

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

Estudio de las Sales de Potasio en los
Polvos de los Precipitadores "Cottrell"
en las Fábricas de Cemento

Bertha Alvarez Barriere

MEXICO, D. F.
1950

783



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

**Estudio de las Sales de Potasio en los
Polvos de los Precipitadores "Cottrell"
en las Fábricas de Cemento**

TESIS
Que para su examen profesional de
QUIMICO
Presenta

Bertha Alvarez Barriere

TIPOGRAFICA ORTEGA
Emperadores 114
México, D. F. — 1950

A LA MEMORIA DE MI PADRE.

CAPITULOS :

- I.—INTRODUCCION.
- II.—MATERIALES.
- III.—DETERMINACIONES EFECTUADAS.
- IV.—EXTRACCION Y RECUPERACION DE SALES DE POTASIO.
- V.—CONCLUSIONES.
- VI.—BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

La importancia del potasio en la agricultura es bien conocida desde mediados del siglo XIX y de entonces a la fecha su uso como fertilizante ha aumentado en gran escala. El potasio es uno de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, pero la influencia que ejerce sobre la vida de éstas no está totalmente definida, conociéndose algunos de los procesos en los cuales es indispensable este elemento, tales como la absorción de ciertos minerales y la respiración de la planta; influencia además, la acción de los enzimas y es esencial en todos los procesos metabólicos, principalmente en el metabolismo de los carbohidratos y de éstos sobre todo en la fructuosa (3). Se ha observado que en las cenizas de las plantas de la familia de las Compuestas (caña, remolacha) que contienen el polisacárido inulina, son notablemente más ricas en óxido de potasio que las de las otras plantas que acumulan sus reservas bajo la forma del polisacárido almidón, lo cual indica que requieren más potasio en sus abonos para su mejor desarrollo.

Sucede así que cuando en el suelo hay deficiencia de potasio resultan cambios en los procesos fisiológicos, se presentan decoloraciones en las hojas, necrosis de varias clases y gran susceptibilidad a las enfermedades fungosas. Todo esto hace disminuir la calidad y rendimiento de los productos de la planta (8).

La gran escasez de potasio que hubo en América durante la primera Guerra Mundial precisó a que se recurriera a diversas fuentes de abastecimiento de este elemento, siendo una de ellas los polvos desprendidos en la fabricación del cemento. En dicho proceso, se usan materiales que contienen potasio y que son: la caliza que es un material pobre en su contenido de potasio y las lutitas o arcillas, materiales

llamados barro en las fábricas de cemento, que son rocas que contienen un poco más de potasio. Al ser calcinadas en hornos la caliza y las lutitas, los metales alcalinos en presencia de pequeñas cantidades de cloruro, siempre presentes en las rocas, forman cloruros alcalinos, que a la temperatura a la cual se encuentran los hornos son volatilizados parcialmente, escapándose parte en los polvos desprendidos (3). Estos polvos son desechados en la mayoría de las fábricas de cemento, pero para evitar que sean arrastrados por el aire y ocasionen molestias a los habitantes cercanos, son recolectados por precipitadores "Cottrell".

El presente trabajo comprende el estudio de polvos desprendidos en la fabricación de cemento, recolectados en los precipitadores "Cottrell" y su uso como fertilizante.

Se hicieron análisis de los citados polvos, se ensayó la recuperación de las sales de potasio solubles en agua por medio de extracciones y cristalizaciones fraccionadas para conocer la posibilidad de su aprovechamiento en la agricultura.

M A T E R I A L E S

Los polvos analizados provienen de la Fábrica de Cemento de Mixcoac, S. A., la cual utiliza para la fabricación del cemento lutitas procedentes de Lomas de Becerra (Mixcoac, D. F.), calizas procedentes de Apaxco (Edo. de México), El Salto (Edo. de México), Vito (Edo. de Hidalgo) y yeso. Los polvos provienen principalmente de la caliza o de las lutitas (crudo), encontrándose en mucho menor proporción polvos del clinker. Se llama crudo a los materiales que entran en la fabricación del cemento antes de ser calcinados y el clinker es el producto calcinado antes de agregarle el yeso y molerlo para formar el cemento.

Cuando todos estos materiales son pasados por hornos rotatorios a una temperatura no inferior a $1300^{\circ}\text{C}.$, parte del potasio es volatilizado bajo la forma de cloruro, encontrándose en la gran cantidad de polvos que se desprenden durante la rotación de los hornos. Los polvos son arrastrados entonces por una corriente de aire, a través de los mismos hornos, y depositados en los precipitadores "Cottrell".

Los precipitadores "Cottrell" son de tipo eléctrico y constan principalmente de una serie de láminas (electrodos) conectados a un potencial de alta tensión. El polvo suspendido en el aire es atraído por los electrodos y para desprenderlo se golpean éstos con unos martillos recogiendo en una cámara (7). La cámara en su parte inferior tiene una serie de compuertas que permiten tener acceso al interior del "Cottrell". Todas las compuertas dan a una canal que desemboca a una tubería, de manera que los polvos que caen en la cámara, sean llevados por esta tubería y almacenados en un silo. Los polvos en cada

compuerta son de diferente finura, siendo también diferente su contenido de potasio.

Para el muestreo de los polvos analizados se tomaron las siguientes muestras:

“Cottrell” recolector de polvos procedentes de caliza: dos muestras de distintas compuertas y una de la tubería por donde salen los polvos de todas las compuertas.

“Cottrell” recolector de polvos procedentes de lutitas (barro): una muestra de la tubería (polvos de todas las compuertas).

Una muestra de polvos de caliza y lutitas en la tubería donde se unen ambos polvos para ser almacenados en el silo.

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Las determinaciones efectuadas para el análisis de los polvos fueron las siguientes:

Sílice, óxidos de fierro y aluminio, óxido de calcio, óxido de magnesio, anhídrido sulfúrico, anhídrido carbónico, cloruros, humedad, óxido de sodio, óxido de potasio total, óxido de potasio soluble en ácido clorhídrico y óxido de potasio soluble en agua.

Los métodos empleados para las distintas determinaciones fueron:

Para las determinaciones de óxido de potasio total y soluble en agua se siguió el método de las normas de la A.S.T.M. para Cemento C 114-48 (1); para la determinación de óxido de potasio soluble en ácido clorhídrico se siguió el método propuesto por A.A. Berk y P.S. Roller modificado por el laboratorio del "Bureau of Reclamation" (2), siguiéndose para las demás determinaciones los métodos fijados por la Norma Nacional C 1-48 (1) excepto para la determinación del anhídrido carbónico que fué tomada del Standard Methods of Chemical Analysis por W.W. Scott (9).

El método para la determinación del óxido de potasio total según la norma C 114-48 de la A.S.T.M. consiste en fundir la muestra de los polvos con carbonato de calcio bajo de álcalis y cloruro de amonio, fundiendo lentamente al principio para provocar la formación de cloruro de calcio que obra sobre los silicatos y silicoaluminatos alcalinos, transformándolos en cloruros alcalinos. El calcio se separa con carbonato de amonio y se filtra. El líquido se concentra por evaporación y se agrega oxalato de amonio para precipitar el calcio que no hubiera sido separado con el carbonato de amonio. Se filtra y

evapora a sequedad para expeler las sales amoniacaes. El residuo se disuelve en agua y se filtra determinando en el líquido filtrado el potasio bajo la forma de cloroplatinato de potasio, para esto se agrega el ácido cloroplatínico precipitando los cloroplatinatos de sodio y potasio; se evapora casi a sequedad la solución, después se añade etanol (85%) para disolver el cloroplatinato de sodio, quedando el cloroplatinato de potasio que se filtra, seca y pesa.

El óxido de potasio soluble en agua según norma C 114-48 de la A.S.T.M. para cemento, se determina de la manera siguiente: la muestra de los polvos entre 25 y 150 g. se trata con 250 ml. de agua, se agita unos minutos y se deja reposar 30 min., se filtra el líquido. Se repite la operación tratando la muestra con 150 ml. y luego dos veces con 100 ml. de agua. El filtrado se concentra por evaporación y se separa el calcio en igual forma que el método anterior, continuando los demás pasos de la misma manera.

El método para la determinación de óxido de potasio soluble en ácido clorhídrico propuesto por A.A. Bern y P.S. Roller consiste en descomponer la muestra de los polvos con ácido clorhídrico diluido. Una vez efectuada la descomposición completa se evapora a sequedad y el residuo se trata con ácido acético diluido para coagular la parte insoluble. Se filtra y en el filtrado se cuantea el potasio bajo la forma de cloroplatinato de potasio, procediendo de modo igual a los métodos anteriores.

En virtud de que las determinaciones de óxido de potasio total, soluble en ácido clorhídrico y soluble en agua efectuadas por el método del ácido cloroplatínico son muy largas y costosas se procedió a efectuarlas fotométricamente, y en la comparación de resultados se encontraron muy semejantes, por lo que se adoptó este último método por ser muy rápido y económico.

Las determinaciones fotométricas fueron efectuadas en el Fotómetro Perkin-Elmer, Modelo 52-A, que consiste en un espectrómetro combinado con una flama de gas y con un sistema fotoeléctrico; en la flama de gas es excitada la emisión espectral del elemento por determinar y en el sistema fotoeléctrico se mide la intensidad de luz. La muestra puesta en solución es introducida a un atomizador y es atomizada sobre una flama donde al quemarla produce excitación en la luz de la

flama. La luz pasa a través de un sistema de prismas monocromáticos y se dispersa en un espectro, los rayos de luz son llevados por un espejo hasta una celda fotoeléctrica y medida su intensidad en un ampermetro (6).

El aparato se calibra con soluciones de concentración conocida del elemento por determinar y se construye la gráfica con estas soluciones y las lecturas que el ampermetro marque para cada solución. La solución que contiene la muestra se introduce, se lee la lectura y se lleva a la gráfica construída para saber a qué concentración corresponde.

La procedencia de cada una de las cinco muestras tomadas para las determinaciones efectuadas se dan a continuación, numerándolas para mayor facilidad:

No. 1.—Muestra de la primera compuerta del "Cottrell" recolector de polvos de caliza.

No. 2.—Muestra de una de las compuertas finales del "Cottrell" anterior.

No. 3.—Muestra general en la tubería donde desembocan todas las compuertas del "Cottrell" anterior.

No. 4.—Muestra general en la tubería donde desembocan todas las compuertas del "Cottrell" recolector de polvos procedentes de lutitas.

No. 5.—Muestra general en la tubería donde se unen los polvos procedentes de caliza y lutitas.

En los siguientes cuadros se encuentran los resultados del análisis de las muestras de los polvos.

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE LOS POLVOS DE LOS PRECIPITADORES "COTTREIL", CUYOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN PORCIENTO.

Muestra	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	Cloruros en Cl	Humedad
1	11.01	3.76	45.91	3.28	32.04	1.82	0.10	0.27
2	11.48	3.21	45.90	2.20	31.01	8.08	0.10	0.23
3	11.19	3.54	42.92	2.20	32.00	6.20	0.10	0.24
4	28.36	4.82	31.35	2.71	24.02	2.71	0.27	1.10
5	19.30	3.83	38.19	2.58	29.19	5.85	0.13	0.41

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS METODOS GRAVIMETRICO Y FOTOMETRICO, DADOS EN PORCIENTO

METODO GRAVIMETRICO

Muestra No.	K ₂ O soluble		Totales	
	en agua	en HCl	K ₂ O	Na ₂ O
1	0.30	0.42	0.78	0.73
2	0.72	0.87	0.87	0.86
3	0.40	0.57	0.80	0.71
4	0.16	0.55	0.88	0.71
5	0.28	0.55	0.88	0.71

METODO FOTOMETRICO

Muestra No.	K ₂ O soluble en agua	Solubles en HCl		Totales	
		K ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O
1	0.27	0.40	0.33	0.76	0.38
2	0.70	0.84	0.61	0.86	0.49
3	0.37	0.57	0.42	0.81	0.50
4	0.15	0.49	0.34	0.90	0.71
5	0.28	0.55	0.37	0.90	0.57

EXTRACCION Y RECUPERACION DE SALES DE POTASIO

Para la extracción y recuperación de las sales de potasio en las muestras analizadas se siguió el método de Takehiko Hattori y Sansei Hayasi (10) que consiste en tratar las muestras de los polvos del "Cottrell" con determinado volumen de agua caliente, haciéndola pasar varias veces sobre la muestra de los polvos para disolver bien las sales y que la solución se vaya concentrando. Sobre esta solución se pasa una corriente de anhídrido carbónico en caliente para precipitar el óxido de calcio como carbonato, se evapora la solución para concentrarla y antes de que empiece a cristalizar se filtra. La solución filtrada se calienta, recogiendo por separado las diferentes fracciones que se vayan cristalizando.

Siguiendo el método descrito se hicieron extracciones y recuperaciones de las sales a cada una de las muestras de polvos analizadas en este trabajo, sólo que en éstas no se hicieron cristalizaciones fraccionadas sino una cristalización total, analizando en este residuo la cantidad de óxido de potasio. En otra muestra general, tomada de las diferentes muestras de polvos, se hizo la extracción de la manera siguiente: se colocaron siete vasos en serie, cada vaso conteniendo 200 g. de polvos, en el primer vaso se agregó agua suficiente para agitar bien los polvos, dejando reposar el agua por espacio de una hora y decantando el líquido sobre el segundo vaso, volviendo a agitar, dejando reposar el mismo tiempo y decantando el líquido sobre el vaso siguiente y así sucesivamente se continúa hasta el último vaso de donde se recoge el líquido, de esta manera el líquido al pasar de un vaso al siguiente se va concentrando cada vez más. Después se evaporó un poco del líquido, se precipitó el óxido de calcio con anhídrido carbónico. Se

filtró y en el filtrado, aprovechando los productos de solubilidad de las distintas sales, por evaporaciones sucesivas se fueron separando diferentes fracciones.

Los autores de este método cristalizaron en diferentes fracciones las siguientes sales:

Primera fracción: K_2SO_4

Segunda fracción: K_2SO_4

Tercera fracción: K_2SO_4

Cuarta fracción: $(K,Na)_2SO_4$ y K_2SO_4

Quinta fracción: $(K,Na)_2SO_4$ y KCl

Sexta fracción: $(K,Na)_2SO_4$ y KCl

Séptima fracción: $(K,Na)_2SO_4$, KCl y $NaCl$.

Obtuvieron los siguientes resultados por 10 kilos de polvos extrayendo con agua a $80^\circ C$.

Fracción	Gramos de sal cristalizada	Por ciento de sal cristalizada
1	1080	10.8
2	850	8.5
3	450	4.5
4	200	2.0
5	320	3.2
6	200	2.0
7	470	4.7

El potasio soluble en agua de los polvos se encuentra en éstos bajo la forma de cloruro o sulfato. Bajo la forma de sulfato se encuentra cuando el combustible empleado para calentar los hornos contiene mucho azufre, si contiene poco, parte del potasio se encuentra entonces como carbonato o silicato (5).

La extracción con agua y recuperación de las sales de potasio en cada una de las muestras analizadas en este trabajo dió los siguientes residuos, obtenidos mediante una cristalización total, los resultados están dados en por ciento:

<i>Muestra No.</i>	<i>Residuo</i>
1	2.91
2	3.35
3	2.04
4	2.00
5	2.00

A estos residuos se le hicieron determinaciones fotométricas de óxidos de sodio y potasio, cuyos resultados se dan en el cuadro a continuación, expresados en por ciento:

<i>Muestra No.</i>	<i>En residuo</i>		<i>En muestra original</i>	
	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>
1	2.72	7.92	0.07	0.23
2	7.91	20.00	0.23	0.67
3	7.01	18.00	0.14	0.37
4	5.60	5.00	0.11	0.10
.. 5	4.15	9.37	0.08	0.22

La recuperación de las sales de potasio se hizo en una muestra general tomada de las cinco muestras anteriores. La cantidad de muestra fué 1400 g., de los cuales se obtuvieron las siguientes fracciones:

<i>Fracción</i>	<i>Gramos</i>	<i>Porcientos de sal cristalizada</i>
1	7.000	0.50
2	5.300	0.38
3	3.400	0.24
4	2.900	0.20
5	1.900	0.14
6	1.500	0.10
7	1.000	0.07
8	4.200	0.30

La identificación de las diferentes cristalizaciones así obtenidas se hizo por vía cualitativa y por observación de los cristales en microscopio petrográfico.

Así la primera fracción presentó al microscopio cristales romboedrales con crucero prismático, con índice de refracción entre 1.495 y 1.500, ópticamente positivo, correspondiendo estas propiedades a la Glaserita: $(K,Na)_2SO_4$ (4) y cualitativamente se determinó K^+ , Na^+ y $SO_4^{=}$.

La 2a. fracción presentó cristales de Glaserita, identificados de la misma manera que la fracción anterior.

La 3a. fracción resultaron cristales ortorómbicos con crucero basal y con índice de refracción de 1.475, propiedades que correspondieron a la Thenardita: Na_2SO_4 (4). Por el análisis cualitativo se determinó Na^+ y $SO_4^{=}$.

La 4a. fracción presentó cristales iguales a la anterior.

La 5a. fracción fueron cristales de Thenardita principalmente, identificados como en la 3a. fracción, y en menor cantidad se encontraron cristales de Arcanita: K_2SO_4 (4) cuyas propiedades ópticas y cristalográficas son muy semejantes a las de la Glaserita, por reacciones cualitativas se investigó K^+ , Na^+ y $SO_4^{=}$.

La 6a. fracción presentó cristales de Thenardita, identificados como en las fracciones anteriores, presentando también cristales de Sylvita: KCl (4) reconocidos por su crucero cúbico perfecto y su lustre vítreo, además cualitativamente se investigó K^+ y Cl^- .

La séptima fracción resultó igual a la anterior.

La 8a. fracción presentó cristales de Thenardita, Sylvita y Arcanita, identificados como en las fracciones anteriores.

CONCLUSIONES

En resumen, podemos decir que los polvos de los precipitadores "Cottrell" analizados, son pobres en su contenido de álcalis así como lo son la mayoría de toda la República, por lo que para emplearlos como fertilizante no daría buen resultado, ya que no proporcionarían a las tierras la cantidad requerida de potasio. En los países en los que estos polvos tienen una cantidad de álcalis de 4 a 5% ó más, sí es costable la recuperación de las sales, y su efecto como fertilizante es tan bueno como el producido por otros fertilizantes. En Holanda se hicieron experiencias en diversas plantas para comparar el efecto producido sobre ellas al abonar tierras tanto con "polvos de cemento" (llamados así también,) como con extracciones acuosas de ellos y con otros abonos, procurando agregar en estos últimos abonos las mismas proporciones de óxido de calcio y potasio que tenían los polvos. Además, se agregaron a estas tierras por experimentar, abonos básicos constituidos de fosfato monocálcico, nitrato de amonio y sulfatos de magnesio, maganeso y cobre en determinadas proporciones. Al hacer la cosecha de las plantas se observó que en algunas de ellas el efecto producido por el abono de los polvos o sus extracciones acuosas, era tan bueno como el producido por los otros polvos de abonos, y en otras plantas este efecto fué mejor en las abonadas con los polvos de cemento. También fué estudiado el efecto posterior de estas tierras, abonándolas muy poco al siguiente año, el resultado fué el mismo que el año anterior en algunas plantas y en otras el resultado fué mejor (5).

En México la proporción de óxido de potasio que tienen los polvos es muy baja, proporción que no llega al 1% y su recuperación no sería costable por las pequeñas cantidades recuperadas, máxime que existen fertilizantes que suministran una buena riqueza de potasio y a bajo precio.

BIBLIOGRAFIA

- (1)—A.S.T.M. Standards for Cement, Committee C-1 on Cement, Pags. 45-8 (1949).
- (2)—Berk. A. A. y Roller P. S. "Concrete", Sec. Cement Mill, Pags. 38-9 (1935).
- (3)—Collings G.H. "Comercial Fertilizers" 3a. Edición (1941).
- (4)—Dana E. S. "Mineralogy", 4a. Edición. John Wiley & Sons Inc. New York, Págs. 461 y 747 (1932).
- (5)—Hudig J.Ir. en Planje I.Ir. "De Vliegash der Cement-Industrie als meststof (Kencica)", Landbowkundig Tijdschrift, Maandblad Van Het Nederl. Genootschap Voor Landbowwetenschap, Sept. 1936.
- (6)—Instruction Manual Flame Photometer Model 52-A. The Perkin-Elmer Corporation, Glenbrook, Connecticut (1948).
- (7)—Perry John H. Chemical Engineer's Handbook, 2a. Edición, McGraw Hill Book Co. Pags. 1870 (1941).
- (8)—Rogers Allen, Manual of Industrial Chemistry, 6a. Edición (1942).
- (9)—Scott W.W. Carbonates in raw materials. Standard Methods of Chemical Analysis. 5a. Ed. Vol. II D. Van Nostrand Co. N.Y. (1939).
- (10)—Tahchiko Hattori y Sansei Hayasi, To Taiwan Hatumei Kjo-kai. "Método para recuperar sales de potasio del "polvo de cemento". Patente No. 92043, Japón, julio 7 de 1931.