



ESTADO ACTUAL

DE LA INDUSTRIA DE LOS CUERPOS AZOADOS
ARTIFICIALES.

Santiago, Junio 26 de 1900.

Señor Rector:

El Supremo Gobierno al crear la clase de Tecnología del salitre en esta Universidad, impuso al profesor del ramo, entre otras, la obligación de informar periódicamente sobre el desarrollo que sigue la fabricación de sustancias azoadas que puedan perjudicar el consumo de nuestro salitre, en el mercado mundial.

El presente informe solo tiene por objeto hacer ver cuál es el desarrollo alcanzado, describiendo sumariamente los procedimientos empleados sin entrar a estudiar la jénesis de ellos, ni las investigaciones que les dieron vida.

La esportacion de nuestro salitre en el año de 1907 fué de 1.727,965 toneladas métricas, cantidad inferior en 72,553 toneladas a la esportacion del año 1906. De la cantidad esportada el 75 por ciento lo aprovecha la agricultura como materia fertilizante azoada i el 25 por ciento restante lo utiliza la industria química para trasformarlo en ácido nítrico i en sus derivados.

Son dos cuestiones diversas las que deben estudiarse i si

bien es cierto no son ámbas de la misma magnitud, no por eso dejan de interesarnos; además, resuelto el problema de la producción artificial del ácido nítrico, la producción de los nitratos es una cuestión secundaria.

El ácido nítrico que consume la industria humana, lo mismo que todos sus derivados, se fabrican utilizando como materia prima el salitre de Chile; los más grandes esfuerzos se han dirigido en este sentido, ya que una vez obtenido el ácido, la fabricación de sustancias azoadas capaces de reemplazar al salitre en la agricultura, es solo cuestión secundaria, virtualmente resuelta, salvo pequeños detalles.

Sin embargo, el genio de los inventores i la paciencia de los investigadores, no ha seguido este solo camino mil tentativas, se han hecho al mismo tiempo ya sea para aumentar la cantidad de abonos azoados que desde tiempo atrás produce la industria química, ya para producir otros similares.

Con el fin de hacer más metódico este informe, dividiré la materia en varias partes.

1.º *Sales amoniacales.*—La producción de las sales amoniacales es muy antigua, son productos secundarios obtenidos en industrias tales como la del gas de alumbrado, fabricación del coke, gas pobre, etc.

Su producción tiende naturalmente a ser mayor de año en año, debido sobre todo a los perfeccionamientos hechos en los últimos años en la producción de fuerza motriz.

En efecto, el uso de los combustibles gaseosos se generaliza de día en día, no solo porque su precio es inferior tratándose de la producción de fuerza motriz que los combustibles sólidos, sino porque permiten utilizar muchos de estos que sin esta transformación previa no podrían ser utilizados. Los combustibles sólidos se transforman en combustibles gaseosos, en aparatos llamados gasójenos i que existen en la industria en gran variedad de tipos.

Al quemar un combustible sólido en un hogar ordinario muchos de los productos que pueden recogerse transformándolo previamente en combustible gaseoso, se pierden completamente, además no es posible quemar directamente com-

bustibles sólidos muy impuros, pero ricos en materias azoadas como la turba, por ejemplo.

Se ha introducido en la industria en estos últimos años el gasógeno debido a Mond, que permite utilizar la turba como combustible, en la producción de gas pobre. Las instalaciones Mond producen la energía a un precio muy inferior al obtenido por otros medios, permitiendo además recoger 44 kilogramos de sulfato de amonio por tonelada de turba utilizada.

Entre las instalaciones de gas Mond, merecen citarse las de Northwid (Inglaterra) y las que se efectúan en los turbales pertenecientes al Estado Alemán.

Otro gasógeno, que es construido con el mismo fin que el anterior es el Duff, que usa los carbones muy grasos, las instalaciones hechas por el ingeniero Duff en la usina de Armstrong en Manchester, se ha obtenido hasta 42 kilogramos de sulfato de amonio por tonelada de combustible.

Ambos sistemas utilizan la destilación húmeda de los combustibles sólidos citados; un sistema parecido han preconizado en Francia los químicos Müntz y Laine, para la extracción del azoe de las turbas, dichos químicos han obtenido resultados mejores que los que hemos citado más arriba.

Por último los químicos Eschweiler y Woltereck han instalado en Cambogh (Irlanda) una usina destinada a la extracción del azoe de las turbas por medio de la destilación húmeda. Los resultados parecen ser los mismos que en el procedimiento Mond, las instalaciones son más simples, más económicas, la capacidad productora de esta fábrica es de 10,000 toneladas de sulfato de amonio por año.

Como si este resurgimiento en la producción de las sales amoniacales no fuera bastante grande, el químico Haber realiza la síntesis industrial del gas amoníaco utilizando el azoe del aire y el hidrógeno proveniente de la descomposición electrolítica del agua. Aunque este sistema es caro, sin embargo, dado su gran rendimiento, se le asegura un porvenir industrial; se podría por este método, el día que sea industrial, producir indefinidamente los abonos amoniacales que

hoi día se encuentran subyugados al desarrollo de otras industrias.

El aumento de producción de las sales amoniacales ha sido mui grande en los últimos años, de 510,000 toneladas en 1905 ha llegado a 850,000 toneladas en 1908.

2.º *Acido nítrico sintético*.—El ácido nítrico sintético es la base de preparación de los nitratos artificiales que se venden en el comercio haciendo competencia al nitrato de sodio.

Son innumerables los privilegios exclusivos que se han registrado en Europa i en Estados Unidos i que atañen a la fabricación por síntesis de este ácido, aprovechando el ázoe del aire i el oxígeno que proviene del aire o que en otros casos se prepara especialmente.

El procedimiento, cuyo desarrollo es considerable hasta hoi día, es debido a Birkeland i Eyde; las instalaciones principales se encuentran en Noruega. La Compañía Noruega ha unido sus intereses con la Sociedad Alemana Badische Anilin und Soda-fabrik i entre ámbas disponen de un capital superior a 75.000,000 de francos. En Noruega existe la fábrica de Svalgfors-Notodden de 40,000 caballos vapor, la Compañía Noruega pondrá, además, en explotación desde 1900 otra fábrica en Saasheim con 110,000 caballos-vapor. La misma Compañía posee diversas caídas que utilizará poco a poco hasta completar la suma de 327,000 caballos; la Anilin und Soda-fabrik posee las restantes hasta completar la cantidad de 500,000 caballos.

En Alemania, la Badische Anilin, fuera de una pequeña instalación de ensayo de 2,000 caballos, está captando una caída en Chiemsee (Baviera) de 50,000 i tiene en estudio la captación de otras dos mas con una fuerza de 130,000 caballos.

El mismo sistema Birkeland-Eyde se implanta en Kashmin (Lahore-India inglesa) aprovechando las aguas ya captadas por la autoridad inglesa para la irrigación, i también en Estados Unidos en Pillsburg; la Wasburn and Co. instala una fábrica de 9,000 caballos. En España en provincia de Gua-

dalajara, aprovechando una caída de 6,000 caballos se instalará una fábrica del mismo sistema.

Fuera de estas instalaciones industriales, en Diciembre de 1907, los señores Kowalski i Moscicki han dado fin a los ensayos semi-ináustriales que desde 1901 vienen practicando en Friburgo (Suiza). Los resultados obtenidos, al decir de las revistas técnicas, son superiores a los que hasta hoi dia han llegado a obtener Birkeland-Eyde, al mismo tiempo que la cantidad de ácido nitroso producido es menor, lo que comercialmente es una ventaja. El procedimiento Birkeland-Eyde rinde 400 a 500 kilogramos de ácido nítrico anhidro por kilo-watt-año utilizado, miéntras que el procedimiento de Kowalski produce de 525 a 550 kilogramos por la misma unidad. El sistema en cuestion, parece será instalado en Victoria Falls (Africa céntral) por un grupo de capitalistas ingleses.

Fuera de estos procedimientos, existe una serie mas o ménos considerable, fundados en el mismo principio: oxidacion del ázoe atmosférico a espensas de la enerjia eléctrica, que se encuentran en esperimentacion o estudio preliminar, entre otros se pueden citar: el de Narvillei Guye, i el de Pauling.

En otro órden de ideas debe citarse el procedimiento debido a Hauser que permite recojer los vapores nítricos que se forman en los cilindros de motores de esplosion, cuyo uso se desarrolla considerablemente. Al efectuarse la esplosion el ázoe i el oxijeno se unen a espensas del calor de la esplosion i se hidratan por el vapor de agua, formando así ácido nítrico. Este procedimiento es sumamente práctico i sencillo, no necesita instalaciones especiales i permite recojer productos que hasta hoi dia se perdian.

3.º *Cianamida de calcio*.—Es este uno de los abonos propuestos para reemplazar al salitre. Se prepara por la absorcion del ázoe del aire por el carburo de calcio a la temperatura del horno eléctrico.

Las patentes para su fabricacion son dos, la de Franck i Caro (patente alemana número 108,971) i la de Polzenieuz

(patente alemana número 323,032), últimamente ámbos inventores han reunido sus patentes i fusionado las sociedades por ellos formadas,

Las sociedades fundadoras han sido la Cyanid Gesellschaft i la Gesellschaft fur Stickstoffdungen en Alemania, la Societá generale per la cianamida, capital 3.500,000 liras, en Italia; i la Sociedad L'Azote, capital 30.000,000 de francos, en Suiza.

Hasta hoi dia funcionan las siguientes fábricas i sociedades:

Italia.—Societá italiana di prodotti azotati, capital diez millones de liras, fábrica de Piano d'Orta que produce actualmente 3,750 toneladas i que producirá desde el año próximo 10,000 toneladas; i la Societá italiana de carburo de calcio con su fábrica en Termi.

Francia.—La Société française des produits azotés, capital 1.000,000 de francos, fábrica en Notre Dame de Briançon con una produccion de 3,750 toneladas.

Suiza.—La Société suisse des produits azotés, capital de 750,000 francos con su fábrica en Martigny para la misma produccion.

Austria.—La Societá italiana di prodotti azotati, fábrica en Fiume; i la Société des forces hydrauliques de Dalmacie con la fábrica de Seberrico para 10,000 toneladas.

Inglaterra.—North Western Cyanamide Co., capital 120,000 libras esterlinas, fábrica en Odde (Noruega) con capacidad para producir 5,000 toneladas.

Alemania.—Cyanid Gesellschaft con la fábrica de Tustberg de 7,000 toneladas de produccion, i la de Bromberg para 3,000.

La Bandenburgische Carbidwesck con la fábrica de Muhlthal para 2,000 toneladas.

La Chemische Werke Nannedaun, capital de 500,000 marcos i cuya usina aun no se construye.

La Gesellschaft fur Stickstoffdungen con la fábrica de Westregeln para 5,000 toneladas.

Estados Unidos.—La American Cyanamide con la fábrica de Musche Shools.

4.º *Nitrato de calcio.*—Este nitrato se fabrica utilizando el ácido nítrico sintético, que se satura por medio de lejías de cal; se vende en el comercio en barriles especiales. Contiene 12% de ázoe i absorbe fácilmente la humedad del aire.

Se le prepara exclusivamente mediante el procedimiento ideado por Birkeland-Eyde. En Octubre de 1907 el químico francés Schloesing (hijo) ha encontrado un perfeccionamiento que permite preparar un nitrato de calcio con lei de 14% de ázoe i ménos hidrosκόpico a un precio de producción igual a la mitad del costo actual; dicha modificación consiste en hacer absorber los vapores nítricos por la cal viva a una temperatura de 200º.

Este perfeccionamiento hará que la fabricación del nitrato de calcio aumente considerablemente i que su precio de elaboración descienda, pues suprime la parte mas costosa del procedimiento que es la evaporación de las lejías.

La producción actual del nitrato de calcio es en Noruega de 25,000 toneladas anuales i llegará en 1910 a 100,000 toneladas en ese solo país: el desarrollo de la fabricación del ácido nítrico artificial traerá como consecuencia una producción cada vez mayor de los nitratos, al mismo tiempo que todos los perfeccionamientos que su fabricación sufra harán descender notablemente su precio comercial.

5.º *Fabricación microbiana de los nitratos.*—Los estudios bacterio-químicos de Müntz i Lainé, han dado lugar a la creación de un nuevo método que ya ha entrado en la práctica industrial.

Dichos químicos han logrado por medio de un procedimiento llamado de «nitrificación intensiva» establecer nitrateras artificiales de gran rendimiento, en que la turba desempeña el papel de alimento azoado que los bacterios nitrificantes transforman en nitrato de potasio, que puede fácilmente recojerse.

Los trabajos de Müntz i Lainé han sido utilizados por el

Estado Francés que bajo la dirección de ellos han establecido la primera nitratera artificial para obtener el nitrato de potasio que necesitan su ejército i marina.

Lo que con tanto éxito han efectuado estos dos químicos franceses es diferente de los estudios hechos en Alemania, Estados Unidos e Inglaterra para la inoculación de los terrenos por medio de cultivos nitrificantes que con tanto éxito se practican en esos países i que en Estados Unidos sobre todo han alcanzado un desarrollo considerable.

Una hectárea de turba de un metro de espesor convertida en nitratera artificial de alto rendimiento, puede dar hasta 45,000 toneladas de nitrato de potasio por año.

6.º *Transformación del ázoe amoniacal en ázoe nítrico.*— Estos estudios son muy interesantes i tienen para nosotros gran importancia, efecto, el ázoe de las sales nítricas, nitrato de sodio, de potasio, etc., tiene un uso mayor en la industria química i es superior al ázoe de las sales amoniacales, sulfato de amonio, etc., como abono. De tal modo que para dar mas valor al ázoe conviene transformar el ázoe que se encuentra en forma de ázoe amoniacal en ázoe nítrico.

Entre los diferentes sistemas propuestos figuran los debidos a Biltz, Fraube, Müller i Spitzer que efectúan esta transformación por medio de una oxidación electrolítica, este sistema no ha salido aun del laboratorio; pero parece existir mucho interés en la transformación del amoniaco en ácido nítrico, hecho en esta forma porque permite preparar sin ulterior operación una disolución de un nitrato alcalino.

Más éxito industrial ha obtenido el sistema propuesto por los señores doctores Brauer i Ostwald, sistema inventado en 1902 i que desde 1907 ha comenzado a utilizarse en la práctica. Después de varios años ambos químicos han conseguido transformar el amoniaco en ácido nítrico bajo la influencia catalítica de ciertos cuerpos como la esponja de platino, el iridio, etc., la más grande dificultad de esta operación consistía, sobre todo, en la reacción contraria que se formaba dando lugar a la descomposición del ácido nítrico formado, en ázoe libre i vapor de agua.

Esta dificultad ha logrado ser vencida haciendo pasar la corriente gaseosa con una velocidad considerable. Las instalaciones hechas por este sistema en las minas de carbon de Lothringen comprenden dos fábricas, la primera que costó 40,000 francos produce 350 kilogramos de ácido nítrico por día, la nueva que se encuentra en construccion costará un millon de francos i podrá producir 5,000 kilogramos en el mismo tiempo o sea 2,000 toneladas métricas por año.

El método utilizado presenta todas las ventajas posibles, la operacion se realiza sin ruido, sin humo, con el minimum de mano de obra i vijilancia; el costo de produccion del ácido así obtenido es de 100 francos por toneladas o sea 250 francos mas barato que el obtenido por el salitre de Chile.

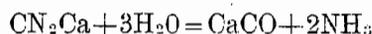
7.º *Perfeccionamientos.*—Sin duda alguna que los abonos propuestos presentan pequeños inconvenientes que poco a poco se subsanan. La tendencia actual parece ser la fabricacion por todos los medios enunciados del nitrato de amonio con 35 % en ázoe i que reúne a las ventajas de nuestro salitre, las de las sales amoniacaes, no introduciendo, ademas, ninguna base en el suelo i dejando al agricultor que utilice las mas convenientes para su terreno.

Hasta hoi dia se fabrica sulfato de amonio por razones puramente económicas i no técnicas, pues el ácido sulfúrico es el mas barato de los ácidos producidos i el mas apto por esto para saturar los vapores amoniacaes obtenidos en los hornos de coke, etc. A medida que el precio del ácido nítrico artificial, fabricado por sintesis directa del aire o por traformacion del ázoe amoniacal en ázoe nítrico, se obtenga a precios mas convenientes, se producirá solamente nitrato de amonio. La fábrica que ya hemos citado de Lothringen produce ya nitrato de amonio al precio de 187 francos la tonelada, producto que se vende en el comercio a 875 francos la misma unidad, dejando por lo tanto una ganancia considerable.

Es importante ademas llamar la atencion sobre el precio decreciente que por nuevos métodos se obtienen las sales

amoniacaes, en Irlanda se las produce a 135 francos la tonelada de sulfato de amonio que por los otros medios cuesta 312 francos la tonelada.

La fabricacion de sustancias amoniacaes tiende a aumentar por otro capitulo: algunas fábricas de cianamida de calcio han experimentado pequeñas contrariedades para fabricar un producto bien puro, que es el que sólo puede utilizarse en la agricultura, i procedido entónces ha traformar la cianamida de mala calidad en amoniaco segun la reaccion:



o sea cianamida de calcio mas agua, da carbonato de calcio mas amoniaco. Esta trasformacion se efectúa mecánicamente, sin necesidad de gran vijilancia, la fábrica de Piano di Orto ha comentado a utilizar esta trasformacion utilizando asi los producidos impuros de la fabricacion.

Algunas fábricas europeas de super-fosfatos (mezcla de monofosfato de calcio i sulfato de calcio) utilizan para la produccion de los super-fosfatos al ácido nítrico en vez del ácido sulfúrico, vendiendo con este nombre una mezcla de nitrato i monofosfato de calcio. El ácido nítrico producido por el método de Bauer i Ostwald se utiliza sólo con este fin; esta clase de abonos hará competencia a nuestro salitre, pues fabrica un abono completo de mayor aplicacion que el nitrato de sodio.

8.º *Fuerzas motrices.*—Gran parte de los métodos citados necesitan de la enerjía mecánica para poder efectuar las transformaciones, el ácido nítrico obtenido por síntesis del aire sobre todo, pide a la hulla blanca la enerjía suficiente para unir dos cuerpos, el ázoe i el oxígeno que de otra manera permanecen indiferentes en nuestra atmósfera. Las fuerzas hidráulicas disponibles en Europa i América del Norte, para ser aprovechadas en esta industria son mui numerosas.

En Francia la potencia hidráulica que queda por aprovecharse se calcula en 3.700,000 caballos en bajas aguas i 9.000,000 en aguas medias; la Italia posee 4.000,000 de ca-

ballos-vapor siendo muy numerosas las caídas de 10,000 caballos; en Alemania quedan 600,000 caballos que aun no ocupa la industria i la Rusia europea posee 10,000,000 fácilmente captables. En Norte América existen mas de 2,000,000 de caballos i el Japon posee alrededor de 800,000 caballos. Las demas potencias tanto europeas como asiáticas no citadas, poseen tambien recursos considerables en hulla blanca, pero su evaluacion aun no ha sido terminada.

Ademas la trasformacion de la enerjía calorífica del combustible en enerjía mecánica progresa de dia en dia, los combustibles sólidos se trasforman en gaseosos los que a su vez traforman la enerjía calorífica de que están dotados en enerjía mecánica en el piston de los motores de esplosion, con muchísimo mayor rendimiento que los obtenidos por otros sistemas.

El sistema propuesto por el doctor Mond i que ya hemos citado permite obtener el caballo-año a un precio no superior a 68,75 francos, lo que permitiria obtener el ácido nítrico por síntesis directa utilizando el procedimiento Birkeland-Eyde a 325 francos francos la tonelada, mientras que hoy dia extraido de nuestro salitre se vende a 350 francos la misma unidad. Este sólo ejemplo demuestra que jenerando fuerza eléctrica por medio del carbon es posible producir ácido nítrico sintético a un precio inferior al producido con nuestro salitre.

9. *Valor fertilizante de los abonos azoados.*— Los nuevos abonos azoados artificiales son el nitrato de calcio i la cianamida de calcio.

Las esperiencias ejecutadas en el año de 1907 han demostrado que el nitrato del calcio fabricado en Noruega se comporta mas ó menos como el salitre de Chile i que es superior en los terrenos pobres en cal; ademas se ha notado que para ciertas especies, los tubérculos por ejemplo, es sumamente favorable. Tiene algunos pequeños inconvenientes como ser hidrocópico, lo que lo hace, al decir de algunos, poco manejable para ser repartido en los terrenos; este inconve-

niente se subsana en parte por la modificación introducida por Schoesing i además mezclándolo con otros abonos.

La cianamida ofrece la dificultad que su aplicación debe hacerse por personas entendidas, pues de otra manera debido a su gran causticidad quema algunas plantas. El profesor doctor Ercole ha resuelto últimamente esta dificultad mediante el procedimiento llamado «de la cianamida granulada» empleado ya por todas las fábricas de este producto i que coloca a la cianamida en igualdad de condiciones que el salitre.

Los resultados obtenidos por Mr. Damseaux, director del Instituto Agrícola de Gembloux, hacen ver que la cianamida es superior al nitrato de calcio i al nitrato de Chile en los cultivos de plantas forrajeras i de remolachas. En otras experiencias hechas en Francia se han obtenido malos resultados debido a que su composición dejaba que desear, pues contenía pequeñas cantidades de decianamida de calcio cuyas propiedades venenosas para las plantas son muy conocidas; cosa parecida pasa con el perclorato que suele contener nuestro salitre.

Para poder dar una conclusión definitiva sobre el valor fertilizante de ambos abonos conviene esperar los resultados de los cultivos de este año que se han hecho en mayor escala i con productos mucho más adecuados.

Es este, señor Rector, el estado actual de las industrias similares que pueden producir sustancias capaces de hacer competencia a nuestro salitre i que se han desarrollado en los dos últimos años. Todos los datos que figuran en este informe se encuentran publicados en las revistas técnicas de reconocida seriedad que continuamente se analizan i se clasifican en este Laboratorio, controlando las diversas informaciones i anotando todo lo que pueda interesar a la cuestión que nos preocupa.

Como un ejemplo de la rapidez con que se desarrolla la fabricación del ácido nítrico artificial, se puede citar que después de escrito el presente informe i por el último correo

se anuncia la constitucion en Francia de la sociedad «La Nitrogene» con 1.100,000 de francos de capital i cuya fábrica ha comenzado a construirse en Saboya.

Es cuanto tengo el honor de informar a Ud. en virtud de mi obligacion.

Saluda atentamente al señor Rector.

BELISARIO DÍAZ OSSA,
Prof. de Tecnología del Salitre.

Al señor Rector de la Universidad de Chile.
