1, representa la pérdida debido al grano chupado.

Para el segundo método, se procedió como sigue:

El rendimiento de cada variedad en ensayo se expresó en porcentaje, en relación con el promedio de las cinco variedades testigo de cada ensayo. Además, a cada variedad o línea se le determinó el P. del H.

CUADRO 1. Pesos del hectolitro y rendimientos promedios de las variedades en ensayo en La Platina

TABLE 1. Hectoliter weight and yield averages of the varieties under trial at La Platina

Años	kg/hl	qq/ha
1975	75,3	34,8
1976	80,0	64,3
1977	78,3	26,6
1978	78,0	52,9
1979	77,2	66,1
1980	80,9	67,3
1981	82,4	92,1
1982	80,4	52,8
1983	81,4	57,9

Cada año, todas las variedades se agruparon de acuerdo con el P. del H. y se determinó el rendimiento promedio de cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Efecto del grano chupado en el P. del H. y en el rendimiento y determinación de la pérdida de rendimiento que se produce por cada kilo de disminución del P. del H.

En el Cuadro 2 se presenta el efecto del grano chupado en la baja del P. del H. y del rendimiento, en siete variedades de trigo.

Como puede verse, la pérdida de rendimiento por cada kilo de disminución del P. del H. es bastante parecida, a pesar de la gran diferencia en este peso entre las variedades (74,90 a 84,35). El promedio de pérdida obtenido es de 3,50/o, pero se puede estimar que la pérdida es un poco mayor, ya que en todos los casos había algunos granos chupados en los trigos harneados con malla de 2,5 mm, especialmente en el caso de la variedad Toquifén. Hay que recalcar, en este caso, que la pérdida sólo se debe a chupadura de grano y no a diferencia en el número de granos. La pérdida de 3,50/o por cada kilo que disminuye el P. del H., concuerda con la observada en 1976, en que la baja fue de 4,20/o (Cortázar, 1977).

2. Análisis de la baja de rendimiento por disminución del P. del H., considerando todas las variedades ensayadas en cada año.

En el Cuadro 3 se presenta el promedio de rendimiento de todas las variedades que tienen el mismo peso del hectolitro, en cada año.

Para facilitar el análisis de este cuadro se hicieron tres grupos. En el primero, se presentan los años 1980, 1981 y 1982, en que no hubo disminución de rendimiento por la baja del P. del H., o ésta fue muy baja; en el segundo grupo, se presentan los años 1975 a 1979 inclusive, en donde hubo una importante baja del rendimiento por la disminución del P. del H.; y en el tercer grupo, está el año 1983, en que la pérdida es excepcionalmente alta.

El peso del hectolitro es una característica que está afectada, principalmente, por la densidad y la forma del grano. Un grano deforme o con surco muy profundo tiene un peso inferior a una variedad con grano normal. Se sabe que el tamaño del grano no lo afecta. Por otra parte, el rendimiento de una variedad depende de la acción de gran número de genes, que controlan el largo del período vegetativo, la capacidad fotosintética, la mayor capacidad para asimilar fertilizantes, etc. La gran diferencia entre los genes que regulan estas dos características permiten suponer que no hay relación entre el P. del H. y rendimiento. Es decir, una variedad de buen P. del H. puede tener un mal rendimiento y viceversa.

En el Cuadro 3 se observa que en 1981 no hay ninguna relación entre P. del H. y rendimiento. Como se señalaba anteriormente, al no existir un factor limitante en el llenado del grano, no se espera que exista asociación entre estas dos características.

CUADRO 2. Peso del hl de variedades con y sin harneado (2,5 mm), pérdida en rendimiento por grano chupado y por disminución de 1 kg en peso del hl

TABLE 2. Hectoliter weight with and without sifting (2.5 mm) yield losses due to grain shrivelling and per 1 kg reduction in hectoliter weight

Variedad	Peso del hectolitro			Pérdida en rendimiento por:	
	s/harnear	harneado	Diferencia A	grano chupado o/o B	c/kg disminución peso hl B/A
Aurifén	81,75	84,15	2,40	8,15	3,39
Chasqui	84,25	85,70	1,45	5,80	4,00
Chasqui	83,60	85,20	1,60	5,52	3,45
Maitén	83,20	84,10	0,90	3,43	3,81
Maitén	82,95	83,85	0,90	3,02	3,35
Tanager	84,35	85,75	1,40	5,23	3,73
Toquifén	74,90	79,70	4,80	16,05	3,35
Línea 26	82,30	85,00	2,70	8,87	3,28
Línea 27	79,25	83,87	4,50	14,70	3,26
Promedio General	81,84	84,13	2,29	7,86	3,51

CUADRO 3. Rendimiento promedio¹ de todas las variedades ensayadas, agrupadas según peso del hl, y disminución promedio (‰) por baja de 1 kg en el peso del hl. 1975–1983

TABLE 3. Average yield (‰ of 5 check varieties) of all varieties tested, grouped according to hectoliter weight, and average yield reduction (‰) per 1 kg reduction in hectoliter weight. 1975–1983

	PESO DEL HECTOLITRO (P. DEL HL)																Prom. ³			
	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70		69	68	
1981																				
Rdto.		84,8	81,8	88,1	79,6	83,0	86,2	86,7												
Nº vars. ²		7	11	28	23	16	10	10												
1980																				
Rdto.			104,0	98,6	100,8	97,6	97,7	96,5	98,1											
Nº vars. ²			46	178	208	149	80	40	11											
1982																				
Rdto.			101,5	106,6	105,5	105,5	101,8	102,6	97,1	93,7	89,3									
Nº vars. ²			26	52	77	73	52	20	28	15	8									
1975																				
Rdto.						119,4	116,2	118,8	115,3	111,1	107,5	103,6	99,3	95,7	89,7	83,5	86,8		2,97	
Nº vars. ²						27	40	60	63	71	82	74	53	44	35	21	15			
1976																				
Rdto.		112,7	107,8	107,1	104,0	101,6	95,4	89,4	85,0											3,25
Nº vars. ²		23	73	147	102	69	50	26	19											
1977																				
Rdto.				108,9	108,3	104,4	98,5	95,6	91,5	89,3	83,3	83,5	77,5	71,0					3,29	
Nº vars. ²				41	74	153	169	188	171	122	80	48	33	8						
1978																				
Rdto.			112,4	111,7	110,4	108,4	107,5	105,0	100,9	95,2	92,7	89,0	87,6	79,9					1,81	
Nº vars. ²			22	39	71	40	73	48	41	18	24	12	7	8						
1979																				
Rdto.			112,8	105,6	104,1	102,4	98,9	93,7	93,1	89,6	85,1	82,8	76,9	73,7	67,0	64,6	67,4	58,3		3,55
Nº vars. ²			16	47	64	102	130	112	93	73	66	55	44	26	28	7	13	10		
1983																				
Rdto.	118,0	113,4	110,9	107,8	99,3	91,2	85,7	76,6	67,6	65,3	55,6								5,00	
Nº vars. ²	29	71	139	114	109	47	29	25	19	10	19									

¹ Rendimiento en ‰ de 5 variedades testigos.

² Número de variedades en cada grupo.

³ Promedio pérdida rendimiento/cada kg que baje el peso del hectolitro (‰).

En el año 1980 se produjo una caída de rendimiento en las variedades de P. del H. 82, comparadas con las de P. del H. 83 kg, pero no hubo disminución entre las de 82 y 77 kg. En 1982 se observa una caída de rendimiento solamente en las variedades de P. del H. inferiores a 78 kg, al compararlas con las de 83 kg.

Al estudiar lo ocurrido en los años 1975 a 1979, se observa una clara asociación entre peso del hectolitro y rendimiento; la disminución de rendimiento, por cada kilo de disminución del P. del H., fluctúa entre 1,81‰ y 3,56‰ con un promedio de 3,0‰. La disminución de rendimiento, en cuatro de los cinco años, es comparable, aunque algo inferior, a la obtenida en el estudio en las siete variedades individuales, presentada anteriormente en este trabajo. Como en este último estudio la diferencia se debió exclusivamente a chupadura de grano, y no a disminución de número de granos, se puede suponer que todos los factores que afectaron el P. del H., desde 1975 a 1979, principalmente influyeron en el llenado del grano y no cambiaron en forma apreciable el número de granos.

En 1983, la pérdida es muy superior a la causada por la chupadura del grano, ya que en promedio alcanza a

5,0‰. Esto estaría indicando que, además de producirse la chupadura del grano, también hubo una reducción en el número de granos. Como se mencionaba anteriormente, en este año hubo un fuerte ataque de enfermedades radiculares, las que afectaron con muy distinta intensidad a los trigos. En ciertos sectores, la sintomatología se observó temprano, produciéndose plantas muy poco desarrolladas, con grano totalmente chupado. En otros casos, la sintomatología apareció después de la espigadura y el grano mostró sólo una leve chupadura.

Como se puede ver en el Cuadro 3, la pérdida de rendimiento hasta un peso del hectolitro de 82 fue moderada, pero desde ahí para abajo, la pérdida fue muy marcada, lo que se explicaría porque las plantas con grano más chupado tenían menos granos, sumándose los dos efectos en relación con el rendimiento.

CONCLUSIONES

Si se analiza un gran número de variedades, que no han tenido problemas en su crecimiento, se observa

que no hay asociación entre rendimiento y peso del hectolitro, como ocurrió en 1981. Siempre que hay relación entre el peso del hectolitro y rendimiento, al estudiar muchas variedades, debe haber un problema que está limitando el desarrollo normal de las plantas.

La pérdida de rendimiento debida al grano chupado en 7 variedades, por cada kilo de baja del P. del H. fue, en promedio, de 3,51^o/o.

Al estudiar la disminución de rendimiento debida a la baja de peso del hectolitro en todas las variedades ensayadas en La Platina en los años 1975 a 1983 inclusive, se encontraron tres tipos de respuesta.

En los años 1980, 1981 y 1982, en que no hubo graves problemas en el cultivo, la disminución de rendimiento debida a bajas del P. del H. fue nula o muy pequeña.

En los años 1975 a 1979, en que hubo serios problemas en el cultivo por diferentes causas, la baja de ren-

dimiento por cada kilo de disminución del P. del H. fue de 3,0^o/o, en promedio. Esta baja, en cuatro de los cinco años, es algo inferior pero comparable a la observada cuando se determinó la pérdida de rendimiento debida a grano chupado en siete variedades. Esto indicaría que en esos años la principal causa de la baja de rendimiento fue la chupadura del grano.

En el año 1983, la pérdida fue de 5,0^o/o por cada kilo de baja del P. del H., debido a que, en las parcelas más afectadas, además de chuparse el grano, se produjo una disminución en el número de granos, sumándose los dos efectos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la disminución de 1 kg en el P. del H., en promedio, está reduciendo el rendimiento a lo menos en un 3,5^o/o, si sólo se ha producido chupadura de grano. En el caso que además haya pérdida de granos, la baja de rendimiento será mayor.

RESUMEN

Se usaron dos métodos de análisis:

- a. Efecto del grano chupado en el P. del H. y el rendimiento y determinación de la pérdida que se produce por cada kilo de disminución del P. del H. Esto se efectuó con siete variedades.
- b. Determinación de la baja de rendimiento producida por la disminución del P. del H., considerando todas las variedades ensayadas, desde 1975 a 1983.

Al aplicar el primer método, se pudo determinar que la pérdida promedio de rendimiento por cada kilo de disminución del P. del H., fue de 3,51^o/o (3,26 — 4,0^o/o).

Al aplicar el segundo método, se observó que, en 1980, 1981 y 1982, en que no hubo factores importantes que afectasen a los trigos, la baja de rendimiento por

cada kilo de disminución del P. del H. fue nula o muy pequeña.

Entre 1975 y 1979, en que los trigos fueron fuertemente afectados por diversos problemas (virosis, tenedura, *P. graminis*), la pérdida promedio fue de 3,0^o/o. Esta disminución en cuatro de los cinco años, aunque inferior fue comparable a la obtenida con el primer método, lo que indicaría que todos los factores negativos produjeron, principalmente, grano chupado y no pérdida de granos.

En 1983, la pérdida fue de 5,0^o/o, debido a un fuerte ataque de enfermedades radiculares, sumándose al efecto del grano chupado la disminución del número de granos, en las plantas más afectadas. Se puede concluir que la disminución de 1 kilo en el P. del H., en promedio, reduce el rendimiento en 3,5^o/o. En el caso que, además de chupadura haya pérdida de granos, la baja de rendimiento será superior.

LITERATURA CITADA

CORTAZAR, R. 1984. Efecto del complejo áfidos-virus (VEAC) en los ensayos regionales de trigo (1975-1981) de la Estación Experimental La Platina. Agricultura Técnica (Chile) 44 (1): 69-72.

CORTAZAR, R. 1977. La virosis del trigo. I Parte. Distribución de la enfermedad y daños producidos en 1976. El Mercurio, 1º de marzo de 1977.

HLYNKA, I. and BUSHUK, W. 1959. The weight per bushel. Cereal Science Today 4 (8): 239-240.