

## SOBRE METABOLISMO AZOADO EN BOGOTÁ

Tesis para el doctorado en medicina, presentada y sostenida por el doctor Calixto Torres Umaña.

Contribución al estudio de la utilización del ázoe como elemento de nutrición, en la altiplanicie de Bogotá.

(Continuación)

### CAPITULO III.—LOS ALIMENTOS.

En el capítulo anterior se hizo el análisis de uno de los elementos de combustión, o sea el oxígeno. En el presente voy a hacer algunas observaciones sobre el otro elemento, o sea el combustible.

Ya se ha visto que la calidad de los alimentos influye poderosamente en la intensidad de las combustiones orgánicas. Y como, por otra parte, se sabe que las materias alimenticias tienen composiciones distintas según la zona a que pertenecen, había pensado que la insuficiencia de eliminación de la úrea, que se nota entre nosotros, pudiera ser debida a una insuficiencia de materiales azoados en la alimentación. Venían en apoyo de esta hipótesis la consideración de que, por una parte, el aire de las alturas no tiene la misma cantidad de ázoe, en peso, que a nivel del mar, y por otra parte, que no estando nuestro suelo científicamente abonado para la agricultura, pudiera adolecer de una nitrificación insuficiente. De modo que el alimento vegetal, origen de todos los materiales alimenticios (véase página 14), resultaría con una cantidad de ázoe insuficiente para abastecer a las necesidades del organismo, tal como sucede con los cereales de Egipto, por ejemplo.

Es verdad que el estudio de la eliminación azoada da datos suficientes para juzgar de la alimentación azoada, pero las consideraciones anteriores me han obligado a agregar este capítulo, a manera de contraprueba.

Los análisis no solamente se han referido a las materias azoadas, sino a otras materias, cuya determinación puede ser de grande utilidad. Debo confesar que el número de análisis no ha sido suficiente para sacar conclusiones a éste respecto; la falta de tiempo, para extender más este trabajo y mi impericia en estos asuntos—que hizo que los primeros análisis fracasaran por una mala técnica—me impidieron hacerlos

más numerosos; pero los pocos que voy a presentar servirán, a lo menos, para dar idea del poder nutritivo de nuestras materias alimenticias.

Las materias que he analizado son las que, en mi concepto, forman la base de nuestra alimentación: trigo, maíz, arvejas, habas, papas, arroz, carne y leche. Los análisis versan sobre los siguientes datos: agua, sales minerales, materias azoadas, materias grasas y materias azucaradas.

**TECNICA DE LOS ANALISIS.—I. Preparación de las muestras.**—La pulverización de los granos y demás materiales destinados al análisis, se han hecho en un pequeño molino de discos de acero, acanalados. El producto del primer paso se remuele varias veces hasta obtener un polvo homogéneo.

**II. Dosado del agua.**—Se pesan en una balanza de precisión, en una cápsula previamente tarada, una cantidad cualquiera de la sustancia que se va a analizar (5 gramos, por ejemplo). Se lleva luego a la estufa a unos 100° y se mantiene allí durante 24 horas; se vuelve a pesar al cabo de este tiempo y la diferencia da el agua.

**III. Cenizas o sales minerales.**—La cápsula que sirvió para dosar el agua se pone sobre una parrilla, y con la ayuda de un soplete de gasolina se incinera hasta que no queden rastros de carbón. Se pesa, y el resultado, menos el peso de la cápsula, da las cenizas.

**IV. Materias azoadas.**—Balland (1) aconseja el método de Kgel-dahl, basado en que las sustancias azoadas, calentadas en presencia del ácido sulfúrico concentrado, se descompone en ácido carbónico, agua y amoníaco.

Todo el ázoe pasa al estado de amoníaco, y después, al combinarse con el ácido sulfúrico, forma sulfato de amoníaco. Basta descomponer, por un álcali, la sal formada; separar el amoníaco por destilación y dosarlo volumétricamente.

Para esto se pone en un matraz de 500 c. c. de capacidad, 1 gr. de la materia que hay que analizar, 10 c. c. de solución al 30 por 100 de oxalato neutro de potasio y 10 c. c. de ácido sulfúrico concentrado. Se calienta el matraz directamente, si es de vidrio de Jena, o si no, interponiéndole una malla de alambre por medio de un reverbero Juwel u otro semejante.

El calentamiento debe ser moderado al principio, teniendo cuidado de agregar unos 15 c. c. de alcohol, cuando la espuma que se forme alcance a llenar las dos terceras partes del globo. Una vez que baje la espuma se aumenta la llama y se coloca entre el cuello del frasco un embudo, que tiene por objeto evitar que se escapen muchos vapores e indicar la presencia del vapor de agua por el ruido particular que produce al condensarse y caer sobre el fondo del globo; cuando se ha escapado todo ese vapor, se regula la llama de modo de obtener una ebullición tranquila. Los vapores de ácido sulfuroso y de ácido sulfúrico se

---

(1) Balland. Les aliments, página 2. 1907.

escapan entonces y producen una irritación muy molesta en las mucosas de las vías respiratorias. Cuando el líquido se descolora completamente o queda de un tinte ligeramente amarillado (esto sucede una o dos horas después de principiada la operación), se le quita la llama y se deja enfriar. Una vez enfriado el matraz, se agregan unos 30 ó 40 c. c. de agua tibia y luego se alcaliza con lejía de soda, hasta coloración rosada bien marcada de la fenoltaleína.

Después se pone todo el líquido en un globo que está en comunicación con un aparato destilador. El líquido destilado se recibe en un matraz donde hay unos 50 c. c. de ácido sulfúrico decinormal. Cuando el líquido destilado no colorea una gota de reactivo de Nesler (yodo-mercuriato de potasio) se suspende la operación.

Después de agregar unas gotas de fenoltaleína, se dosa por medio de soda decinormal, la cantidad de ácido que ha quedado libre, y de este dato se deduce la cantidad de amoníaco desprendido. Sea  $n$  el número de c. c. de soda empleados. La diferencia  $50-n$  es igual al amoníaco, y ésta, multiplicada por 0.0014, da el ázoe de 1 gramo de sustancia, el cual, multiplicado por 6,25, da la cantidad de materia albuminóidea.

Este procedimiento es mejor que el primitivo de Kgeldahl, que consiste en poner mercurio en vez de oxalato neutro, "porque el mercurio forma combinaciones amoníaco-mercúricas difíciles de descomponer y que impedirían la libre destilación del amoníaco" (1). Para impedir que estas combinaciones se formen, se agrega, después del enfriamiento del matraz en que se ha verificado la reacción, monosulfuro o hipofosfito de sodio, sustancias que son muy difíciles de conseguir, o de conseguir puras en el comercio.

Por vía de ensayo he hecho, comparativamente, la descomposición del sulfato de amoníaco y dosado el ázoe por este método de destilación, y por el método volumétrico de Deniges, del cual hablaré al estudiar el dosado del ázoe total en la orina; sólo me han dado diferencias que no merecen tenerse en cuenta si se considera la simplificación que sufre el procedimiento.

Pero todos estos procedimientos adolecen del error de dosar las materias albuminoideas por el ázoe, pues ya se dijo que hay en los vegetales cuerpos azoados que no son albuminoideos y que hay materias albuminoideas que contienen más del 16 por 100 de ázoe.

V. *Materias grasas*.—Este dosado se ha hecho agotando por el éter dos gramos de la sustancia en un aparato semejante al de Sozhet, construido por el doctor Eduardo Lleras Codazzi.

La sustancia se coloca en un papel de filtro previamente humedecido por el alcohol; encima del tubo que la contiene, y en comunicación con él hay un refrigerador, y debajo—también en comunicación—

---

(1) Gerard et Bun. *Traité pratique d'Analyse des Denerées alimentaires*. 1909. Página 74.

hay un globito previamente tarado, que contiene unos 5 c. c. de éter sulfúrico o de éter de petróleo. Se calienta el globito y el éter al evaporarse, disuelve la materia grasa, se condensa en el refrigerador y vuelve a caer al globo. Esta operación se continúa por una hora, poco más o menos, teniendo cuidado de no calentar demasiado para que no se escape el éter.

El globo es colocado en la estufa a unos 100°, y después de unas 24 horas, cuando se haya evaporado todo el éter, se pesa. El resultado, menos el peso del globo, da el peso de la materia grasa contenida en 2 gramos de la sustancia que se analice.

VI. *Materias azucaradas*.—Se agotan por el agua 5 gramos de materia, se hace hervir el agua de los lavados, filtrada con algunas gotas de ácido clorhídrico. Se defeca después por el subacetato de plomo en ligero exceso. Se filtra, y después de eliminar el exceso de plomo por fosfato o carbonato de sodio, se vuelve a filtrar. Se lleva después a un volumen determinado, y se dosa el azúcar por los procedimientos ordinarios, con licor de Pasteur.

*Para la leche*.—Para el análisis de la leche estos métodos tienen ligeras variaciones. El extracto seco se dosa sobre 1 c. c. Las cenizas sobre 5 c. c. previamente secadas a la estufa.

La lactosa sobre 5 c. c., a los cuales se agrega poco a poco 5 c. c. de alcohol a 65°, adicionado de 1 por 1,000 de ácido acético. Se lleva en seguida sobre un filtro previamente tarado. El coágulo que quede se lava con alcohol, y el líquido filtrado se lleva a un volumen determinado y en él se dosa la lactosa por el licor de Pasteur (1). En el coágulo que queda en el filtro se dosa la materia grasa; después de extraída ésta, se pesa, y el resultado, menos el peso del filtro y el de las sales, da la caseína.

Estos últimos procedimientos son los que emplea el doctor Eduardo Lleras Codazzi, químico ayudante en el Laboratorio Municipal, a quien me tocó reemplazar durante varios meses.

*La carne*.—En la carne, que es otro de los alimentos animales que he analizado, sólo he dosado las materias albuminoideas sobre 2 gramos de sustancia.

RESULTADOS:

I—Trigo.	Muestras:		
	Nº 1	Nº 2	Nº 3
Agua... . . . . %	11,10	11,20	11,20
Sales minerales. . .	1,90	1,80	1,58
Materia grasa. . .	1,95	2,00	2,19
Materias azoadas. . .	9,80	12,82	11,10
Azúcares. . . . .	2,50	2,60	1,55

(1) Para el efecto de dosar la lactosa debe tenerse en cuenta que 5 gramos de glucosa equivalen a 6,75 de lactosa.

II—*Maíz blanco.*

Muestras:

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4
Agua. . . . . %	12,00	11,90	12,10	12,00
Sales minerales. . .	1,70	1,90	0,98	1,65
Materia grasa. . . .	3,90	3,90	4,85	5,10
Materias azoadas. .	11,10	8,64	13,58	12,28
Azúcares. . . . .	2,40	1,56	1,80	1,90

III—*Arvejas.*

Agua. . . . . %	12,20	14,98
Sales minerales. . .	3,24	3,40
Materias grasas. . .	0,95	1,50
Materias azoadas. .	20,26	20,05
Azúcares. . . . .	3,46	2,27

IV—*Habas.*

Agua. . . . . %	13,98	13,50
Sales minerales. . .	2,40	2,24
Materias grasas. . .	0,98	1,25
Materias azoadas. .	21,78	20,24
Azúcares. . . . .	3,46	3,10

V—*Arroz*

Muestras:

	Americano.	Del país.
Agua. . . . . %	8,00	7,32
Sales minerales. . .	1,19	0,90
Materia grasa. . . .	1,60	1,50
Materias azoadas. .	7,564	9,264
Azúcares. . . . .	0,145	2,00

VI—*Carne desengrasada.*

	Nº 1	Nº 2
Materias azoadas. %	22,50	22,48

VII—*Leche.*

Muestras:

	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6
Mantequilla. . . . .	30	33	34	31	30	32
Lactosa. . . . .	45	44	43	42	47	47
Sales. . . . .	7	7,3	7,2	7,1	7	7
Caseína. . . . .	46	39	41	42	36	37
Extracto seco. . . . .	128	123	125	120	120	123
Reacción. . . . .	Anfótera	Anf.	Anf.	Anf.	Anf.	Anf.
Densidad. . . . .	1030	1031	1032	1032	1031	1032

Si se comparan los análisis anteriores con los practicados en otros países, se verá que mis sospechas, respecto a la insuficiencia de materiales nutritivos y especialmente de materiales azoados en nuestros alimentos, eran infundadas. Voy a transcribir algunos de estos análisis, para que se pueda establecer la comparación.

*Trigos de los Estados Unidos.*—Estos tienen una composición muy variada, a causa de la diferencia de climas. En *los trigos de Francia* las diferencias son menos marcadas. Hé aquí los datos que suministra Balland (1):

	Trigos de EE. UU.		Trigos de Francia	
	Máximun	Mínimun	Mínimun	Máximun
Agua. . . . .	14,56	10,30	10,10	15,90
Materias azoadas. . .	13,96	7,48	7,58	12,00
Grasas. . . . .	2,25	1,10	1,10	2,00
Cenizas. . . . .	1,98	1,42	1,12	2,10

Como se ve por estos datos comparativos y por el resultado de los análisis de las dos muestras de arroz, la una norteamericana y la otra del país, habría más bien razón para pensar que nuestro suelo es suficientemente rico en materiales nutritivos y que nuestros productos alimenticios nada tienen que envidiar a los europeos.

Hasta las mismas leguminosas que toman el ázoe (2) de la atmósfera, ázoe que, como se sabe, es insuficiente en las alturas, parece que dispusieran de un mecanismo compensador, análogo al de los animales para el oxígeno, porque su proporción de ázoe está en nuestras habas y en nuestras arvejas en la misma proporción que en Europa.

Pero repito que el número de mis análisis ha sido muy pequeño, y que, por consiguiente, no se está autorizado para hacer sobre ellos sino meras suposiciones.

Los análisis de eliminación azoada que se refieren a observaciones más numerosas, compensan, en parte, las deficiencias de aquéllos.

(Continuará)

(1) Balland. Loc. Cit.

(2) Recherches sur la fixation de l'azote par les plantes. Annales de l'Institut Pasteur. 1892. Número 2.—A. Balland. Loc. Cit., Págs. 99 y 100.

