

METODOS PARA LA DETERMINACION DE ALMIDON EN EL MAIZ ¹

POR ALFONSO A. VIDAL ²

I. INTRODUCCIÓN

El almidón constituye la reserva de hidrato de carbono de la planta, siendo la sustancia vegetal más abundante y difundida. Por hidrólisis con un ácido da d-glucosa y con una enzima tipo amilasa produce el disacárido maltosa.

El almidón está formado por dos componentes principales que difieren en sus propiedades físicas; uno, comunmente conocido como amilosa, el cual es muy soluble en agua y poco viscoso en solución; el otro, la amilopéptina, poco soluble en agua y más viscoso en solución.

En la mayoría de los casos el almidón aparece como pequeños gránulos birrefringentes en las semillas, tubérculos, raíces y médula, teniendo cada variedad sus características, forma y medida. Por esta razón comunmente se puede identificar al microscopio su fuente de origen.

Según Allen's (1) de acuerdo al aspecto que presentan al ser observados al microscopio se pueden agrupar en 5 clases:

1° El grupo de la papa: el cual consiste en gránulos relativamente grandes, ovales, con estrías pronunciadas; estas estrías pueden ser consecuencia de la periodicidad del crecimiento. Cuando es examinado a la luz polarizada presenta un juego de colores.

¹ Trabajo realizado en el Laboratorio de Química Agrícola (Fitoquímica) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. Recibido para su publicación el 10 de septiembre de 1956. El autor agradece la colaboración del doctor Carlos M. J. Albizzati, por su continuo asesoramiento.

² Profesor Adjunto de la Cátedra de Química Agrícola (Fitoquímica) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata.

2° El almidón de las leguminosas: presenta gránulos ovalados que dan poco o ningún color con la luz polarizada, tiene capas concéntricas invisibles que pueden aparecer cuando se lo trata con ácido crómico; el hilo es bien marcado.

3° El grupo del trigo: parece una mezcla, contiene granos grandes lenticulares y pequeños gránulos redondeados; en la mayoría de los gránulos el hilo y las capas concéntricas son invisibles. Se incluye en este grupo al almidón de otros cereales y el de algunas variedades de plantas medicinales, tales como jalapa, ruibarbo, etc.

4° El grupo del sagú: comprende aquellos almidones cuyos gránulos son truncados. Incluye junto con algunos almidones usados como alimentos, aquéllos pertenecientes a la belladona, canela, acónito, cassia, etc.

5° El grupo del arroz: involucra aquellos almidones cuyos gránulos son poligonales y comprende al de la avena, maíz, arroz, alforfón, etc. En el caso del maíz esta forma poligonal parece ser el resultado de las presiones internas desarrolladas durante el endurecimiento del maíz, ya que los gránulos del almidón del maíz no maduro son redondeados.

Las dimensiones de los gránulos de almidón varían con las distintas especies vegetales de donde provienen; ej.: trigo: varía de 0,002 a 0,052 mm; maíz: de 0,007 a 0,020 mm; avena: de 0,004 a 0,030 mm; cebada: de 0,013 a 0,039 mm; arroz: de 0,002 a 0,038 mm; centeno: de 0,002 a 0,038 mm; papa: de 0,060 a 0,100 mm; mandioca: de 0,008 a 0,022 mm; etc.

Según Wattiez et Sternon (6) los almidones pueden agruparse de acuerdo a la rapidez más o menos grande con que se disuelven en el OHK a diversas concentraciones, distinguiéndose:

- a) Almidones blandos: solubles en OHK al 2%; ej.: almidón de centeno, trigo, papa, etc.;
- b) Almidones semiduros: muy lentamente solubles en OHK al 2%; ej.: almidón de mandioca;
- c) Almidones duros: insolubles en OHK al 2% pero se disuelven en OHK al 20%; ej.: almidón de maíz, arroz, etc.

II. REVISTA DE LA BIBLIOGRAFÍA

Schoorl, N. (5) estableció que la cantidad de óxido cuproso que se forma al tratar un líquido azucarado con licor de Fehling puede ser determinado indirectamente, por la diferencia entre el cobre soluble

presente antes y después de la reducción. El método consiste en lo siguiente: un volumen exactamente medido de solución de Fehling es agregado a un volumen exactamente medido de solución azucarada, se hierve esta mezcla, luego se enfría y el cobre no reducido es inmediatamente tratado por solución de yoduro de potasio y ácido sulfúrico. El yodo libre es titulado con solución de hiposulfito de sodio normal. En la misma forma se hace una titulación en blanco. La diferencia entre las dos titulaciones representa el equivalente de óxido cuproso reducido y en consecuencia aquel de los azúcares reductores originalmente presente. La exactitud de este método ha sido muy discutida por eminentes químicos, quienes llegaron a la conclusión de que los resultados que se obtienen son enteramente convenientes.

Bertrand, G. (3) instituyó una técnica volumétrica basada en la recolección del óxido cuproso sobre un filtro, su redisolución con una solución ácida de sulfato férrico que se reduce a sal ferrosa proporcionalmente a la cantidad de óxido cuproso presente y la valoración de la sal ferrosa por permanganimetría. Esta técnica ha sufrido diversas adaptaciones y es una de las más exactas y sencillas.

Hixon, R. M. (4) deseando seleccionar convenientemente un método para la determinación del contenido de almidón, que pudiera ser aplicado a una gran cantidad de muestras de maíz, encontró uno, el del persulfato de amonio al 0,3 %, que es rápido y fácilmente realizable por cualquier operador, no requiere aparatos especiales y puede ser usado igualmente para cualquier variedad de maíz: dentado, dulce, etc. Este método si bien no es cuantitativo, proporciona valores altamente comparativos, cuando se trata de un gran número de muestras analizadas en idénticas condiciones y son comparables a los obtenidos por un procedimiento desarrollado por el doctor W. W. Fetzer de la Unión de Almidoneros y Compañía Refinadora, que utilizaba en lugar de persulfato de amonio un extracto de malta de cebada.

III. MATERIAL UTILIZADO

Los ensayos fueron realizados sobre 24 muestras de maíz correspondientes a los siguientes híbridos y variedades:

Amarillo Canario Klein
La Lucila 503
Pelado n° 1

Pergamino 2
 Amarillo De Simone
 Morgan 51
 F. A. V. 355
 Colorado Klein
 U. 513 — H252
 Manfredi M. A.
 Colorado Casilda Sel. Pergamino
 Cargill 300
 Santa Fe n° 3
 Cargill Semiden
 H 560
 La Holandesa
 La Lucila n° 1
 Record n° 1
 Morgan Rendidor
 Colorado Precoz De Simone
 Long White Flint
 Híbrido Santa Catalina
 Piamontés Colorado Klein
 Evergreen Sel. Santa Catalina

provenientes las 17 primeras de la Estación Experimental de Maíz de Alberti dependiente del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, las 4 siguientes entregadas por la División de Ensayos Territoriales del Ministerio de Agricultura de la Nación y las 3 restantes del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina dependiente de la Facultad de Agronomía de La Plata.

IV. MÉTODOS DE EXPERIMENTACIÓN

Las determinaciones fueron realizadas sobre muestras de cada uno de los híbridos y variedades de maíz, finamente molidas, determinándose su humedad en la estufa semiautomática de Brabender, durante una hora a 130°C.

Posteriormente se procedió a la determinación de almidón por los siguientes métodos: método de Bertrand, G. (2) y (*op. cit.*). Método de Schoorl (*op. cit.*) y el método del persulfato (*op. cit.*) cuyos reactivos y técnica se indican a continuación:

Material: 1 gramo de maíz finamente molido.

Reactivo: solución de persulfato de amonio al 0,3%.

Marcha de la operación: colocar en un vaso de precipitación 1 gra-

mo de muestra de maíz finamente molida (Malla 40), agregar 100 ml de solución de persulfato de amonio al 0,3 %, calentar durante 45' al bañomaría, filtrar a través de seda «XX», lavar con solución de persulfato de amonio al 0,3 % hasta que el líquido pase límpido, secar el residuo en estufa durante 5 horas a 100°C y pesar.

La diferencia entre el peso original de la muestra y el peso del residuo representa el peso del almidón y de las sustancias solubles presentes en la muestra.

Para obtener el dato de almidón se resta del peso del residuo el peso de las sustancias solubles en el agua, que ha sido determinado previamente sobre otro gramo de la muestra.

El valor aparente del almidón varía con la concentración del persulfato por eso es necesario trabajar con solución al 0,3 %.

V. DATOS

CUADRO I

Nº de muestra	Variedad o híbrido	Humedad %	Almidón % s/s		
			Bertrand	Persulfato	Schoorl
1	Amarillo Canario Klein.....	13,5	63,3	61,7	63,1
2	La Lucila 503.....	14,3	65,4	64,2	64,8
3	Pelado Nº 1.....	15,8	69,0	67,9	68,4
4	Pergamino 2.....	13,9	63,2	62,2	63,4
5	Amarillo De Simone.....	13,8	62,3	61,4	62,7
6	Morgan 51.....	13,8	62,9	61,1	63,5
7	F. A. V. 355.....	14,1	66,8	65,3	66,2
8	Colorado Klein.....	13,7	62,7	61,5	62,2
9	U. S. 13.....	14,1	67,1	66,5	67,3
10	Manfredi M. A.....	13,8	52,0	50,1	52,8
11	Colorado Casilda Sel. Pergamino.	14,0	62,1	61,5	62,5
12	Cargill 300.....	14,1	63,6	62,3	63,7
13	Santa Fe Nº 3.....	14,1	67,4	66,6	67,1
14	Cargill Semiden.....	14,4	68,7	67,0	68,3
15	H. 560.....	14,3	67,2	66,7	67,9
16	La Holandesa.....	15,4	69,1	68,9	69,3
17	La Lucila Nº 1.....	13,8	67,2	66,8	67,8
18	Record Nº 1.....	14,5	65,4	65,0	65,7
19	Morgan Rendidor.....	14,8	51,2	50,9	51,5
20	Colorado Precoz De Simone.....	15,5	51,3	50,3	51,2
21	Long White Flint.....	13,1	52,3	51,3	52,1
22	Híbrido Santa Catalina.....	16,5	52,9	51,5	52,7
23	Piamontés Colorado Klein.....	16,0	60,0	58,6	59,7
24	Evergreen Sel. Santa Catalina ..	14,0	60,0	58,8	60,9

¹ Determinación efectuada en el Laboratorio de Cereales de la Facultad de Agronomía de La Plata.

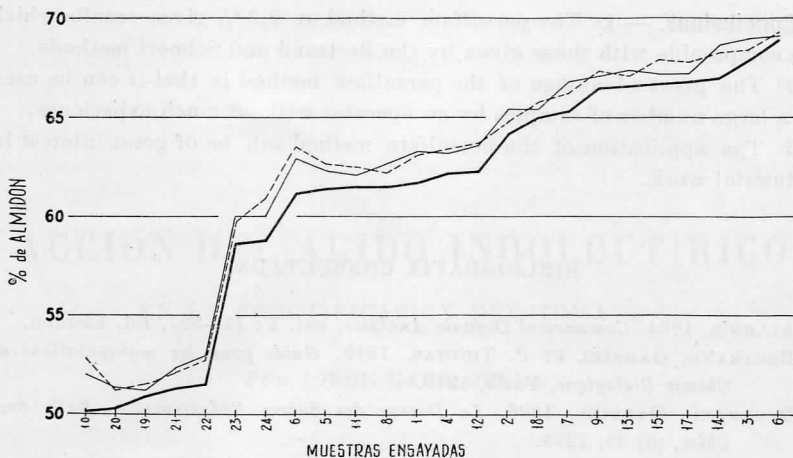
CUADRO II

Variedad o híbrido	Almidón % s/s		
	Bertrand	Persulfato	Schoorl
Amarillo Canario Klein.....	63,3	61,7	63,1
La Lucila 503.....	65,4	64,2	64,8
Pelado N° 1.....	69,0	67,9	68,4
Pergamino 2.....	63,2	62,2	63,4
Amarillo De Simone.....	62,3	61,4	62,7
Morgan 51.....	62,9	61,1	63,5
F. A. V. 355.....	66,8	65,3	66,2
Colorado Klein.....	62,7	61,5	62,2
U. S. 13.....	67,1	66,5	67,3
Manfredi M. A.....	52,0	50,1	52,8
Col. Casilda Sel. Pergamino.....	62,1	61,5	62,5
Cargill 300.....	63,6	62,3	63,7
Santa Fe N° 3.....	67,4	66,6	67,1
Cargill Semiden.....	68,7	67,0	68,3
H. 560.....	67,2	66,7	67,9
La Holandesa.....	69,1	68,9	69,3
La Lucila N° 1.....	67,2	66,8	67,8
Record N° 1.....	65,4	65,0	65,7
Morgan Rendidor.....	51,2	50,9	51,5
Colorado Precoz De Simone.....	51,3	50,3	51,2
Long White Flint.....	52,3	51,3	52,1
Híbrido Santa Catalina.....	52,9	51,5	52,7
Piamontés Colorado Klein.....	60,0	58,6	59,7
Evergreen Sel. Santa Catalina...	60,0	58,8	60,9

CUADRO III

Valores estudiados estadísticamente

Método	Media	Desviación standard	Coefficiente de variación %	Error probable
Bertrand.....	62,2	5,62	9,03	3,79
Persulfato.....	61,2	6,09	9,95	4,11
Schoorl.....	62,3	5,91	9,48	3,99



Gráfica del rendimiento en almidón de 24 muestras de maíz. Método del persulfato —. Método de Bertrand ——. Método de Schoorl —.

VI. DISCUSIÓN

Sobre 24 muestras de maíz correspondientes a distintos híbridos y variedades se efectuaron determinaciones de humedad, sustancias solubles en agua y almidón, este último por tres métodos: Bertrand, persulfato de amonio al 0,3 % y Schoorl.

Los resultados obtenidos en la determinación de almidón por los tres métodos están registrados en los cuadros I y II, observándose en los mismos y en la gráfica que los resultados son bastante comparables, ya que si bien se nota una leve disminución en el porcentaje cuando la determinación se efectúa por el método del persulfato, ello queda compensado con la sencillez del mismo que permite ser desarrollado por un operador poco avezado, sobre un gran número de muestras, lo que representa una indudable ventaja para su aplicación en la industria y selección de variedades, sin menoscabo de su exactitud como puede apreciarse en el cuadro III.

Conclusiones. — 1º El método del persulfato de amonio al 0,3 % arroja resultados bastante comparables a los de los métodos de Bertrand y Schoorl.

2º El método del persulfato tiene la ventaja de poder ser realizado sobre un gran número de muestras por un operador poco avezado.

3º La aplicación del método del persulfato puede ser de gran interés en la industria.

Conclusions. — 1° The persulfate method at 0,3% gives results which are comparable with those given by the Bertrand and Schoorl methods.

2° The great advantage of the persulfate method is that it can be used on a large number of samples by an operator without much experience.

3° The application of the persulfate method can be of great interest in industrial work.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALLEN'S. 1924. *Commercial Organic Analysis*, vol. 1: 412-527. Ed. London.
2. BERTRAND, GABRIEL ET P. THOMAS. 1919. *Guide pour les manipulations de Chimie Biologique*, Paris, 1919.
3. BERTRAND, GABRIEL. 1906. *Le Dosage des Sucres Réducteurs.* — *Bull. Soc. Chim.* (3) 35, 1285.
4. HIXON, R. M. 1945. *Development of Laboratory Control Technics for cornstarch production.* — *Report on Agricultural Research*, Part. II: Iowa Corn Research Institute, June, 30: 77.
5. SCHOORL, N. 1933. *Details of the Schoorl Method for sugar determination.* — *Cereal Chem.*, 10 (5): 475-476.
6. WATTEIZ, N. ET F. STERNON. 1935. *Eléments de Chimie Végétale*, Paris.