

EFFECTO DE LA LLUVIA EN EL MOMENTO DE LA COSECHA ("lavado") SOBRE CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y REOLOGICAS DEL GRANO DE TRIGO *Triticum aestivum* L.

F. E. Möckel, M. A. Cantamutto, E. G. Gaido y G. D. Gullace (1)

Recibido: 18/5/83
Aceptado: 14/10/84

RESUMEN

Se simularon lluvias artificiales de magnitud creciente en un lote de trigo en condiciones de ser cosechado mecánicamente (humedad menor al 11,2 por ciento). Estas lluvias disminuyeron el Peso Hectolítrico y la densidad del grano, encontrándose una correlación curvilínea altamente significativa ($r: -0,986$ y $r: -0,981$, respectivamente) entre los dos parámetros y la magnitud de las lluvias. Se ideó una escala visual que se encontró estrechamente correlacionada con ambos ($r: 0,88$ y $r: -0,83$ en igual orden) posibilitando su uso como estimador rápido del lavado en experimentos en el futuro. Otros parámetros del grano no fueron afectados como tampoco lo fue la calidad industrial.

EFFECT OF RAIN AT HARVEST TIME UPON PHYSICAL, CHEMICAL AND REOLOGICAL GRAIN CHARACTERISTICS OF WHEAT *Triticum aestivum* L.

SUMMARY

Rains of increasing magnitudes were simulated over a wheat plots ready for mechanical harvest (less than 11,2 for cent). As a result test weight and grain density decreased in a curvilinear manner with relation to rain magnitude ($r: -0,986^{XX}$ and $r: -0,981^{XX}$ respectively). A visual scale of grain weathering highly correlated with test weight and grain density ($r: -0,88^{XX}$ and $r: -0,83^{XX}$), therefor posibilitating future use as a quick estimation method. Other grain parameters were not affected as neither was backing quality.

INTRODUCCION

El lavado del grano de trigo es un defecto de aparición frecuente en las regiones trigueras del mundo. Su origen es adjudicado a lluvias en el momento de la cosecha que cau-

san un rehumedecimiento del grano mientras permanece en la espiga. Si bien la magnitud de este rehumedecimiento no ha sido evaluada, la mayoría de los autores han reproducido artificialmente el defecto mediante remojado del grano en el laboratorio. Ese artificio

- 1) Profesor Asociado; Becario de la CIC y Asistente; y Ayudantes de Docencia, respectivamente. LABCEOL, Departamento de Ciencias Agrarias y Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida - CERZOS, Universidad Nacional del Sur (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires - Argentina.

ha sido la principal metodología para la obtención de las muestras de estudio, aunque otros han optado por dejar parcelas en el campo largos períodos a la espera de lluvias naturales (Sharp, 1927; Swanson, 1941, 1943, 1946; Millner y Shellenberger, 1953; Kiesselbach y Lyness, 1954; Bushuk y Hlynka, 1960; Arriaga *et al.*, 1980).

No se ha demostrado que el "lavado" afecte la calidad industrial mediante esas metodologías. El único efecto bien definido es sobre el peso hectolítrico, que descende. Esto se debe, a que el proceso de rehumedecimiento y desecación causa fracturas dentro del grano así como asperezas en el pericarpio. De esta forma además de haber una caída en la densidad real del grano, la rugosidad externa dificulta el ordenamiento de los granos dentro del cilindro de la balanza Schopper utilizada para la evaluación del peso hectolítrico (Sharp, 1927; Milner y Shellenberger, 1953; Miller y Johnson, 1954; Bushuk y Hlynka, 1960; Arriaga *et al.*, 1980).

Los granos lavados frecuentemente se confunden con los "panza blanca", que sí desmerecen la calidad del grano, ocasionando graves perjuicios durante la comercialización. La necesidad de aislar a ambos defectos motivó la realización de varios trabajos de investigación con el objeto de conocer los mecanismos que los producen y sus efectos sobre el grano. Para ello se consideró necesario simular condiciones más aproximadas a lo que ocurre en el campo en lugar de remojar granos en el laboratorio o dejar espigas expuestas a las condiciones ambientales por largos períodos, lo que se consideró excesivamente riguroso.

El presente trabajo ha sido planeado con el fin de evaluar el efecto de la magnitud de la lluvia en el momento de la cosecha del trigo sobre diversas características físicas, químicas y algunos parámetros de calidad. Tiene como originalidad el hecho de que la producción de granos lavados se realizó en condicio-

nes de campo semicontroladas, donde la magnitud de las lluvias artificiales aplicadas se constituye en la principal variable.

MATERIALES Y METODOS

La producción de grano lavado en condiciones semicontroladas de campo se realizó sobre un lote de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) cv. Buck Pucará sembrado expresamente en un suelo Ustipsamments Petrocálico (1) en el Campo Experimental del Departamento de Ciencias Agrarias. El manejo del lote se realizó conforme a las técnicas usuales, empleándose fertilización y riego por aspersion durante el período de llenado de grano. La fecha de siembra fue 16/VI, la antesis (E65 de la Escala Decimal de Zadoks, 1974) ocurrieron el 10/11 y en ese momento coexistían tallos desde espiga envuelta en la vaina de la hoja bandera (E45) hasta grano lechoso (E75). Tal disparidad se adjudicó al efecto del frío y falta de humedad en el suelo durante el período que va de siembra a iniciación de encañazón (E30).

El contenido de humedad del grano a partir del vigésimo segundo día desde antesis se siguió periódicamente mediante el método gravimétrico, tomando en cada muestreo diez espigas al azar, las que se trillaron manualmente, llevándose a estufa a 70°C hasta peso constante. Su evolución se muestra en la Figura 1. Dada la alta variabilidad en el contenido de humedad de los granos, los valores de "n" calculados ("n": número de muestras que hubiera sido necesario extraer para que la media estimada se encuentre dentro del 10 por ciento de la media de la población con una probabilidad $p: 0,05$) fueron varias veces más altos que las 10 tomadas; fluctuando entre 12 para el día vigésimoséptimo hasta 126 para el trigésimosexto.

Para el estudio del efecto del lavado el lote se dividió en parcelas de ocho surcos se-

(1) Sánchez y Kruger. Clasificación Provisional. Comunicación Interna Departamento Ciencias Agrarias, U.N.S. 1981.

parados a 20 cm, de un largo de 5 m, tomando una conformación de un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Las borduras dejadas en ambas cabeceras fueron de 30 cm y entre parcelas se dejaron dos hileras sin cosechar, quedando así una superficie cosechada de 6,48 m². El rendimiento promedio de todo el lote fue de 2400 kg/ha con un valor de 15,1 por ciento de proteína.

El testigo sin lluvias fue cosechado el 16/12, a los 36 días después de antesis con un contenido de humedad del grano del 17,3 por ciento, valor por debajo del 25 por ciento indicado como límite superior para cosecha anticipada mediante hilerado sin afectar la calidad comercial e industrial (Tombetta *et al.*, 1975). Para ello se arrancaron las plantas y se formaron gavillas, que fueron llevadas inmediatamente al galpón, donde se mantuvieron paradas y distanciadas entre sí para evitar el desarrollo de hongos. Las condiciones de secado durante la semana siguiente fueron de 50 ± 21 por ciento H.R. (humedad relativa ± desvío standar) y 21 ± 4°C (temperatura ± desvío standar).

Inmediatamente de haber cosechado el testigo ocurrió una lluvia natural de 13 mm, como se indica en la Figura 1. Con el objeto de evaluar los efectos que la misma pudiera haber tenido se cosecharon hileras vecinas (de la bordura) y se trataron con idénticas condiciones que las del testigo. Al comparar-

las mediante un diseño de parcelas apareadas no se comprobó ninguna afección significativa de los parámetros estudiados, por lo que se decidió no tener en cuenta el efecto de esa lluvia sobre los tratamientos posteriores.

Los tratamientos de lluvia artificial se realizaron mediante un pico aspersor colocado por sobre el nivel superior de la canopia, que en las condiciones de trabajo poseía un rendimiento de 3,2 mm/h. La distribución de la "lluvia" fue afectada por los vientos que soplaron en direcciones variables durante el proceso. Una lluvia natural de 3 mm ocurrida el día previo se adicionó a la artificial por considerarse prácticamente un anticipo de la misma. En ese momento el grano presentaba un contenido de humedad menor al 11,2 por ciento (Figura 1), y el cultivo estaba en condiciones de ser cosechado mecánicamente.

La metodología aplicada consistió en períodos crecientes de trabajo del equipo de riego interrumpidos para la cosecha mediante arrancado de los distintos tratamientos, de menor a mayor intensidad de "lluvia". Se aplicaron de esta forma; 3,2 y 12,8; 25,6 y 64 mm de lluvia promedio, los que adicionados a los 3 mm de lluvia natural caída unas horas antes dan los valores que se señalan en los resultados.

Las gavillas se condujeron al galpón para su secado, disponiéndose con idénticos cui-

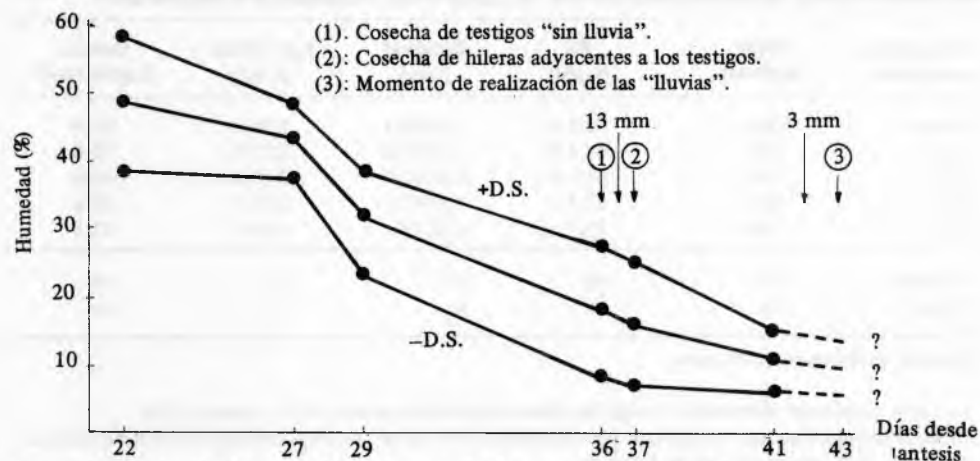


Figura 1: "Evolución del contenido de humedad del grano hacia fin del cultivo.

dados que en el primer caso. Las condiciones ambientales fueron de 50 ± 21 por ciento HR y $21 \pm 4^\circ\text{C}$ durante esa segunda semana hasta que se alcanzó un grado de secado tal que permitiera su posterior trilla mediante trilladora estacionaria.

Las muestras obtenidas fueron limpiadas a mano escrupulosamente. Las determinaciones del peso de mil granos (P1000) y peso hectolítrico (PH) se realizaron conforme a normas establecidas por Junta Nacional de Granos (JNG). La determinación de densidad se realizó por el método del picnómetro con tolueno, en forma semejante a lo realizado por Tkachuk y Kuzina (1979). Para la valoración visual se colocaron muestras de forma tal que cubrieran el fondo con una sola capa, en bandejas plásticas de 12 por 16 cm. Cinco diferentes idóneos las juzgaron, con desconocimiento del tratamiento recibido, mediante una escala de valores enteros en la que 1 correspondía a grano vítreo y 5 a lavado máximo.

Para valorar dureza se ideó un método en el que se partían los granos transversalmente colocando el grano con el surco sobre la mesa mediante hoja de afeitar. Ambas mitades se presionaban lentamente mediante penetrómetro de bolsillo para suelo marca Soil Test Inc. hasta que partían o desmenu-

zaban (más raro), determinándose así dos valores por grano. En cada determinación se tomaban 5 granos y los valores se promediaban.

El número de determinaciones fue de dos para P100, PH y densidad, cinco para escala visual (una por operador) y cuatro para dureza. Para el análisis de varianza los valores de escala visual se transformaron en grados de ángulo.

La valoración de la calidad industrial se efectuó en el Laboratorio de la Chacra Experimental de Barrow y sobre muestras compuestas de las cuatro repeticiones por limitaciones en la cantidad de material. Mediante las técnicas usuales en ese Laboratorio se determinó: clasificación de granos mediante zarandas, proteína, gluten, hinchamiento, maltosa, gasificación, número de caída, contenido de cenizas por fracciones harineras, rendimiento molinero, alveograma y panificación experimental.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los principales resultados obtenidos se encuentran condensados en el Cuadro 1. El P1000 no mostró diferencias significativas a pesar de existir una amplitud de 2 g.

CUADRO 1: Efecto de la lluvia artificial sobre el grano de trigo. Promedios de 4 repeticiones.

| Tratamiento (mm lluvia) | P1000 (g/1000) | PH (kg/hl) | Densidad (g/cc) | Esc. Visual (1 a 5) | Dureza (kg/10 cm ²) |
|----------------------------|-------------------|---------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|
| Testigo | 30,4 | 82,5 a | 1,3680 a | 1,35 a | 35,9 |
| 6,2 | 28,7 | 81,4 b | 1,3545 b | 2,25 b | 32,4 |
| 15,8 | 30,4 | 81,4 b | 1,3562 b | 2,55 b | 34,6 |
| 28,6 | 30,3 | 80,3 c | 1,3440 c | 3,65 c | 32,1 |
| 67,0 | 29,8 | 79,7 c | 1,3379 c | 4,10 c | 32,2 |
| F tratam. | n.s. | xx | xx | xx | n.s. |
| F error | xx | xx | x | xx | n.s. |

Signos y abreviaturas en el texto.

n.s.; xx y x denotan: diferencias no significativas; significativas para $p: 0,01$ y para $p: 0,05$ respectivamente. Los valores seguidos por una misma letra dentro de cada columna no difieren para un nivel de $p: 0,05$ usando el Test de Student.

El peso hectolítrico baja como consecuencia de las lluvias aplicadas en un total de 2,8 kg/Hl, valor notablemente menor a los hallados por otros autores mediante remojado (Arriaga *et al.*, 1980). La vinculación entre las lluvias en ese momento y el peso hectolítrico se encuentra dibujada en la Figura 2, la que señala que los primeros milímetros caídos afectan en una mayor medida al peso hectolítrico que los siguientes.

La densidad del grano fue afectada en forma similar al peso hectolítrico, y su vinculación con la lluvia caída se presenta en la Figura 3. La correlación lineal entre peso hectolítrico y densidad es altamente significativa con un $r: 0,94$. Esta evaluación concuerda con los postulados de otros autores en los que se indica que la caída en el peso hectolítrico se debe a un menor densidad de los granos. (Bushuk y Hlynka, 1960).

La escala visual concuerda con el ordenamiento obtenido en peso hectolítrico y densidad. La correlación lineal entre escala visual y peso hectolítrico presenta un $r: -0,88$ y entre ella y densidad $r: -0,83$. Los

operarios coincidieron en indicar que la intensidad de lavado no era muy alta comparada con trigos lavados naturalmente. El Ing. Deán realizó similares consideraciones al recibir las muestras compuestas enviadas a su Laboratorio (1). Esto fue adjudicado a las limitaciones de equipo (baja intensidad y distribución afectada por viento), así como a la variabilidad en cuanto al contenido de humedad de los granos en el momento de recibir la lluvia.

La evaluación de la dureza con el penetrómetro no fue capaz de detectar diferencias significativas. Si esto no fuera atribuible al método estaría en contradicción a lo hallado por Poll *et al.* (1958).

El P1000, peso hectolítrico, y escala visual mostraron valores de F para el error experimental, altamente significativos y significativo para densidad. De esta forma es posible que hayan existido diferencias entre los tratamientos que no pudieron ser medidos por las diferencias existentes entre repeticiones.

Los resultados hallados en el Laborato-

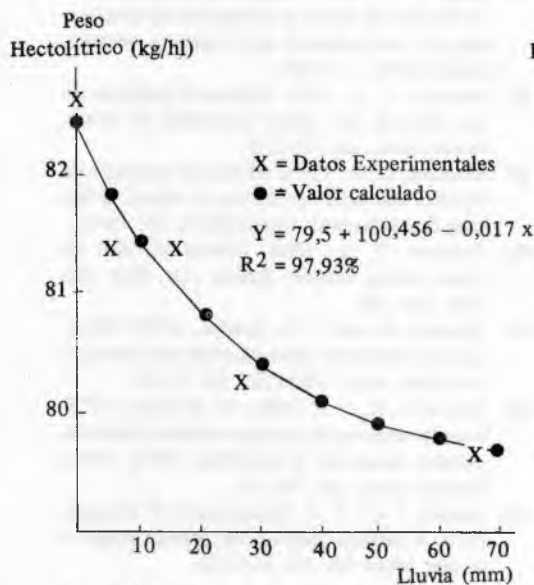


Figura 2: Efecto de la lluvia sobre el peso hectolítrico.

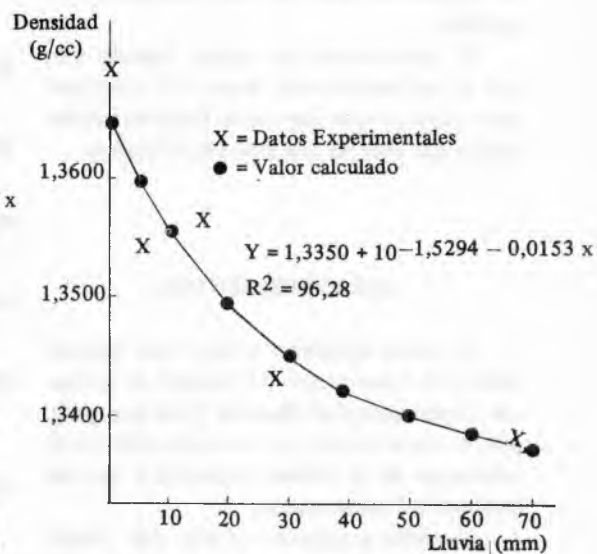


Figura 3: Efecto de la lluvia sobre la densidad del grano.

1) Ing. Agr. Manuel Deán. Chacra Experimental de Barrow, Tres Arroyos.

rio de la Chacra Experimental de Barrow para calidad panadera no señalan diferencias ni tendencias entre los tratamientos. En ningún caso se afectó la calidad industrial, lo que concuerda con numerosos autores (Swanson, 1941, 1943, 1946; Kiesselbach y Lyness, 1954; Arriaga *et al.* (1980).

CONCLUSIONES

Si bien el presente trabajo adolece de una serie de limitaciones de equipo y de heterogeneidad en el material experimental, es posible, mediante sus resultados, describir gráficamente el efecto de la lluvia sobre propiedades físicas del grano; peso hectolítrico y densidad, siendo la primera vez que se cuantifica la relación existente entre la lluvia caída y su efecto sobre el grano.

La estrecha correlación entre el peso hectolítrico, densidad y escala visual, posibilita que en un futuro se pueda utilizar indistintamente cualquiera de ellos como parámetros de "lavado" en evaluaciones de muestras de ensayos de este tipo con limitaciones de cantidad.

El poco lavado de grano logrado aún con el tratamiento más severo (67 mm) permite suponer que hay otros factores involuacrados que aún no han sido identificados.

AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer al Ing. Qco. Manuel Deán, del Laboratorio de Calidad de la Chacra Experimental de Barrow (Tres Arroyos), por su colaboración en la realización de la valoración de la calidad industrial y por sus invaluables comentarios.

También se agradece al Ing. Agr. Dardo

Muzi y al Perito Clasificador de Granos Noemí Fritz por su participación como operarios de la escala visual.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Arriaga, H. O.; H. O. Chidichimo y M. E. Senpé, 1980. El carácter vítreo del grano de trigo. *Rev. Fac. de Agr.* 1 (1): 47-61.
- 2) Bushuk, W. and I. Hlynka 1960. Weight and volume changes in wheat during sorption and desorption of moisture. *Cereal Chem.* 37: 390-398.
- 3) Kiesselbach, T. A. and W. E. Lyness, 1954. Growing the winter wheat crop. *Neb. Agr. Exp. Sta. Bull.* 389.
- 4) Miller, B. S. and J. A. Johnson, 1954. A review of methods for determining the quality of wheat and flour for breadmaking. *Kansas Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 76.
- 5) Milner, M. and J. A. Shellemberger, 1953. Physical properties of weathered wheat in relation to internal fissuring detected radiographically. *Cereal Chem.* 30: 202-212.
- 6) Pool, M.; F. L. P. Patterson and C. E. Bode, 1958. Effect of delayed harvest on quality of soft red winter wheat. *A Journal* 50: 272-275.
- 7) Sharp, P. F., 1927. Wheat and Flour Studies. IX Density of wheat as influenced by freezing, stage of development and moisture content. *Cereal Chem.* 4: 14-46.
- 8) Swanson, C. O., 1941. Effects of moisture on the physical and other properties of wheat. *Cereal Chem.* 18: 705-729.
- 9) Swanson, C. O., 1943. Effects of moisture on physical and other properties of wheat. II Wetting during harvest. *Cereal Chem.* 20: 43-62.
- 10) Swanson, C. O., 1946. Effects of rains on wheat during harvest. *Kansas Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 60.
- 11) Tkachuk, R. and F. D. Kuzina, 1979. Wheat: relations between some physical and chemical properties. *Can J. Plant Sci.* 59: 15-20.
- 12) Tombetta, E.; J. A. Viale y N. Drobner, 1975. Cosecha anticipada en trigo mediante hilerado. Calidad comercial e industrial, INTA EERA Marcos Juárez. *Inf. Tec.* 71.
- 13) Zadoks, J. C.; T. T. Chang and C. F. Konzak, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.