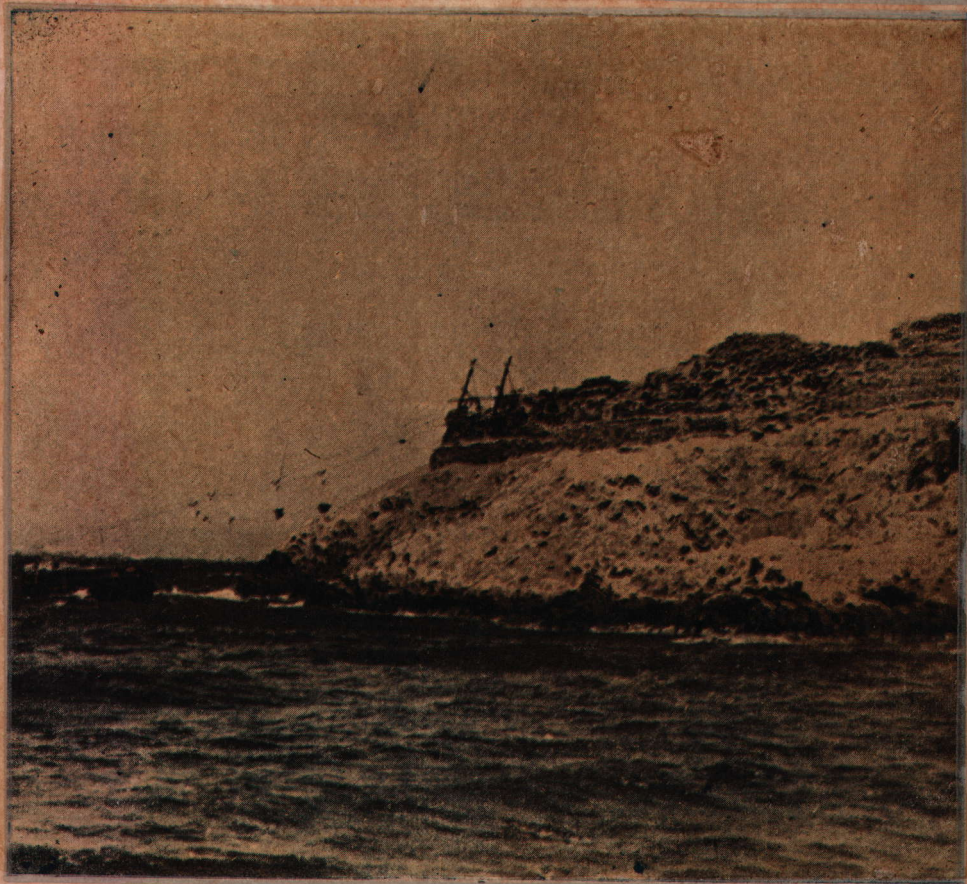


BOLETIN



DE LA
COMPANIA ADMINISTRADORA
DEL GUANO

BOLETIN

DE LA

COMPAÑIA ADMINISTRADORA DEL GUANO

VOL. XXVI

ABRIL DE 1950

Nº 4

ABONOS

La Naturaleza del Guano de Islas

POR EL ING. QUÍMICO T. H. S. JOSÉ M. CANCINO

EL guano es el abono más completo que se emplea en la agricultura y del que se hace uso preferente para fertilizar las tierras. Antiguamente se puso en duda su naturaleza orgánica, creyéndose que era una substancia mineral, mas al presente, como es natural, se ha visto que es el resultado de la acumulación de excrementos de aves marinas.

El primero que hizo conocer en Europa el guano fué el célebre Humboldt, a principios del pasado siglo XIX enviando muestras a los químicos Vauquelín y Taureroy, quienes manifestaron que esta sustancia tiene, poco más o menos, la misma composición que el excremento de las aves acuáticas.

En el Perú ha existido y existe en grandes cantidades, en las islas y puntas, habiendo sido, sin duda, el principal depósito de las islas de Chincha, frente al puerto de Pisco.

Los Incas conocieron su origen y aplicación, pues, Garcilaso de la Vega, en el libro quinto de sus Comentarios Reales impreso en 1604, al hablar del modo cómo los indios cultivaban sus tierras, se expresa del modo siguiente:

"En la Costa del Mar, desde más abajo de Arequipa hasta Tarapacá, que son

más de 200 leguas de costa, no echan otro estiércol, sino el de los pájaros marinos que los hay en toda la costa del Perú, grandes y chicos y andan en bandadas tan grandes, que son increíbles si se ven: crían en unos islotes despoblados que hay en aquella costa y es tanto el estiércol que ellos dejan, que también es increíble. Los montones de estiércol parecen lejanos puntos de alguna Sierra Nevada. En tiempo de la cría, a nadie le era lícito entrar en aquellas islas, sopena de la vida, porque no las asombrasen y echasen de sus nidos. Tampoco era lícito, matarlas en ningún tiempo, dentro ni fuera de las islas, so la misma pena".

Aunque se conocía en Europa la composición del guano, como lo hemos dicho, no se hizo uso de él, como abono, sino desde 1841.

El guano es una materia de un color muy variado, que recorre en la gama del naranja múltiples tonalidades, cuyo olor amoniacal es bastante pronunciado. Una de las causas que puede principalmente hacer variar su color, es sin duda, la cantidad de agua que absorbe, pues, esta sustancia es higroscópica. En efecto se observa que el guano recogido de las ca-

pas inferiores presenta un color mucho más claro que el que ha quedado expuesto al aire por algún tiempo, el cual tiene un color oscuro. El guano no tiene siempre la misma composición; varía mucho, según las localidades, siendo las lluvias una de las causas principales que contribuyen a producir semejante cambio. Así en los lugares en donde llueve raramente, como sucede en las islas de Chincha, el guano es más rico en sales amoniacales y pobre en fosfatos. Al contrario, en las islas de Lobos, situadas al norte del Perú donde llueve con cierta frecuencia, tiene una proporción muy pequeña de amoníaco, al menos en las capas superficiales, y aumenta el de los fosfatos que son, en parte, insolubles.

Por lo que respecta a las aves que producen el guano, son las siguientes:

- 1º *Phalacrocorax Bougainvillei*. Guanay.
- 2º *Sula Variegata*. Piquero.
- 3º *Pelicanus Thajus*. Alcatraz.

Estas tres variedades nombradas son las únicas productoras de guano y su importancia en riqueza de ley y abundancia de producción conserva el orden en que han sido enumeradas.

También existen otras aves que habitan en las islas pero no son productoras de guano, debido a su número reducido, a que no son gregarias, y su costumbre de posarse en la superficie del mar la mayor parte del día, lo que hace que el guano se pierda:

- Phalacrocorax Gaimardi*. Chuita.
- Carbo Albigula*. Cuervo de mar.
- Spheniscus Humboldtii*. Pájaro niño.
- Puffinuria Carnoltii*. Potoyunco.
- Sterna Inca*. Zarcillo.
- Larus Modestus*. Gaviota.

Todas estas especies de aves no viven constantemente sobre las islas: algunas pueden llamarse sedentarias y otras de paso porque vienen solamente en la época de la reproducción.

Entre las aves guaneras el que mayor cantidad del guano produce es el guanay (*Phalacrocorax Bougainvillei*), que cubre

totalmente las islas y su número es incalculable.

En época de anidación, tanto la hembra como el macho, van formando su nido con sus deyecciones hasta que llega la postura, en la que por lo regular depositan de dos a cinco huevos por incubación y esto se realiza dos veces en el año. El guanay vive siempre en la parte plana de las islas; lo contrario del piquero, que gusta anidar en los barrancos.

El principal alimento de las aves es la anchoveta "*Engraulis Ringens*" que abunda en las aguas del litoral peruano. Estos peces cuando afloran a la superficie del mar forman grandes manchas que son percibidas por los pájaros en sus vuelos de reconocimiento y que a continuación son objeto de una pesca profícua. El guanay se alimenta sumergido entre las anchovetas; el piquero y el alcatraz se elevan de 5 a 10 metros y luego de escogida su presa se dejan caer verticalmente, repitiendo esta operación hasta quedar satisfechos. El potoyunco, el zarcillo y la gaviota se alimentan desde la superficie del mar aprovechando los saltos de la anchoveta al ser atacadas por el guanay y el piquero. Todos estos animales efectúan la digestión en forma muy rápida, pues cuando inician el regreso a sus nidos, van perdiendo guano, que cae al mar.

El guanay, el piquero y el alcatraz, viven siempre en grandes colonias, lo que facilita la recolección del guano y tanto a la entrada o salida de sus nidos lo hacen sin precipitación, en grupos de comando, formando cada grupo grandes V que conservan hasta el sitio de su alimentación o de su regreso a la isla. Para alimentar a sus polluelos regurgitan parte de su alimento en el pico de estos, lo que hacen siempre el macho y la hembra.

ISLAS GUANERAS

En el mar que baña la costa del Perú se hallan 50 islas, 60 islotes, 30 puntas

y algunas rocas. Todas las islas carecen de agua dulce y por consiguiente son completamente áridas; pero si están desprovistas de vegetación, han sido, en cambio, la mayor parte de ellas, cubiertas del valioso fertilizante: el guano.

En la actualidad la Cía. Administradora del Guano, entidad creada con el fin de explotar esta riqueza nacional e incrementarla por medio de medidas de carácter técnico, ha llevado esta producción a cifras muy importantes, como lo vemos a ver a continuación:

Las principales islas depósitos de guano son: (de Norte a Sur).

Lobos de Tierra, Lobos de Afuera, Macabí, las dos Guañaque, Corcovado, Santa, La Blanca, Ferroles, Don Martín, grupo de Huaura, grupo de Pescadores, Cavinzas, Pachacamac, Asia, las tres Chinchá (Norte, Centro y Sur), las tres Ballestas, La Vieja y Santa Rosa.

Como en la isla de Lobos de Tierra existen alrededor de 400.000 toneladas de guano viejo o fosfatado, periódicamente se efectúa las extracciones necesarias tanto para el consumo interno como para la exportación.

A partir del año 1909 en que fué fundada la Cía. Administradora hasta la última Campaña, o sea en un transcurso de 41 años, se han extraído de los depósitos 4'203.674 toneladas métricas de guano rico y 278.454 toneladas de guano fosfatado, lo que ha significado una utilidad fiscal de Soles oro: 177'882.908.17.

COMPOSICION DEL GUANO

Con el objeto de dar a conocer la composición normal de tres tipos de guano, insertamos a continuación sus respectivos boletines de análisis:

Análisis de una muestra de guano rico procedente de las islas San Rosa (4086)

Humedad	20.40%
Arena y materias silíceas.....	1.78%
Acido fosfórico soluble en agua	4.15%
Acido fosfórico soluble en citrato	6.10%

Acido fosfórico soluble en ácido fuerte	0.92%
Materia orgánica (pérdida en calcinación)	50.30%
Oxido de calcio	10.93%
Oxido de potasio	2.48%
No determinado	2.94%
<hr/>	
Acido fosfórico total	11.17%
Nitrógeno nítrico	0.07%
" amoniaco	4.73%
" orgánico	9.84%
Materia volátil	70.70%
Cenizas totales	29.30%
Amoniaco (calculado)	17.30%
Fosfato tricálcico (calculado) ..	24.39%

Análisis de una muestra de guano nitrogenado de riqueza media procedente de la isla de Asia (4087)

Humedad	18.58%
Arena y materias silíceas	6.90%
Materia orgánica (pérdida por calcinación)	42.25%
Acido fosfórico soluble en agua	4.31%
Acido fosfórico soluble en citrato	6.67%
Acido fosfórico soluble en ácido fuerte	1.62%
Oxido de calcio	9.85%
Oxido de potasio	2.38%
No determinadas	7.44%
<hr/>	
Acido fosfórico total	12.60%
Nitrógeno nítrico	0.10%
" orgánico	6.33%
" amoniaco	4.38%
Materia volátil	60.83%
Cenizas totales	39.17%
Amoniaco (calculado)	13.14%
Fosfato tricálcico (calculado) ...	27.52%

Análisis de una muestra de guano fosfatado (pobre) procedente de la isla Lobos de Tierra (4088)

Humedad	12.30%
Arena y materias silíceas	36.65%
Materia orgánica (pérdida por calcinación)	8.73%
Acido fosfórico soluble en agua	0.96%
Acido fosfórico soluble en citrato	11.82%

Acido fosfórico soluble en ácido fuerte	5.32%			
Oxido de calcio	14.03%			
Oxido de potasio	1.40%			
No determinado	8.79%	100.00%		
<hr/>				
Acido fosfórico total	18.10%			
Nitrógeno nítrico	0.412%			
" amoniacal	0.91%			
" orgánico	0.65%			
Materia volátil	21.03%			
Cenizas totales	78.97%			
Amoniaco (calculado)	2.04%			
Fosfato tricálcico (calculado) ..	39.53%			
			N-total:	Nitrógeno Nitrógeno
			15.59%	total: total:
				10.21% 2.71%
		Nitrógeno amoniacal	31.00%	39.40% 56.60%
		de ácido		
		úrico . . .	59.20%	47.60% 9.60%
		de purina	9.21%	13.30% 19.60%
		insoluble .	0.59%	0.00% 0.00%
		nítrico . .	0.00%	0.00% 14.20%
		Total. . .	100.00%	100.00% 100.00%

El nitrógeno de amonio es en parte soluble y en parte difícilmente soluble en el agua. En esta última forma existe por supuesto como urato de monio.

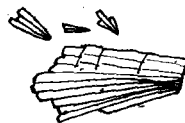
El ácido úrico es transformado en el suelo fácilmente en amoniaco (probablemente en el espacio de un mes), que entonces, lo mismo que el amoniaco ya presente desde el principio, se nitrificaba fácilmente bajo condiciones favorables del suelo.

La guanina o amido-oxipurina ($C_5H_4N_6O$), se encuentra en insignificante cantidad en el guano, aproximadamente un promedio de 1%.

Referente a la distribución del nitrógeno del guano, se puede apreciar claramente que fuera de la forma amoniacal y nítrica (en esta última no siempre y en escasa cantidad), se encuentra principalmente combinado en forma de nitrógeno orgánico, como ácido úrico, purina y en la sustancia keratinica de las plumas, como lo muestra en detalle el siguiente cuadro analítico:

	Guano de Sta. Rosa.	Guano de la isla Pachaca-mac.	Guano de Lobos de Tierra
Nitrógeno total . . .	100.00%	100.00%	100.00%
" amoniacal.	4.76%	3.94%	1.67%
" de ácido úrico . . .	9.10%	4.77%	0.28%
" de purina	1.41%	1.30%	0.58%
" nítrico . .	0.00%	0.00%	0.42%
" de Keratina . . .	0.08%	0.00%	0.00%

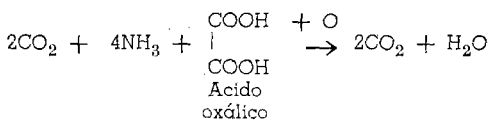
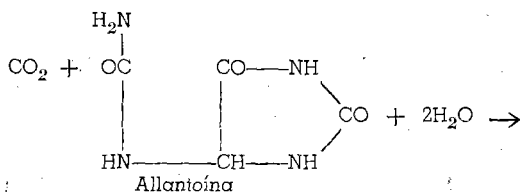
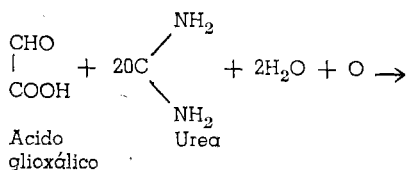
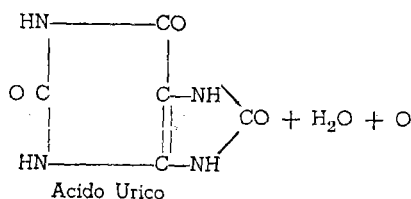
Distribución del nitrógeno en sus distintas formas de combinación, referidas a 100 partes de nitrógeno total.



Guanina (cristales estratificados).

Durante la descomposición de los complejos orgánicos nitrogenados, como en el caso del ácido úrico del guano, se produce la urea. Hay ciertos microorganismos conocidos como "Bacterium ureae", siendo el más frecuente el "Micrococcus ureae" (1), los cuales son capaces de efectuar la hidrólisis de la urea por medio de una enzima llamada "Ureasa" (2).

La descomposición del ácido úrico tiene lugar como sigue:



Observaciones microscópicas.

Obtención del Acido Urico del Guano.—

Se pulveriza primeramente el guano y se seca después con ácido sulfúrico concentrado a 100° C. hasta que todo el HCl sea desalojado. Se deja después enfriar, se diluye con agua y se deja en reposo algunos días. Se filtra y el precipitado se lava bien con agua; disolviéndolo después de esto en una solución hirviente de KOH. La solución obtenida se filtra, se calienta con carbón animal, se filtra en caliente y se vierte en HCl que da lugar a que el ácido úrico se precipite. Por repetidas precipitaciones y disoluciones se

llega a purificar el preparado, que al fin se le deja cristalizar.

Conviene destacar la importancia del ácido úrico para la obtención de la cafeína, sus derivados y otros productos medicinales.

Dado el gran consumo que se hace actualmente de la cafeína, no es suficiente la cantidad que se extrae de las plantas que naturalmente la contienen, por lo cual se fabrica también en grandes cantidades partiendo del ácido úrico, que a su vez se extrae del guano. El ácido úrico se somete a la metilación con yoduro de metilo, y se obtiene así el tetrametilúrico:

Bodega "LA POPULAR"

DE

WONG FU MEN

Av. Sáenz Peña N° 678

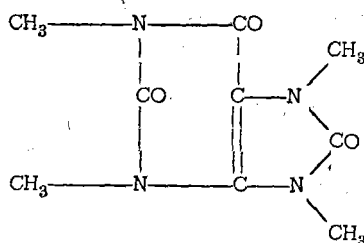
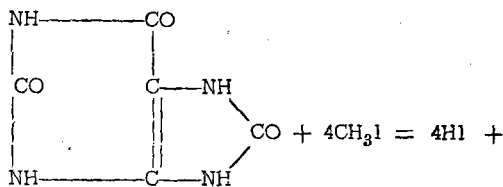
Teléfono 90514

CALLAO

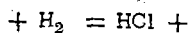
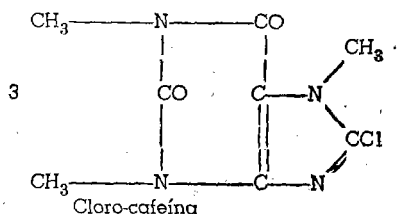
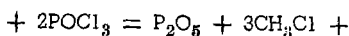
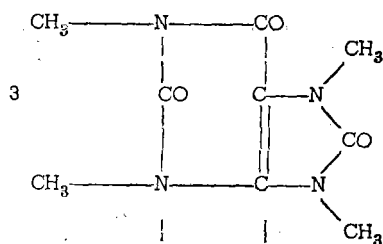
Tenemos constantemente renovados artículos de primera necesidad.

Especialidad en CAFE tostado y MANTEQUILLA de la Sierra.

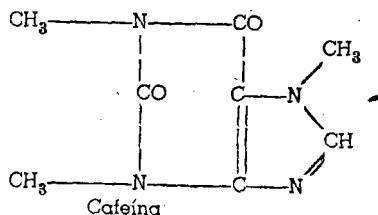
Atendemos pedidos a domicilio.



compuesto que, mediante el oxiclorigo de fósforo, convierte en cloro-cafeína:



esta última, reducida en caliente con polvo de zinc y HCl, produce la cafeína.



Pruebas sobre la legitimidad del guano del Perú.

El guano de islas tiene características y químicas que permiten diferenciarlo de cualquier mezcla de abonos orgánicos o minerales. Esas características son:

1º Su aspecto terroso, cuyo color varía como se mencionó anteriormente del blanco al naranja oscuro y, al pardo, según su contenido en humedad.

2º La triple forma que reviste el nitrógeno—orgánica, amoniacal y nítrica—

con preponderancia de la primera, es decir, la forma úrica.

4º La presencia de esqueletos silíceos de las múltiples variedades de diatomeas existentes en el Plankton, que alimenta a las anchovetas y mediante estas transmitidas a las aves guaneras.

El procedimiento seguido en el laboratorio para la identificación mediante el microscopio de las diatomeas del guano es el siguiente:

Primero lavar repetidamente la muestra de guano con agua; hervir a continuación el residuo con una solución de soda de 6-8 % durante un cuarto de hora, luego lavar nuevamente hasta la eliminación de la soda; hervir nuevamente por espacio de 10 minutos con una mezcla de partes iguales de agua y ácido nítrico; nuevamente lavar; un nuevo tratamiento en caliente con ácido nítrico en la misma proporción anterior a ebullición de 5 a 10 minutos; nuevamente lavar con agua hirviendo; digerir por pocos minutos en ácido clorhídrico y lavar después con agua hirviendo. Sigue un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado y cuando el residuo se ha tornado negrusco añadir ácido nítrico concentrado para virar el color negrusco al rojo, luego al amarillo obscuro y finalmente al amarillo claro. Por último, para terminar la operación, lavar con agua caliente.

En un grabado adjunto puede apreciarse la diversidad de tipos de estos seres microorgánicos.

Como prueba para determinar la legítimidad de un guano, puede servir: 1º La determinación cualitativa y cuantitativa del ácido úrico.— 2º El tenor en ácido oxálico.— 3º El contenido biológico.

Para la determinación cualitativa del ácido úrico se procede en la forma siguiente: uno o dos gramos de guano se evaporan con ácido nítrico a seco. Se obtiene con esto un residuo de color amarillo o rojo ladrillo que añadiéndole un poco de amoníaco vira a un color rojo púrpura (prueba de la murexida), que por adición de soda o potasa cáustica se transforma a un color azul rojizo. Esta reacción muchas veces no es posible a causa del color rojizo de algunos guanos. Se procede entonces de la siguiente manera: 10-20 gramos de guano se hierven con potasa o soda cáustica, se filtra en caliente; al filtrar se añade ácido clorhídrico o ácido sulfúrico y después de dejarlo dos días en reposo se examina en el residuo el ácido úrico.

Para la determinación cuantitativa del ácido úrico, se puede emplear el procedimiento de A. Stutzer y A. Carlowa. Uno o dos gramos de guano se cubren en una cápsula de porcelana con agua acidulada débilmente con ácido clorhídrico. Se evapora el líquido en baño maría hasta la completa separación del ácido clorhídrico, el residuo se trata con 100 c.c. de agua, en la que se encuentra disuelta 3 gramos de piperazina; se calienta el líquido y se mantiene en ebullición por espacio de un minuto; después de esto se se filtra; al filtrado en frío se le añade un poco de fenoltaleína y otro tanto de ácido clorhídrico hasta que la reacción alcalina desaparezca. Después de esta operación se le añaden 10 c.c. de una solución de ácido clorhídrico al 10%, se agita bien y se deja el líquido durante 12 horas en reposo. Los cristales de ácido úrico que se depositan se lavan sobre un filtro con solución clorhídrica al 1%, hasta que la cantidad total del filtrado sea de 200 c.c. El filtro con el contenido sirve para la determinación del nitrógeno. Multiplicando el resultado de esta última determinación por 2.994, nos da la cantidad de ácido úrico.

Puesto que el ácido úrico es soluble en muy pequeña cantidad de la solución clorhídrica al 1%, entonces se determina el contenido de ácido úrico en los 200 c.c. Este equivale a 3 miligramos y esta cantidad hay que adicionarle a los resultados obtenidos.

DETERMINACION DEL ACIDO URICO EN LOS GUANOS DE AVES

Método de extracción diferencial de Fritz.

Fritz propuso un método seguro para la determinación del ácido úrico en la mezcla de excrementos de aves, para calcular el coeficiente de digestión de las proteínas.

El método de extracción diferencial está basado en la premisa que agua acidificada extrae la misma cantidad de nitró-

geno del ácido úrico, como lo hace la piperidina.

Dos puestras iguales del excremento (2 gramos de muestra son las cantidades más convenientes para proceder al análisis) son tratadas con 25 c.c. del HCl diluido (5 partes de HCl conc. y 95 partes de agua) y dejadas en reposo un día para otro. Las muestras con filtradas, los residuos lavados con aproximadamente 25 c.c. de agua fría, y los residuos con papel de filtro son transferidos a los vasos originales.

A uno de los residuos se adiciona aproximadamente 25 c.c. de H₂O y suficiente cantidad de piperidina para hacer la muestra francamente alcalina a la fenoltaleína. Al otro residuo se le adiciona 25 c.c. de O, 1 N. HCl. Ambas muestras son digeridas en un baño maría por espacio de una hora y luego los extractos se filtran a través de una capa de celita o un filtro de tela. Los residuos son lavados con igual cantidad de agua fría hasta que el agua del lavado del material extractado con piperidina sea libre de reacción alcalina. Los residuos y Celita son transferidos a balones Kjeldahl y se determina el total de nitrógeno. La diferencia del contenido de nitrógeno de los residuos extractados con ácido y piperina representa el nitrógeno del ácido úrico presente en la muestra. Este método fué modificado posteriormente para emplear un gramo de muestra en lugar de 2 grs., y centrifugación en vez de filtración. Estos cambios resultan en un considerable ahorro de tiempo y una gran seguridad en la determinación. Acido clorhídrico normal y dietanolamina (HN (CH₂ CH₂ OH)₂) son recomendados como reactivo para la extracción.

Procedimiento recomendado.—El guano de ave se reúne y se mezcla con aprox. 1 c.c. de 0,45 N. HCl por gramo. El ácido convierte los uratos en ácido úrico libre e impide las pérdidas de N.amoniacal. El exceso de humedad es eliminado en un baño maría y entonces la muestra es secada hasta peso constante en estufa de aire a 100°C. Se muele

la muestra en un molino Wiley hasta la malla de 1-mm y se mantiene en ambiente seco antes del análisis.

Se pesan dos muestras de 1 grm. y se introducen en tubos de centrifuga de 100 c.c.; a uno de los tubos se agregan alrededor de 15 c.c. de agua y aproximadamente el doble de dietanolamina al 10W para alcalinizar la mezcla a la fenoltaleína (6 a 8 c.c. generalmente bastan) y entonces se diluye a 25 c.c. Al otro tubo se añade 25 c.c. de HCl normal. Ambas muestras se digieren con frecuente agitación en un baño maría a 60° C. durante 10 minutos.

Las muestras se extraen del baño maría y se enfrían a la temperatura ambiente y se mezclan íntimamente con un policia de caucho, lavando las paredes del tubo con poco centímetros cúbicos de agua. Se centrifugan los tubos a unos 1500 r. p. m. durante 5 minutos. El líquido que sobrenada se trasiega y se deja escurir los tubos durante pocos minutos. La muestra extraída con la dietanolamina se lava 3 veces o bien hasta que el agua de lavado ya no sea alcalina a la fenoltaleína; se utilizan de 50 a 70 c.c. de agua destilada en cada lavado y centrifugando como anteriormente.

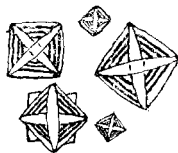
La muestra extraída con HCl se lava solamente una vez con 50-70 c.c. de agua. Después de cada centrifugación los residuos son cuidadosamente desmenuzados con un agitador para asegurar eficiente y completo lavado. Después de los lavados, los residuos se transfieren a balones Kjaldahl para la determinación del N-total. La diferencia de N entre los residuos extractado con HCl y con dietanolamina representa el N-úrico contenido en la muestra.

$$N\text{-ácido úrico} \times 3 = \text{ácido úrico.}$$

En lo que se refiere al potasio, el guano del Perú contiene 2 hasta 4 % de potasa, pero ésta puede ser añadida artificialmente.

(1) Industrial and Engineering Chemistry (Analytical Edition). July, 1939.

Determinación del ácido oxálico.—El guano del Perú contiene tanto más ácido oxálico cuanto mayor es su riqueza en nitrógeno; por consiguiente, siendo el ácido oxálico un producto de descomposición del ácido úrico, habrá tanto mayor cantidad cuanto más viejo sea el guano. El tenor en ácido oxálico importa hasta 6 % para un guano de 8 a 10 % de nitrógeno y para contenidos más bajos de éste último menor cantidad correspondiente de ácido oxálico que está en una relación correspondiente con el nitrógeno, ofrece por esto, el punto más seguro de referencia para la antigüedad y por consiguiente la autenticidad del guano, pues, no valdría la pena agregar al guano ácido oxálico.



Cristales de oxalato de calcio.

Como ejemplo de lo dicho anteriormente, daremos la composición total de un guano falsificado en Suiza y vendido con el nombre de "Guano Du Perou" (Corona) de la casa F. Veagnat & Co.

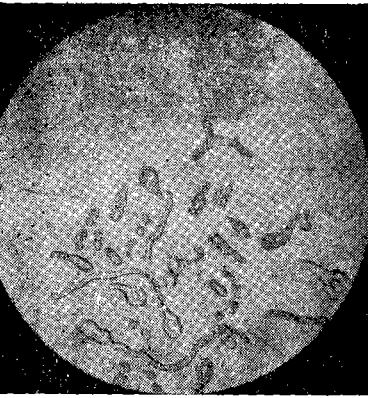
RESULTADO DEL ANALISIS

	Guano del Perú legítimo (Islas de Chin- cha)	Guano du Perou "Corona"
Humedad	12.32%	5.49%
Arena y sílice	11.64 "	2.58 "
Materia orgánica	50.48 "	47.77 "
Acido fosfórico total	10.76 "	12.26 "
Sales alcalinas (diferencia)	14.80 "	31.90 "
	100.00%	100.00%

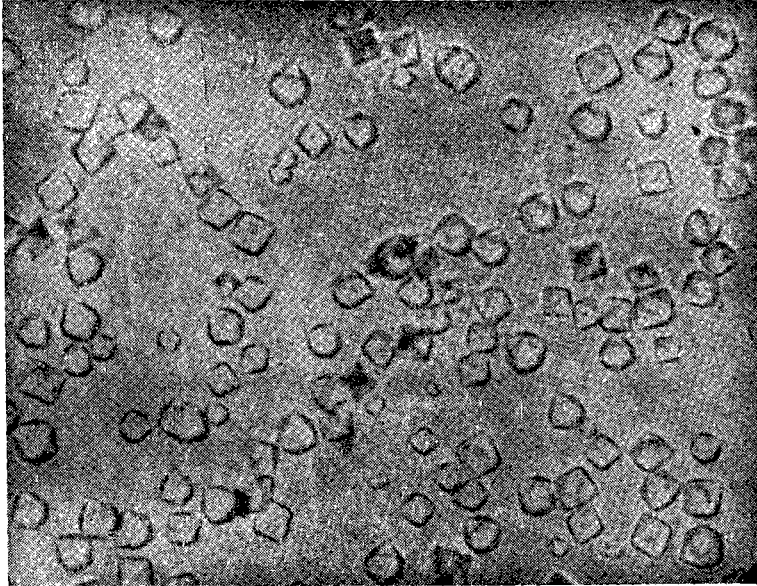
Oxido de cal	3.35%	13.40%
Piedras	1.25 "	0.00 "
Materia volátil	62.80 "	53.26 "
Cenizas	37.20 "	46.74 "
Ac. Fosf. soluble en citrato	5.56 "	0.92 "
Nitrógeno total	13.95 "	5.99 "
Amoniaco (calculado)	16.72 "	7.28 "
Fosfato tricálcico (calculado)	23.50 "	26.76 "
Nitrógeno nítrico	0.20 "	0.00 "
" amoniacal	3.12 "	5.24 "
" orgánico	10.63 "	0.75 "
Acido oxálico	3.96 "	0.00 "
Acido úrico	8.50 "	0.00 "
Ac. Fosf. soluble en agua	1.85 "	10.48 "

BIBLIOGRAFIA

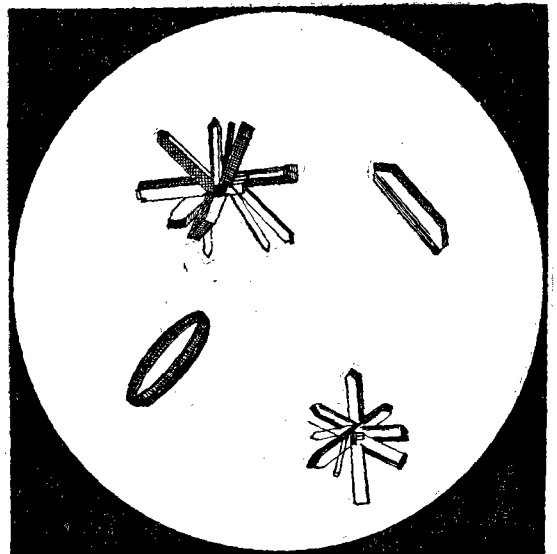
- DIE UNTERSUCHUNG LANDWIRTSCHAFTLICH WICHTIGER STOFFE. Dr. J. Koning. Bd. 1 Berlín, 1923.
- INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY. Anal. Ed., 1939.
- BOTANISCHES PRAKTIKUM. Strasburger-Koernicke. Jena, 1921.
- THE SOIL AND THE MICROBE. Waksman and Starkey. New York, 1931.
- MIKROSKOPIE FUR JEDERMANN, v. HANS GUNTHER. Stuttgart, 1923.
- ANALYSE DES HARN (ANALYTISCHER THEIL), v. DR. H. HUPPERT. Wiesbaden, 1898.
- SOIL FERTILITY. Y. DE V. MALHERBE. Oxford University Press, 1948.
- FERMENTFORSCHUNG. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Teil 1. Heft 1. Urban Schwarzenberg, 1922.
- HANDBUCH DER PRAPARATIVEN CHEMIE. 11. BAND. Prof. Ludwig Vanino. Stuttgart, 1923.



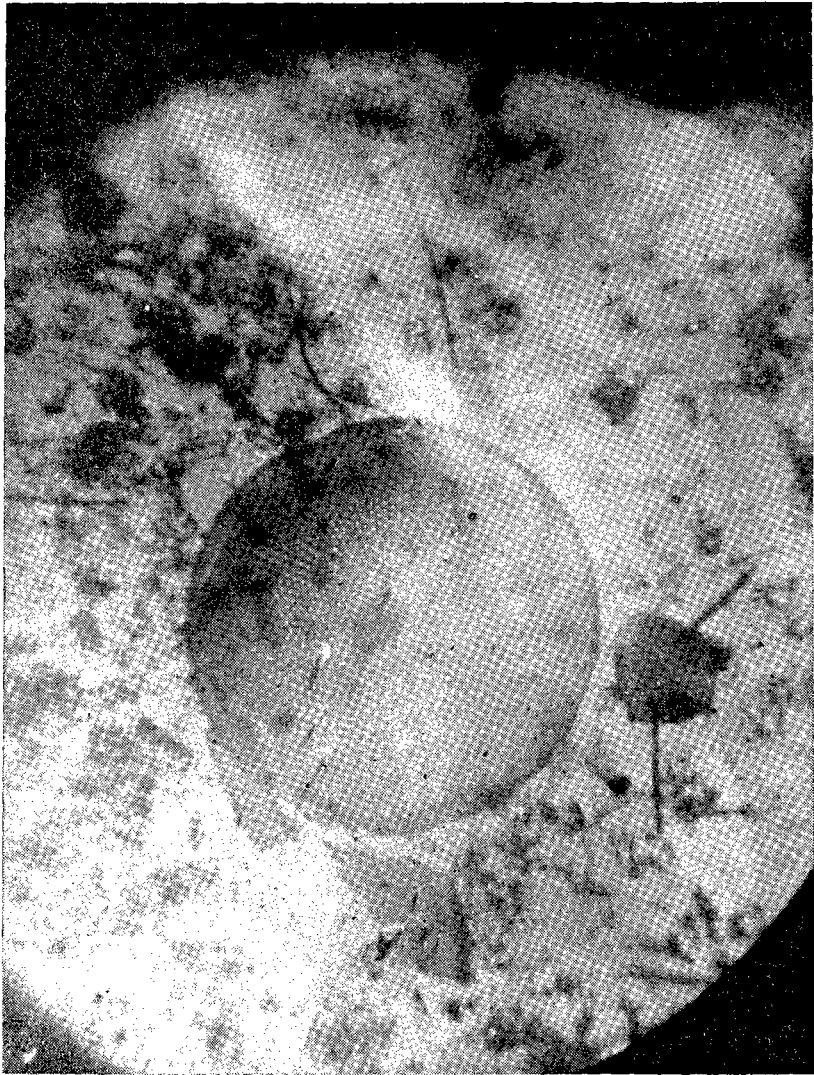
Micrococcus ureae (parte superior de la fotografía). En sus dos fases: activa y de esporulación.



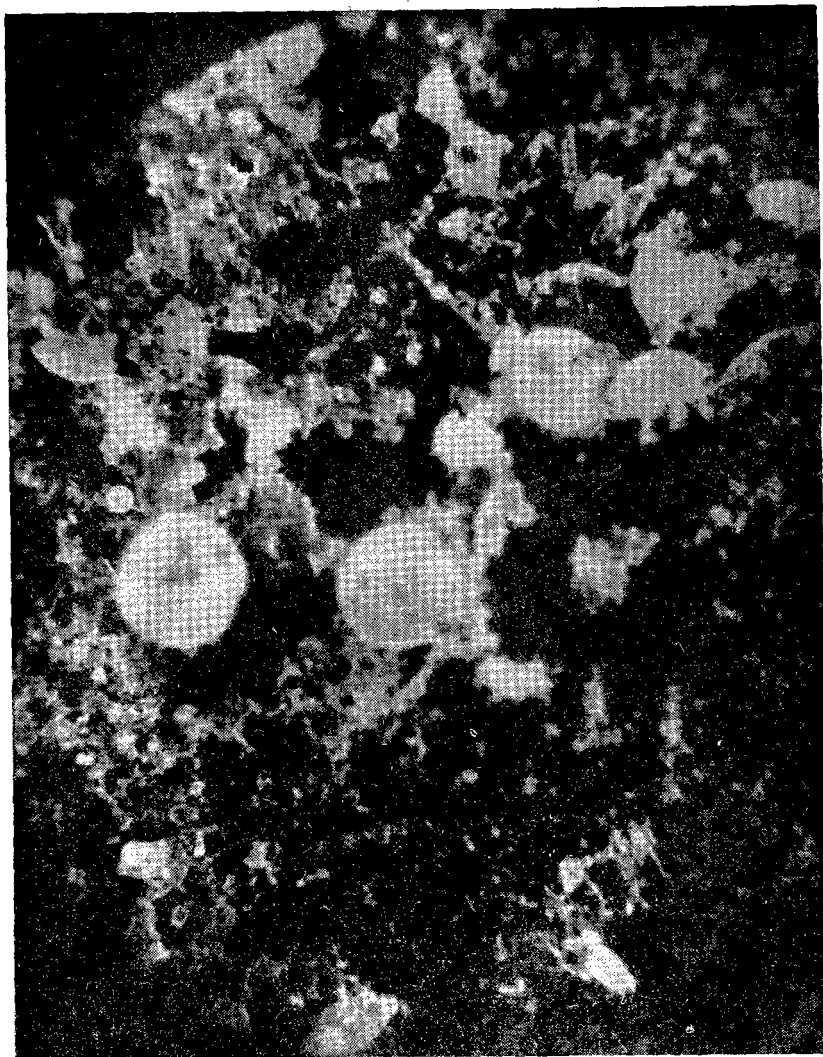
Cristales de ureasa.



Diversas formas de Alantoina.



*Microfotografía de Frústulos de diatomeas
(Coccinodiscus Centralis)
Especie más frecuente en el guano*



En la presente microfotografía puede apreciarse la abundancia de Coccinodiscus Centralis, en una muestra de quano vista en el microscopio.



Cristales de sulfato sódico presentes en el guano.