



# Universidad Nacional Autónoma de México

---

FACULTAD DE QUIMICA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE DIFERENTES CATALIZADORES  
EN EL METODO KJELDAHL PARA DETERMINAR  
NITROGENO TOTAL.**

## TESIS

Que para obtener el Título de

Q U I M I C O .

p r e s e n t a .

**JOSE JUAN CAMACHO SANCHEZ**

México, D. F.

1 9 8 2



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCION ..... PAG 1

CAPITULO II

GENERALIDADES ..... " 2

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL ..... " 5

CAPITULO IV

RESULTADOS ..... " 10

CAPITULO V

CONCLUSIONES ..... " 29

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA ..... " 30

## I N T R O D U C C I O N

Debido a la gran importancia que tiene el nitrógeno tanto en la vida vegetal como animal, la determinación cuantitativa de este elemento es fundamental en el análisis de suelos.

El nitrógeno se encuentra en el suelo de forma orgánica y inorgánica; el orgánico incluye el de los aminoácidos y proteínas vegetales; en tanto que el nitrógeno inorgánico incluye nitratos, nitritos y sales amoniacales.

Para la determinación de nitrógeno total el método más usado es el volumétrico, que se basa en el método Kjeldahl (7,10,11,14,19,20,22). Al método original se le han hecho varias modificaciones(1,2).

El objetivo de esta tesis, es hacer un compendio de todas esas modificaciones, que consisten principalmente, en variar los catalizadores.

La comparación se llevo a cabo, utilizando doce muestras de suelo y siete mezclas de catalizadores, se trabajo cada muestra con cada catalizador, para seleccionar el catalizador más adecuado, tanto en su manejo, como en disminuir el tiempo de digestión.

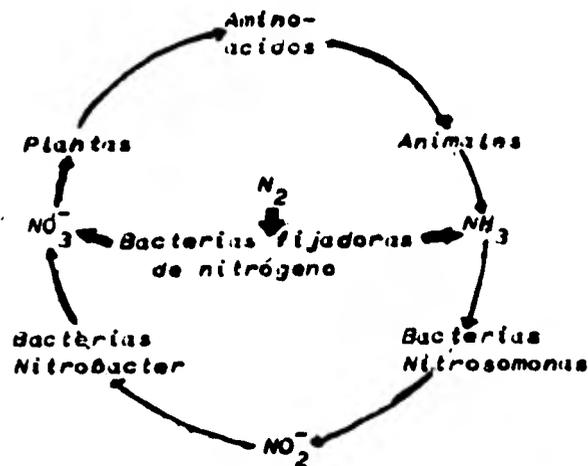
## GENERALIDADES

El nitrógeno (13) es un elemento fundamental en proteínas y en compuestos de la materia viva. Es el único elemento del grupo V que se encuentra en estado gaseoso combinado se presenta en cantidades pequeñas en la corteza terrestre principalmente en forma de sales de amonio, nitritos y nitratos, pero el elemento libre forma el 79 % aproximadamente del volumen de la atmósfera.

Es incoloro e inodoro, difícil de condensarse, menos soluble en el agua que el oxígeno. Es un elemento inerte, sobre todo a la temperatura ambiente, como elemento del grupo V muestra una variedad de estados de oxidación que implica la compartición de los electrones de valencia, existen compuestos desde menos tres hasta más cinco, ejemplos:  $-3(\text{NH}_3)$  ;  $0(\text{N}_2)$  ;  $+3(\text{N}_2\text{O}_3)$  ;  $+5(\text{N}_2\text{O}_5)$  .

Combinado en suelos y aguas se cicla sin cesar(12).

Diagrama del ciclo del nitrógeno.



Las plantas lo obtienen del suelo en forma de proteína vegetal que reducen para formar amoníaco, aminoácidos y otros productos de los cuales son utilizados por los animales y devueltos al suelo en forma de urea, y amoníaco.

Entre los métodos (3,7,10,14,17,19,20,22,23,24) más empleados para determinar nitrógeno total se encuentra los métodos volumétricos (1,2) introducidos en Dinamarca en el año de 1883.

Este método consta de tres etapas (22) que son: digestión, destilación y titulación. Durante la digestión la muestra con ácido sulfúrico, se añade el catalizador para aumentar la temperatura de ebullición y asegurar que todo el nitrógeno orgánico sea liberado en forma de amoníaco. Se destila y se determina el nitrógeno amoniacal por titulación con una solución de ácido valorada.

Este método suele ser modificado para varios tipos de compuestos orgánicos e inorgánicos. La búsqueda de catalizadores(9) es variada para modificar el tiempo de digestión.

Inicialmente Kjeldahl (17) empleo permanganato de potasio, con el fin de ayudar a obtener un mayor punto de ebullición de la reacción. En 1885 (17) Wilfarth empleo el óxido de cobre, de mercurio y/o fierro. En 1889 Cuning (8) introdujo el uso de sulfato de potasio con lo que logro disminuir el tiempo de digestión y obtener mayor porcentaje de nitrógeno inorgánico.

Posteriormente Kleman y Heuse (6) encontraron un periodo de digestión menor al agregar agua oxigenada al 30 % a la muestra antes de agregar ácido sulfúrico concentrado.

Sbarawsky y Richard (6) trabajaron con yoduro mercurioso en lugar de óxido de mercurio, pero Hassing(6) encontró que el yoduro mercurioso no aceleraba la digestión y reporto desventajas en su uso por la sublimación del yodo sobre el cuello del matraz. Perry (6) empleo la mezcla de pentóxido de vanadio y óxido cúprico. Lepper(6) empleo sulfato de potasio, sulfato de cobre y ácido sulfúrico reportando una excelente digestión. Lauro(15) sustituyo el empleo de óxido de mercurio (Wilfarth) por óxido de selenio y obtuvo excelente resultado. Mesman (6) empleo una mezcla de mercurio y selenio. Harrel y Lanning (6) encontraron que el tiempo de digestión varia de acuerdo a el sulfato de potasio y el volumen de ácido sulfúrico usado. Robinson y Schiffenberger emplearon persulfato

- de potasio. Folin y Wright agregaron mezcla de ácido fosfórico y ácido sulfúrico con mercurio y tricoloruro de hierro. Niedan y Niedert (6) emplearon una parte de sulfato de potasio y tres partes de sulfato de cobre pentahidratado.

## S U E L O

La masa continental de nuestro planeta, está cubierta por una capa superficial no consolidada de partículas minerales derivadas de la roca madre(12).

Al avanzar la erosión los materiales finos en suspensión se hace visible una estratificación en la cual los horizontes tienen diferentes propiedades (7) físicas y químicas. La cantidad de material orgánico puede modificar sus características físicas determinada por los componentes minerales.

Además el material orgánico es el origen principal del suelo, el perfil del suelo va a estar dado por la erosión, los materiales más finos se acumulan gradualmente a niveles inferiores, los perfiles del suelo se observan en cortes recientes cuando se estudia al mismo tiempo la vegetación.

Las características principales del suelo (11) dependen principalmente de la textura y distribución por tamaño de partículas minerales y se expresa enunciando su composición en términos de arena, limo y arcilla, estas fracciones se definen conforme el tamaño de partícula.

El material orgánico de un suelo(12) modifica las características físicas determinadas por los componentes minerales, el material orgánico es el origen principal del nitrógeno en el suelo, encontrándose bajo tres formas amoniacal nítrico y nitroso.

**P A R T E E X P E R I M E N T A L**

Las muestras de suelo fueron proporcionadas por el laboratorio de Edafología (CETENAL), de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

Están clasificados de acuerdo al sistema de suelos FAO de la ONU de 1968 y su modificación en 1970, el uso de unidades de suelo del sistema y de los horizontes y características.

La siguiente tabla muestra el origen y clasificación de los suelos; la cual fué proporcionada por el laboratorio de Edafología CETENAL, tomando en cuenta las claves de unidades de suelo de la FAO.

No muestra	Origen	UNESCO-CETENAL
1	Tlaxco, Tlaxcala	Castañosen
2	Chalco, Edo de México	Andosol
3	Ixtamtitlán, Tlaxcala	Castañosen
4	Puebla	Vertisol
5	Puebla	Luvisol
6	Baja California	Solonet
7	Puebla	Cambisol
8	Puebla	Fosem
9	Sonora	Yermosol
10	Puebla	Luvisol
11	Puebla	Fluvisol
12	Puebla	Regosol

**APARATOS: Digestor Kjeldahl**

GCA/ precisión Scientific, Chicago IC 60647, U.S.A.

características eléctricas: 120 Volts, 1100 Watts, 9.5 Amp.

**Digestor Kjeldahl**

GCA/precisión Scientific, Chicago -IL 60647, U.S.A. serie No 12 AG/5

características eléctricas: 120 Volts, 1100 Watts, 9.5 Amp.

Potenciometro (Deckman)

Balanza analítica (E. Mettler)

Balanza granataria (Harvard)

**MATERIAL DE VIDRIO:**

1. Matraces Kjeldahl de 500 ml
2. Matraces erlenmeyer de 500 y 2000 ml
3. Vaso de precipitado de 250 ml
4. Probeta de 10 ml y de 100 ml
5. Bureta de 50 ml
6. Matraces aforado de 100 y 1000 ml
7. Vidrios de reloj de 7.5 D
8. Espátula de cromo-niquel

**REACTIVOS: Soluciones para Kjeldahl Digestión**

Acido sulfúrico concentrado

mezcla de catalizadores:

80g  $K_2SO_4$  / 80g  $CuSO_4$

100g  $K_2SO_4$  / 2.24g  $SeO_2$

60g  $K_2SO_4$  / 12g HgO rojo

100g  $K_2SO_4$  / 10g  $CuSO_4$  / 2.5g  $SeO_2$

65g  $K_2SO_4$  / 6.5g  $CuSO_4$  / 6.5g HgO rojo

80g  $K_2SO_4$  / 40g HgO rojo / 5g  $SeO_2$

50g  $K_2SO_4$  / 50g  $CuO$  / 50g  $V_2O_5$

**REACTIVOS: Soluciones para Kjeldahl Destilación**

Hidróxido de sodio al 40 %

Acido bórico al 4 %

Acido clorhídrico 0.1 N

Indicador mixto: rojo de metilo/verde de bromocresol

0.1g de rojo de metilo y 0.5g de verde de bromocresol en 100 ml de alcohol etílico al 95% y llevar a pH 4.5 .

Indicador mixto: rojo de metilo / azul de metileno

0.125g de rojo de metilo y 0.625g de azul de metileno se afora a 250 ml con alcohol etílico al 95% a pH 4.5 .

## M E T O D O:

*Determinación de nitrógeno total por el método Kjeldahl.*

Se pesa 0.5g de suelo en base seca y se coloca en un matraz Kjeldahl de 500 ml, 2 ó 3g de catalizador y 10 a 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, se somete a calentamiento hasta que quede una solución incolora. Se deja enfriar y se añaden lentamente 200 ml de agua destilada por la pared del matraz, inclinado aproximadamente  $45^{\circ}$  y enfriando en baño de agua, agregar 50 ml de hidróxido de sodio al 40 % y tres granallas de zin y agitar.

Se prepara en un matraz erlenmeyer de 500 ml con 25 ml de ácido bórico al 4 % con tres gotas de indicador mixto (Rojo de Metilo/Verde de Bromocresol) e Ph 4.5 . Una vez que esta todo preparado encender la parrilla y el sistema de refrigeración , destilar un volumen de 250 ml . Titular con una solución de ácido clorhídrico 0.1 N hasta que vire de azul a rojo .

Notas: como indicador mixto.

	Ph	Vire
a) Rojo de Metilo/Verde de Bromocresol	4.5	Azul - V - Rojo
b) Rojo de Metilo/Azul de Metileno	5.6	Lila - I - Púrpura

La preferencia de usar ácido bórico (16) en lugar de otro ácido como podría ser: ácido Sulfúrico , ácido Clorhídrico, se debe más que nada a la ventaja que presenta con el uso de un indicador desarrollando un color con una intensidad intermedia a través del límite de rango de la acidez, y que es apropiado para una correcta comparación de color.

El método para la determinación de nitrógeno total. Está basado en la reacción que tiene lugar entre una sal de amonio y una base fuerte.



El amoniaco así desprendido se destila cuantitativamente absorbiéndose en un volumen de ácido bórico. Se calcula la cantidad de nitrógeno correspondiente.

El % de nitrógeno total, se calcula aplicando la formula general, teniendo en cuenta el miliequivalente del nitrógeno (0.014).

Formula general:

$$\% N = \frac{V \times N \times m.e. \times 100}{P}$$

Donde:  $V =$  Volumen del titulante HCl

$N =$  Normalidad del titulante (0.1150N)

$m.e. =$  Miliequivalente del nitrógeno

$P =$  Peso de la muestra

## R E S U L T A D O S

El análisis que se efectuó en las 12 muestras de suelo, con 7 mezclas de catalizaciones, así como el empleo de 2 indicadores.

Las tablas de la I - VIII fueron valoradas utilizando como indicador Rojo de metilo /Verde de Bromocresol.

De las tablas IX - XVI se efectuó un análisis al azul a 6 muestras de suelo, se utilizó como indicador Rojo de metilo/Azul de metileno, el empleo de este indicador es con la finalidad de comprobar los resultados con las primeras tablas .

El análisis de cada muestra de suelo se efectuó por duplicado obteniéndose una media aritmética como resultado final.

Como objetivo principal se tomó en cuenta la cantidad de suelo (0.5g ) así como la del catalizador , tiempo de digestión y cantidad de nitrógeno total.

TABLA I

Catalizador usado: 80g  $K_2SO_4$  / 80g  $CuSO_4$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	10	3	1.20	0.2	0.06
2	0.5	10	3	1.20	0.7	0.22
3	0.5	10	3	1.20	0.1	0.03
4	0.5	10	3	1.20	0.4	0.12
5	0.5	10	3	1.20	0.4	0.12
6	0.5	10	3	1.20	0.3	0.09
7	0.5	10	3	1.20	0.2	0.06
8	0.5	10	3	1.20	0.5	0.19
9	0.5	10	3	1.20	0.3	0.09
10	0.5	10	3	1.20	0.3	0.09
11	0.5	10	3	1.20	0.4	0.12
12	0.5	10	3	1.20	0.5	0.16

TABLA II

Catalizador usado: 100g  $K_2SO_4$  / 2.24g  $SeO_2$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml $HCl$ 0.1 N	% nitrógeno
1	0.5	10	4	1.40	1.1	0.35
2	0.5	10	4	1.40	1.0	0.32
3	0.5	10	4	1.40	0.3	0.09
4	0.5	10	4	1.40	0.2	0.06
5	0.5	10	4	1.40	0.2	0.06
6	0.5	10	4	1.40	0.5	0.16
7	0.5	10	4	1.40	0.3	0.09
8	0.5	10	4	1.40	0.8	0.25
9	0.5	10	4	1.40	0.4	0.12
10	0.5	10	4	1.40	0.5	0.16
11	0.5	10	4	1.40	0.2	0.06
12	0.5	10	4	1.40	0.2	0.06

TABLA III

Catalizador usado: 40g  $K_2SO_4$  / 20g  $HgSO_4$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr. digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	10	3	1.25	1.1	0.35
2	0.5	10	3	1.25	1.6	0.64
3	0.5	10	3	1.25	1.3	0.41
4	0.5	10	3	1.25	0.7	0.22
5	0.5	10	3	1.25	0.8	0.25
6	0.5	10	3	1.25	0.7	0.22
7	0.5	10	3	1.25	0.8	0.25
8	0.5	10	3	1.25	0.6	0.19
9	0.5	10	3	1.25	0.8	0.25
10	0.5	10	3	1.25	0.9	0.28
11	0.5	10	3	1.25	0.5	0.16
12	0.5	10	3	1.25	0.7	0.22

TABLA IV

Catalizador usado: 60g  $K_2SO_4$  / 12g  $H_2O$  rojo

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	10	2	1.55	0.2	0.06
2	0.5	10	2	1.55	0.7	0.22
3	0.5	10	2	1.55	0.1	0.03
4	0.5	10	2	1.55	0.4	0.12
5	0.5	10	2	1.55	0.4	0.12
6	0.5	10	2	1.55	0.3	0.09
7	0.5	10	2	1.55	0.2	0.06
8	0.5	10	2	1.55	0.6	0.14
9	0.5	10	2	1.55	0.3	0.09
10	0.5	10	2	1.55	0.2	0.06
11	0.5	10	2	1.55	0.4	0.12
12	0.5	10	2	1.55	0.5	0.16

TABLA V

Catalizador usado: 50g  $K_2SO_4$  / 50g  $V_2O_5$  / 50g  $CuO$

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	20	3	1.35	—	—
2	0.5	20	3	1.35	—	—
3	0.5	20	3	1.35	—	—
4	0.5	20	3	1.35	—	—
5	0.5	20	3	1.35	—	—
6	0.5	20	3	1.35	—	—
7	0.5	20	3	1.35	—	—
8	0.5	20	3	1.35	—	—
9	0.5	20	3	1.35	—	—
10	0.5	20	3	1.35	—	—
11	0.5	20	3	1.35	—	—
12	0.5	20	3	1.35	—	—

TABLA VI

Catalizador usado: 65g  $K_2SO_4$  / 6.5g  $CuSO_4$  / 6.5g  $HgO$  rojo

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml $HCl$ 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	10	2	1.42	0.2	0.06
2	0.5	10	2	1.42	0.1	0.03
3	0.5	10	2	1.42	0.1	0.03
4	0.5	10	2	1.42	0.4	0.12
5	0.5	10	2	1.42	0.1	0.03
6	0.5	10	2	1.42	0.2	0.06
7	0.5	10	2	1.42	0.2	0.06
8	0.5	10	2	1.42	0.3	0.09
9	0.5	10	2	1.42	0.2	0.06
10	0.5	10	2	1.42	0.3	0.09
11	0.5	10	2	1.42	0.3	0.09
12	0.5	10	2	1.42	0.1	0.03

TABLA **VI**Catalizador usado: 100g  $K_2SO_4$  / 10g  $CuSO_4$  / 2.5g  $SnO_2$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	20	3	1.18	0.3	0.09
2	0.5	20	3	1.18	0.2	0.06
3	0.5	20	3	1.18	0.3	0.09
4	0.5	20	3	1.18	0.4	0.12
5	0.5	20	3	1.18	0.1	0.03
6	0.5	20	3	1.18	0.2	0.06
7	0.5	20	3	1.18	0.1	0.03
8	0.5	20	3	1.18	0.4	0.12
9	0.5	20	3	1.18	0.4	0.12
10	0.5	20	3	1.18	0.3	0.09
11	0.5	20	3	1.18	0.3	0.09
12	0.5	20	3	1.18	0.2	0.06

TABLA VIII

Catalizador usado: 80g  $K_2SO_4$  / 40g HgO rojo / 5g  $SeO_2$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1 N	% nitrógeno
1	0.5	20	2.5	1.20	0.3	0.09
2	0.5	20	2.5	1.28	0.5	0.16
3	0.5	20	2.5	1.28	0.2	0.06
4	0.5	20	2.5	1.22	0.3	0.09
5	0.5	20	2.5	1.28	0.2	0.06
6	0.5	20	2.5	1.28	0.4	0.12
7	0.5	20	2.5	1.28	0.4	0.12
8	0.5	20	2.5	1.28	0.6	0.19
9	0.5	20	2.5	1.28	0.6	0.19
10	0.5	20	2.5	1.26	0.4	0.12
11	0.5	20	2.5	1.28	0.5	0.16
12	0.5	20	2.5	1.28	0.4	0.12

TABLA IX

Catalizador usado: 80g  $K_2SO_4$  / 80g  $CuSO_4$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1 N	% nitrógeno
1	0.5	10	2	1.25	0.3	0.09
2	0.5	10	2	1.25	0.4	0.12
3	0.5	10	2	1.25	0.3	0.09
4	0.5	10	2	1.25	0.2	0.06
5	0.5	10	2	1.25	0.1	0.03
6	0.5	10	2	1.25	0.2	0.06

TABLA X

Catalizador usado: 100g  $K_2SO_4$  / 2.24g  $SeO_2$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	15	3	1.15	1.1	0.35
2	0.5	15	3	1.15	0.9	0.28
5	0.5	15	3	1.15	0.4	0.12
6	0.5	15	3	1.15	0.3	0.09
9	0.5	15	3	1.15	0.4	0.12
11	0.5	15	3	1.15	0.5	0.16

TABLA XI

Catalizador usado: 40g  $K_2SO_4$  / 20g  $HgSO_4$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	10	3	1.25	1.0	0.32
2	0.5	10	3	1.25	1.9	0.61
3	0.5	10	3	1.25	0.6	0.19
4	0.5	10	3	1.25	0.9	0.28
5	0.5	10	3	1.25	0.8	0.25
6	0.5	10	3	1.25	0.5	0.16

TABLA XII

Catalizador usado: 60g  $K_2SO_4$  / 12g  $HgO$  rojo

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml $HCl$ 0.1N	% nitrógeno
2	0.5	20	3	1.18	0.6	0.19
4	0.5	20	3	1.18	0.5	0.16
6	0.5	20	3	1.18	0.3	0.09
8	0.5	20	3	1.18	0.6	0.19
10	0.5	20	3	1.18	0.4	0.12
12	0.5	20	3	1.18	0.3	0.09

TABLA XIII

Catalizador usado: 50g  $K_2SO_4$  / 50g  $V_2O_5$  / 50g  $CuO$

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
1	0.5	20	3	1.35	—	—
3	0.5	20	3	1.35	—	—
5	0.5	20	3	1.35	—	—
7	0.5	20	3	1.35	—	—
9	0.5	20	3	1.35	—	—
11	0.5	20	3	1.35	—	—

TABLA XIV

Catalizador usado: 65g  $K_2SO_4$  / 6.5g  $CuSO_4$  / 6.5g HgO rojo

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
5	0.5	10	2	1.30	0.4	0.12
6	0.5	10	2	1.30	0.3	0.09
8	0.5	10	2	1.30	0.4	0.12
9	0.5	10	2	1.30	0.3	0.09
10	0.5	10	2	1.30	0.5	0.16
11	0.5	10	2	1.30	0.7	0.22

TABLA XVCatalizador usado: 100g  $K_2SO_4$  / 10g  $CuSO_4$  / 2.5 g  $SeO_2$ 

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1 N	% nitrógeno
1	0.5	20	3	1.20	0.6	0.19
3	0.5	20	3	1.20	0.4	0.12
5	0.5	20	3	1.20	0.2	0.06
7	0.5	20	3	1.20	0.7	0.22
9	0.5	20	3	1.20	0.4	0.12
11	0.5	20	3	1.20	0.5	0.16

TABLA XVI

Catalizador usado: 80g  $K_2SO_4$  / 40g  $HgO$  rojo / 5 g  $SeO_2$

No muestra	g muestra	ml $H_2SO_4$	g catalizador	hr digestión	ml HCl 0.1N	% nitrógeno
6	0.5	20	2.5	1.25	0.6	0.19
7	0.5	20	2.5	1.25	0.4	0.12
8	0.5	20	2.5	1.25	0.5	0.16
9	0.5	20	2.5	1.25	0.3	0.09
10	0.5	20	2.5	1.25	0.4	0.16
11	0.5	20	2.5	1.25	0.6	0.19

*Tablas comparativas de determinación de nitrógeno total*

	<i>Tabla I</i>	<i>Tabla II</i>	<i>Tabla III</i>	<i>Tabla IV</i>
1.	0.06	0.35	0.35	0.06
2.	0.22	0.32	0.64	0.22
3.	0.03	0.08	0.41	0.03
4.	0.12	0.06	0.22	0.12
5.	0.12	0.06	0.25	0.12
6.	0.09	0.16	0.22	0.09
7.	0.06	0.09	0.25	0.06
8.	0.19	0.25	0.19	0.14
9.	0.09	0.12	0.25	0.09
10.	0.06	0.16	0.28	0.06
11.	0.12	0.06	0.16	0.12
12.	0.16	0.06	0.22	0.16

	<i>Tabla V</i>	<i>Tabla VI</i>	<i>Tabla VII</i>	<i>Tabla VIII</i>
1.	---	0.06	0.09	0.09
2.	---	0.03	0.06	0.16
3.	---	0.03	0.09	0.06
4.	---	0.12	0.12	0.09
5.	---	0.03	0.03	0.06
6.	---	0.06	0.06	0.12
7.	---	0.06	0.03	0.12
8.	---	0.09	0.12	0.19
9.	---	0.06	0.09	0.19
10.	---	0.09	0.09	0.12
11.	---	0.09	0.09	0.16
12.	---	0.03	0.06	0.12

Tablas comparativas de determinación de nitrógeno total

Tabla IX		Tabla X		Tabla XI		Tabla XII	
1.	0.32	1.	0.35	1.	0.32	2.	0.19
2.	0.61	2.	0.28	2.	0.61	4.	0.16
3.	0.19	5.	0.12	3.	0.19	6.	0.09
4.	0.28	6.	0.09	4.	0.28	8.	0.19
5.	0.25	9.	0.12	5.	0.25	10.	0.12
6.	0.16	11.	0.16	6.	0.16	12.	0.09

Tabla XIII		Tabla XIV		Tabla XV		Tabla XVI	
1.	---	5.	0.12	1.	0.19	6.	0.19
3.	---	6.	0.09	3.	0.12	7.	0.12
5.	---	8.	0.12	5.	0.06	8.	0.16
7.	---	9.	0.09	7.	0.22	9.	0.09
9.	---	10.	0.19	9.	0.12	10.	0.16
11.	---	11.	0.16	11.	0.16	11.	0.19

## CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis comparativo de los resultados obtenidos en el estudio de las doce muestras de suelo, empleando siete diferentes catalizadores, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Los catalizadores (II)  $K_2SO_4/SeO_2$ , (III)  $K_2SO_4/HgSO_4$ , (IV)  $K_2SO_4/HgO$  rojo, (VIII)  $K_2SO_4/HgO$  rojo/ $SeO_2$  dan valores elevados de nitrógeno comparado con los otros resultados. Esto se debe a que en unos casos fue mayor el rompimiento de las uniones debido a una efectividad mayor del catalizador.
2. Los catalizadores (I)  $K_2SO_4/CuSO_4/HgO$  rojo, y (VII)  $K_2SO_4/CuSO_4/SeO_2$  dan valores intermedios de nitrógeno.
3. El catalizador (V)  $K_2SO_4/V_2O_5/CuO$  no se detectó nitrógeno debido a una inhibición del catalizador.
4. Se usarán como indicadores las mezclas: Rojo de Metilo / Verde de Bromocresol, en la determinación de nitrógeno mostrados en la tabla I a la VIII, en la tabla IX a la XVI se usó Rojo de Metilo/Azul de Metileno con la finalidad de comparar los indicadores encontrándose resultados variables que no pueden ser explicados.

No se puede considerar a ninguno de ellos como óptimo pero el catalizador que da mejores resultados en cuanto a la clarificación de la solución digestora, así como el menor tiempo de digestión es el catalizador (III)  $K_2SO_4/HgSO_4$ .

**BIBLIOGRAFIA.**

1. Bradstreet, R.B., *Anal Chem.*, 10, 696 (1938).
2. Bradstreet, R.B., *Chem Review.*, 27, 331-350 (1940).
3. Connor, A.K.  
*A Textbook of Pharmaceutical Analysis*  
John Wiley and Son; Inc  
N.Y. (1967).
4. Croon, B., *Anal Chem.*, 14, 476 (1942).
5. Eisner, A., *Anal Chem.*, 6, 473 (1934).
6. Fabian Cárabez Ma de la Luz  
*Tesis Profesional UNAM*  
México, D.F. (1956).
7. Genroits, K.K.  
*Chemical Analysis of Soils*  
For Scientific Translation, Ltd  
Tome 2 (1974).
8. Gerritz, H.W., *Anal Chem.*, 7, 380-385 (1935).
9. Hiller, A., *The Biol. Chem.*, 26, 1401-1414 (1948).
10. Jacobs, B.M.  
*The Chemical Analysis of food and food*  
D. Van Nostrand comp, Inc  
N.Y. (1958).
11. Jackson, M.L.  
*Soil Chemical Analysis*  
Printice Hill, Inc.  
Englewood Cliffs, N.Y. (1958).

12. Kramer, J.P.  
*Relaciones hídricas de suelo y plantas*  
Aguilar, S.A.  
Madrid (1968).
13. Kleinberg, J.  
*Química Inorgánica*  
Ed Reverté, S.A.  
México, (1963).
14. Kolthoff, I.M.  
*Textbook of Quantitative Inorganic Analysis*  
Third Edition  
Ed McMillan Comp  
N.Y. (1967).
15. Laure, F.M., *Anal Chem.*, 3, 401-402 (1931).
16. Meeker, W.E., *Anal Chem.*, 5, 396-398 (1953).
17. *Methods in food analysis*  
*Physical Chemistry and Instrumental Methods of Analysis*  
Second Edition  
Academic Press  
London (1970).
18. Mitchcock, I.D., *Anal Chem.*, 5, 402 (1933).
19. O.A.C. *Official and Tentative methods of Analysis*  
Washington D.C., U.S.A.  
Edition 11, (1970).

20. Orozco, D.F.  
Análisis Químico Cuantitativo  
Octava Edición  
Ed Porrúa, S.A.  
México, (1975).
21. Pepkowitz, P.L., Anal Chem., 14, 856-857 (1942).
22. Secretaría de Recursos Hidráulicos  
Vol II (Análisis de aguas y desechos de aguas)  
Tercera Edición  
México, (1978).
23. Standard Method of Chemical Analysis  
Sixth Edition., Vol one.  
R.E. Krieger Publishing Comp  
N.Y. (1975).
24. Tennant, J., Anal Chem., 4, 410 (1932).
25. Vogel, I.A.  
Química Analítica Cuantitativa  
Vol I  
Ed Kapelusz (1960).