



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

presenta

JOSE JUAN CAMACHO SANCHEZ

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE *Prof.* ALBERTO OBREGON PEREZ
VOCAL *Prof.* YOLANDA CABALLERO ARROYO
SECRETARIO *Prof.* ELVIA PILAR MARTINEZ IZAGUIRRE
1er.SUPLENTE *Prof. Ma del* CARMEN OLMOS PEREZ
2do.SUPLENTE *Prof.* SELMA SOSA SEVILLA

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA : LABORATORIO DE QUIMICA EXPERIMENTAL
APLICADA, FACULTAD DE QUIMICA.**

SUSTENTANTE:


JOSE JUAN CAMACHO SANCHEZ

ASESOR DEL TEMA :


Q. ELVIA PILAR MARTINEZ IZAGUIRRE



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

Esta tesis se efectuó en el laboratorio de química experimental aplicada de la facultad de química, U.N.A.M.

Agradezco a todas las personas que de una u otra forma hayan intervenido en la elaboración de esta tesis, la mención traería como consecuencia la exclusión.

D E D I C A T O R I A :

A MI FAMILIA

A MIS MAESTROS

A MIS AMIGOS

*Discreto y prudente es el hombre que no se entrega totalmente a
los demas y algo se guarda para si mismo.*

... Pericles .

R E C O N O C I M I E N T O :

***El presente trabajo fué realizado bajo la dirección:
Quimico. Elvia Pilar Martinez Izaguirre, a quien expreso mi más pro-
fundo agradecimiento y admiración.***

C O N T E N I D O

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N P A G 1

C A P I T U L O II

G E N E R A L I D A D E S " 2

C A P I T U L O III

P A R T E E X P E R I M E N T A L " 5

C A P I T U L O IV

R E S U L T A D O S " 10

C A P I T U L O V

C O N C L U S I O N E S " 29

C A P I T U L O VI

B I B L I O G R A F I A " 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 .

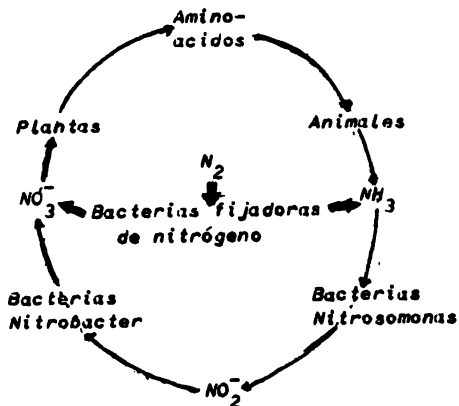
GENERALIDADES

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, ejemplo: $-3(\text{NH}_3)$; $0(\text{N}_2)$; $+3(\text{N}_2\text{O}_3)$; $+5(\text{N}_2\text{O}_5)$.

Combinado en suelos y agua se ciclica 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) trabajarón 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) encontrarón que el tiempo de digestión varia de acuerdo a el sulfato de potasio y el volumen de ácido sulfúrico usado. Robinson y Schillenberger emplearón persulfato

- de potasio. Folin y Wright agregarón mezcla de ácido fosfórico y ácido sulfúrico con mercurio y tricloruro de hierro . Nieder y Niederl (6) emplearón 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	Castañosol
2	Chalco, Edo de México	Andosol
3	Ixtamtitlán, Tlaxcala	Castañosol
4	Puebla	Vertisol
5	Puebla	Luvisol
6	Baja California	Solonet
7	Puebla	Cambisol
8	Puebla	Foosol
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 electricas: 120 Volts, 1100 Watts, 9.5 Amp.

Digestor Kjeldahl

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

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

Potenciometro (Beckman)

Balanza analitica (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. Espatula 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 añora 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° y enfriando en baño de agua, agregar 50 ml de hidróxido de sodio al 40 % y tres granallas de zin y agitar.

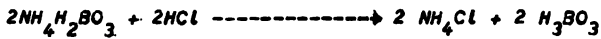
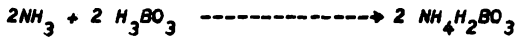
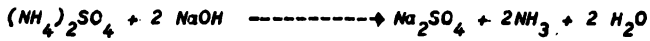
Se prepara en un matraz erlenmayer de 500 ml con 25 ml de ácido bórico al 4 % con tres gotas de indicador mixto (Rojo de Metilo/Verde de Bromocresol) a Ph 4.5 . Una vez que esta todo preparado encender la parrilla y el sistema de refrigeración , destilar un volumen de 250 ml . Titular con una solución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

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 amoníaco 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 fórmula general; teniendo en cuenta el miliequivalente del nitrógeno (0.014).

Fórmula general:

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

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 catalizadores, 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	0.2	0.06
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	0.6	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	0.46
12	0.5	10	3	1.25	0.7	0.22

TABLA IVCatalizador 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
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 SeO_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	1.28	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	1.28	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	1.28	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 XIICatalizador 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 XIIICatalizador 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 XV

Catalizador 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 usados 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	0.19
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

<i>Tabla IX</i>		<i>Tabla X</i>		<i>Tabla XI</i>		<i>Tabla XII</i>	
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

<i>Tabla XIII</i>		<i>Tabla XIV</i>		<i>Tabla XV</i>		<i>Tabla XVI</i>	
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 fué 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) $K_2SO_4/CuSO_4/BeO_2$ dan valores intermedios de nitrógeno.
3. El catalizador (V) $K_2SO_4/V_2O_5/CuO$ no se detecto nitrógeno debido a una inhibición del catalizador.
4. Se usarón como indicadores las mezclas: Rojo de Metilo / Verde de Bromo-cresol, en la determinación de nitrógeno mostrados en la tabla I a la VIII, en la tabla IX a la XVI se uso Rojo de Metilo/Azul de Metileno con la finalidad de comparar los indicadores encontrandose 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. Gedroits, K.K.
Chemical Analysis of Soils
 For Scientific Translation, Lts
 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. Lauro, 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.
Analisis Quimico Cuantitativo
Octava Edición
Ed Porrúa, S.A.
México, (1975).
21. Pepkowitz, P.L., *Anal Chem.*, 14, 856-857 (1942).
22. Secretaria de Recursos Hidraulicos
Vol II (Analisis 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.
Quimica Analitica Cuantitativa
Vol I
Ed Kapelusz (1960).