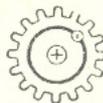


QUIMICA INDUSTRIAL

PUBLICACION CIENTIFICA TECNICA E INFORMATIVA DE LA
ASOCIACION DE QUIMICOS INDUSTRIALES DEL URUGUAY

AÑO XIV — VOL. VII
NUM. 1



ENERO - JULIO
1961

COMISION DE REVISTA

Director-Redactor Responsable:
Quím. Ind.
GLADYS REY DE DELLACHA

Administrador:
Quím. Ind. OMAR J. ROSSELLI

Secretario:
Sr. WALTER SUAREZ

Colaboran en este número:

Prof. Pierre Beraud
Q. Ind. Nestor Torres Pedemonte
Q. Ind. Saverio Marotta
Q. Ind. José P. Argenzio
Prof. Pierre Beraud
Q. Ind. Nestor Torres Pedemonte
Q. Ind. Saverio Marotta

Dirección y Administración:
Avda. AGRACIADA 1464 - Piso 13
Montevideo - Uruguay

SUMARIO

	Pág.
AUTORIDADES	2
EDITORIAL	3
PRIMER CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA QUIMICA	5
AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE QUIMICA	6

SECCION CIENTIFICA

OBSERVACIONES SOBRE LOS METODOS DE PROSPECCION MICROBIOLOGICA DE PETROLEO. Algún Ensayo en Uru- guay. — Prof. Pierre Beraud, Q. Ind. Nestor Torres Pede- monte y Q. Ind. Saverio Marotta	7
CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR. — Q. Ind. José P. Argenzio	12
ESTUDIO EXPERIMENTAL DE PRODUCCION DE AGAR- AGAR EN URUGUAY. — Prof. Pierre Beraud, Q. Ind. Nes- tor Torres Pedemonte y Q. Ind. Saverio Marotta	23
COMISION HONORARIA DEN TRABAJOS INSALUBRES. Lí- mites Higiénicos de Exposición para Substancias o Mate- riales que se pueden encontrar en la Industria	35

CONGRESO

OCTAVO CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUIMICA. — Buenos Aires 12 al 22 de Setiembre de 1962	41
---	----

- ◆ Precio de un ejemplar: \$ 3.00 moneda nacional. Suscripción por volumen \$ 12.00 moneda nacional.
- ◆ **Fotocopias y microfilms.** — Se remitirán a requerimiento de los lectores, fotocopias y/o microfilms de los artículos publicados. El precio de los microfilms es de \$ 1.00 por página (en negativo). Las copias fotostáticas se remitirán a \$ 1.00 por página (en negativo). En ambos casos se recargará el costo de franqueo.
- ◆ Esta revista se remite gratuitamente a los socios, a las publicaciones que mantengan canje regular con ella y a las instituciones científicas nacionales que lo soliciten.
- ◆ SE SOLICITA CANJE, ON PRIE L'ECHANGE, EXCHANGE SOLICITED, PREGIAMIO IL CAMBIO, PEDESE PERMUTA.
- ◆ Los apartados se solicitarán al presentar los originales y serán de cuenta de los autores.

La Asociación de Químicos Industriales y la Dirección de QUIMICA INDUSTRIAL no siempre se solidarizan con las ideas y juicios emitidos en los artículos de los cuales son responsables sus autores.

Observaciones Sobre los Métodos de Prospección Microbiológica del Petróleo

Algunos Ensayos en Uruguay

Prof. PIERRE BERAUD — Quím. Ind. NESTOR TORRES —

Quím. Ind. SAVERIO MAROTTA

Hemos realizado, de 1955 a 1960, numerosos ensayos sobre métodos microbiológicos de prospección de petróleo. Ello nos ha permitido descubrir algunas nuevas causas de error de estos métodos, que vienen a añadirse a las ya conocidas, y estimamos que una exposición de las observaciones hechas, puede ser útil en varios aspectos.

He aquí, en primer lugar, en qué consisten esos métodos.

Principios de la Prospección Microbiológica de los Yacimientos de Petróleo y Bolsas de Gas

Se sabe que las bacterias, como los seres superiores, necesitan para vivir, sales minerales, sustancias nitrogenadas asimilables y compuestos carbonados asimilables.

Ciertas bacterias, a condición de tener a su disposición los elementos minerales y nitrogenados necesarios, pueden vivir utilizando como sola fuente de carbono, los vapores de hidrocarburos.

Supongamos que sembráramos tales bacterias en un medio desprovisto completamente de alimentos carbonados y que expusiéramos ese medio sembrado, a las emanaciones del suelo; si hay desarrollo de dichas bacterias, podremos afirmar que en el gas proveniente del suelo, hay hidrocarburos y existe la posibilidad que esos vapores provengan de napas subterráneas de petróleo.

Pero eso, no es más que una posibilidad. Uno de esos hidrocarburos, el me-

tano, puede muy bien provenir de simples materias orgánicas en descomposición en el suelo y es lo que crea incertidumbres en el método microbiológico de prospección, si no se toman ciertas precauciones.

Otra dificultad es que un "test" positivo obtenido en un punto determinado, no significa absolutamente que el petróleo se encuentre verticalmente debajo de ese punto. Las emanaciones gaseosas pueden marchar oblicuamente en el suelo siguiendo la permeabilidad más o menos grande de las capas geológicas o siguiendo ciertas grietas y esta dificultad es inevitable. Un "test" microbiológico positivo no da pues, jamás, la certitud de la presencia de petróleo en las capas inferiores; indica solamente la posibilidad de tal presencia.

Una variante del método microbiológico consiste simplemente en buscar si la tierra superficial de las zonas prospectadas contienen bacterias que utilizan hidrocarburos como alimentos carbonados.

Esta variante, que llamaremos "Método de las muestras de tierra", es más imprecisa todavía que el método primero, pero ofrece algunas ventajas que luego veremos.

Valor del método microbiológico

Varias patentes basadas sobre el empleo de microbios en la prospección petrolífera, han surgido después de 1939, en particular en los Estados Unidos de

Norte América. Eso llevaría a creer que se han obtenido resultados prácticos. (1)

Sin embargo, ninguna publicación ha sido hecha alrededor de ellos y esto podría explicarse por el fracaso efectivo de los nuevos métodos o por la desconfianza mutua de las compañías competidoras que explotan esos métodos.

Los rusos, en cambio, no han vacilado en publicar varios resultados. Mogilewski (2) da las precisiones siguientes: en 1938 y 1939, más de 3.000 muestras de tierra fueron examinadas; se probaron, primero, los "tests" bacteriológicos en zonas donde los yacimientos son conocidos y en explotación, con resultados bastante concordantes.

En algunos casos, la prospección fué hecha en zonas aún no explotadas y perforaciones decididas sobre la base de "tests" microbiológicos resultaron productivas.

Después de 1940, la investigación geomicrobiológica ha obtenido otros sucesos. Bokova (1947) señala el descubrimiento de un campo de petróleo en Stavropol Kavkaz, luego de prospección microbiológica y después, la de un yacimiento en Ikhta.

ALGUNOS DE NUESTROS ENSAYOS

Limitaremos nuestra exposición a la parte de nuestros trabajos relacionados al segundo método porque es, sobre todo en este dominio, que hemos encontrado dificultades y causas de errores. Este segundo método presenta una ventaja grande sobre el primero porque no necesita aparatos especiales.

Las muestras de tierras se sacan de los lugares prospectados a una profundidad suficiente para evitar en lo posible la presencia de fermentaciones metánicas y se someten a un examen relativamente simple en un laboratorio central.

Es posible, pues, obtener en algunas semanas una especie de mapa microbiano del suelo de una región y si bien, él solo no puede decidir los puntos donde se podrá practicar perforaciones, constituye un elemento de apoyo a los métodos físicos y geológicos de prospección, no despreciable en ciertos casos.

Los métodos de examen pueden también ser muy simples. Para constatar la presencia de bacterias oxidantes de hi-

drocarburos, es suficiente en efecto, sembrar las muestras de tierra a examinar, en tubos conteniendo un líquido de cultivo adecuado, sin compuestos del carbono, y abandonar estos tubos en una atmósfera conteniendo vapores de hidrocarburos.

Lamentablemente, este método de las muestras de tierra, presenta graves causas de error.

Una primera dificultad común a todos los métodos microbiológicos de prospección y a la que ya nos hemos referido, es la fermentación metánica.

Esta fermentación se produce a menudo en las materias orgánicas del suelo y el metano desprendido puede favorecer el desarrollo de bacterias oxidantes de hidrocarburos.

Algunos autores (2) han preconizado, para evitar esta dificultad, la determinación de la presencia de bacterias metánicas en las muestras examinadas.

Si estas muestras contienen a la vez, bacterias metánicas y bacterias que viven a partir de hidrocarburos, son consideradas como dudosas y el dato no será tenido en cuenta desde el punto de vista de la prospección.

Hemos recurrido ampliamente a esta manera de proceder, utilizando como método de detección de bacterias metánicas, el de Demortier y Huges (3) que consiste en introducir algunos decigramos de la tierra a examinar en tubos conteniendo un medio a base de celulosa en la superficie del cual se coloca un tapón de parafina. Esta especie de pistón, constituido por esa sustancia, se eleva en caso de desprendimiento de gas en el líquido, es decir, en presencia de fermentación metánica.

Pero aún esta manera de operar, no está exenta de toda crítica, pues puede presentarse el caso de una muestra considerada como positiva, porque está desprovista de fermentos metánicos y contiene bacterias de hidrocarburos, cuando en realidad la presencia de estas últimas es debida a un foco de fermentación metánica próximo al lugar de actuación.

Para tener la seguridad de proceder certeramente, sería necesario analizar en cada lugar, una cantidad de muestras de tierra situadas a pequeñas distancias unas de otras y provenientes de diferentes profundidades. En esas condi-

ciones, el método pierde su carácter práctico.

Una dificultad mucho más grande aún, es la originada por la falta de especificidad de las bacterias que sirven de base a la prospección. Numerosas especies capaces de utilizar los hidrocarburos como alimento carbonado, pueden también desarrollarse a partir de otras sustancias carbonadas; de azúcares por ejemplo.

No será raro pues, encontrar en terrenos ricos en materias orgánicas, bacterias capaces de desarrollarse en presencia de hidrocarburos como única fuente de carbono, a pesar de que no haya ninguna emanación de hidrocarburos en tales terrenos.

En resumen, el "método de las muestras de tierra" está sujeto a graves causas de error, que se deben tener muy en cuenta.

Hay un caso, sin embargo, donde este método nos ha parecido interesante: es el de las tierras áridas.

Es evidente que en tierras desprovistas de materia orgánica, las causas de error señaladas anteriormente, se atenúan enormemente. La fermentación metánica no puede aquí desarrollarse, falta alimento y la fauna microbiológica es muy pobre.

Se concibe que en tales condiciones, si el análisis revela la presencia de bacterias de hidrocarburos, hay fundamento para sospechar, con más razones que en los casos corrientes, sobre la presencia subterránea de petróleo.

Es el caso de las arenas y hemos efectuado numerosas extracciones en zonas arenosas de la costa uruguaya, sin vegetación, no encontrando fermentos metánicos más que en casos muy raros.

En tales medios, se concibe que la presencia de hidrocarburos gaseosos provenientes de las profundidades de la tierra pueda provocar, por el aporte de carbono, la aparición de una fauna bacteriológica especial, verdaderamente significativa.

Se podrá objetar que, si en las tierras áridas el carbono orgánico falta, el nitrógeno combinado tampoco existe, impidiendo todo crecimiento vital. Se puede responder a eso diciendo que el nitrógeno no está jamás completamente ausente; hay siempre en las tierras áridas, trazas de nitritos, nitratos o amoníaco,

provenientes probablemente de la atmósfera.

Estas trazas son suficientes para provocar la aparición de microorganismos, si además el alimento carbonado está presente. Efectivamente, varias especies oxidantes de hidrocarburos que hemos encontrado, son capaces de vivir en medios conteniendo menos de un miligramo por litro de nitrato o de amoníaco.

He aquí algunos detalles, con motivo del examen microbiológico de arenas de la costa uruguaya.

Las muestras fueron extraídas lo más lejos posible del mar, al menos fuera de su alcance, en zonas arenosas desprovistas de vegetación.

Se cavaron en la arena trincheras de profundidad variable, generalmente de 30 a 50 centímetros y después de haber raspado la pared con una espátula estéril, se introducía perpendicularmente un tubo estéril de vidrio o metal que era luego transportado al laboratorio con su carga, en un tubo de mayor diámetro, igualmente estéril.

Dentro de las 48 horas siguientes a la extracción, se introducían algunos decigramos de cada muestra, en tubos cerrados con lana de vidrio, conteniendo un medio de cultivo apropiado, a base de sales minerales, pero desprovisto de compuestos carbonados.

Los tubos eran enseguida colocados en campanas conteniendo una atmósfera con una pequeña proporción de vapores de hidrocarburos.

Varias veces por semana, la atmósfera de la campana era renovada.

Debemos señalar aquí, dos causas de error. Es necesario en estas experiencias, disponer siempre de una campana o de un tanque testigo donde no haya vapores de hidrocarburos, para colocar allí tubos testigos.

Ahora bien, hemos obtenido en varias ocasiones, "tests" positivos en dichos recipientes, en razón de la presencia de juntas de goma en los tanques y grasa de vacío en las campanas. Las débiles emanaciones de estas sustancias son suficientes para asegurar la vida de algunos microorganismos.

Una solución para evitar tales causas de error es utilizar únicamente, recipientes de vidrio y sustituir la grasa por una sustancia mineral suficientemente visco-

sa, por ejemplo, ácido fosfórico siruposo.

Veremos algunos otros detalles interesantes. Cuando una muestra es positiva, al cabo de ocho días aproximadamente, se constata la formación de una película en la superficie líquida de los tubos; si el desarrollo de las bacterias es débil, el velo es muy fino y suele ser sólo visible a la lupa.

Como explicamos más adelante, conviene sembrar cada muestra en dos tubos: uno que designamos H_1 (hidrocarburo), se coloca en campana con vapores de hidrocarburos; el otro, que denominamos T_1 (testigo), es dejado en campana con atmósfera normal.

Al cabo de ocho días, si el tubo H_1 tiene velo y el T_1 no, el "test" se considera positivo.

Pero, si la muestra de tierra o arena contiene materias orgánicas, es muy común constatar que al cabo de ese tiempo los dos tubos son positivos, dado que el microbio ha encontrado en la materia orgánica, una forma de carbono asimilable que le conviene como alimento.

Se extraen entonces algunas bacterias de los velos de H_1 y T_1 , con la ayuda de una aguja de vidrio muy fina (de 10 a 20 micras de diámetro) y se les transporta respectivamente a dos nuevos tubos que designamos H_2 y T .

A menudo, aparecen también velos en estos dos tubos, porque la pipeta de siembra a pesar de su finura, transporta no sólo bacterias, sino también trazas de materias orgánicas.

Al tercer pasaje y, más seguro aún al cuarto (H_3 y T_3), no hay nada en el tubo Testigo, mientras un velo aparece en el que contiene Hidrocarburo, en el supuesto caso de que estemos en presencia de bacterias capaces de utilizar los vapores de hidrocarburos como fuente de carbono.

RESULTADOS DE ALGUNOS ENSAYOS DE PROSPECCION BACTERIOLOGICA EN URUGUAY

Sin entrar en los detalles de estos resultados, podemos decir que, en general, han sido negativos.

Pero debemos aclarar inmediatamente que el número de muestras examinadas, fué muy reducido, ya que en ningún momento se trató de una prospección sistemática, sino de un estudio de los métodos microbiológicos de prospección.

En lo que concierne al interior del país, hemos tenido "tests" positivos, algunas veces muy acusados, como en Minas (*), pero con "tests" de fermentación metánica también positivos. Hemos debido pues, descartar esos resultados, como de difícil interpretación.

Con respecto a la costa, donde fué posible hacer extracciones en zonas arenosas, sin vegetación, los resultados fueron de una interpretación más fácil.

La mayor parte han sido negativos, pero sin embargo, hay una zona en donde hemos encontrado bacterias oxidantes de hidrocarburos, en ausencia, muy a menudo, de bacterias metánicas. En la parte de la costa uruguaya que se extiende desde "La Paloma" hasta la frontera brasileña.

Las extracciones de muestras en esta región fueron muy numerosas, efectuándose generalmente a diferentes alturas, en trincheras de dos metros de profundidad.

Hemos podido constatar que los resultados son sobre todo fuertemente positivos, en los lugares de desagües de aguas provenientes del interior.

Esto no debe asombrar, dada la presencia de numerosas turberas en la región (los procesos de formación de la turba son generalmente acompañados de fermentación metánica); lo que es extraño en estas condiciones, por el contrario, es la ausencia frecuentemente constatada de bacterias metánicas.

Como es lógico, hemos efectuado igualmente, extracciones en el interior, en particular en la zona llamada "La Angostura", entre la Laguna Negra y el mar. Estas muestras han dado resultados fuertemente positivos.

En el kilómetro 294,5 de la Carretera Montevideo - Chuy, hemos podido hacer una observación interesante; existe en este lugar, entre la ruta y la laguna, una playa de arena de varios centenares de metros. Si se hace una trinchera en esta

(*) Desde la redacción de este artículo tuvimos la ocasión, a fines de 1960, de extraer y examinar numerosas muestras en las Sierras de Minas. Tuvimos "tests" fuertemente positivos en varios lugares de la Sierra, confirmando resultados anteriores. Pero esta vez, teniendo en cuenta la precaución que hemos tomado al extraer las muestras en regiones rocosas, completamente desprovistas de vegetación, se debe descartar la posibilidad de un error proveniente de focos de fermentación metánica, a partir de residuos vegetales.

zona, se llena rápidamente de agua que mana, a partir de 60 centímetros de profundidad aproximadamente.

Esta agua presenta un aspecto irisado como si contuviera aceite. Efectivamente, se constata al microscopio la presencia de numerosas gotitas de aceite, pero sobre todo, de una enorme cantidad de bacterias.

Sin prejuzgar sobre la significación de este hecho, es interesante recordar aquí, el informe de Davis en 1952, sobre "Parafine dirt" (4). Se llama así la capa superficial grasosa de determinados suelos, cuya existencia es considerada como el signo de la presencia de yacimientos de petróleo.

Davis ha demostrado que la parte orgánica de este material consiste esencialmente en microorganismos vivos o muertos, debiéndose el aspecto aceitoso a los lípidos de esos microorganismos, más que a los hidrocarburos, que están presentes aquí, sólo en cantidades extremadamente débiles.

Pero en esta región de turberas, los métodos bacteriológicos de prospección tienen pues, un valor limitado. Si bien

pueden acusar la presencia de hidrocarburos, no permiten precisar su origen.

En resumen, los métodos microbiológicos de prospección presentan numerosas causas de error. Sin embargo estimamos que podrían dar indicaciones útiles, en algunos casos especiales.

El examen microbiológico de numerosas muestras de tierra y arena, demuestra que existen en Uruguay algunas zonas interesantes pero, la presencia en ellas de turberas o de suelos con fermentación metánica, imposibilita la interpretación de resultados.

Las investigaciones se prosiguen, sin embargo, en ciertos puntos de "test" positivos y donde esas causas de error parecen no existir.

BIBLIOGRAFIA

- (1) SOLI. — "Geo microbiological prospecting". Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, 1954, **38**, 2555.
- (2) MOGILEWSKI. — Razvedka Nedr. 1940, **12**, 32.
- (3) G. DEMORTIER Y P. HUGES. — Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux. 1954, **22**, 220.
- (4) DAVIS, J. E. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists. 1952, **36**, 2186-8.

