

16 fotos

**LIXIVIACION Y VOLATILIZACION DEL NITROGENO EN ALGUNOS SUELOS
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

Por

**HIGIENIO HUMBERTO CORDOBA ALBAN
MARGO ANTONIO MELO ERASO
JOSE VICENTE PRIETO BURDANO**

**Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO**

**Presidente de Tesis
MARIO BLASCO L., I.A., Ph.D**

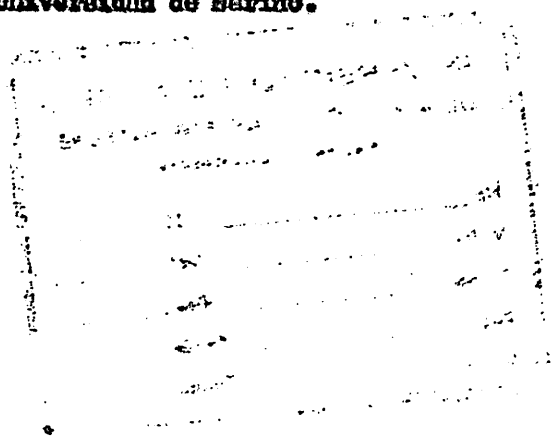
**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO TECNOLOGICO AGRICOLA
Pasto - Colombia**

1.970

MH
T
631.4
C796
91

" Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son de responsabilidad exclusiva de sus autores ".

Artículo 1o. del Acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Bariloche.



A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A ESTHER

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

D E D I C O

HIGINIO HUMBERTO CORDOBA ALBAN

A MES PARENTS
A MES FRÈRES
A MON ONCLE
A MES PARALLÈLES
A MES AMIS

D E D I C O

MARCO ANTONIO MORA BRASO

A MIS PADRES
A MI ESPOSA
A MI HIJO
A MIS HERMANOS
A MIS PARIENTES
A MIS AMIGOS

DEDICO

JOSE VICENTE PRIETO BURRANO

AGRADECIMIENTOS :

A MARIO BLASCO L., I.A. Ph. D.

A FRANCISCO CORTES DE LA ESPINELLA

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Lixiviación del nitrógeno	3
2.2 Volatilización del nitrógeno	4
III. MATERIALES Y METODOS	8
3.1 Materiales	8
3.2 Métodos	8
3.2.1 Preparación	8
3.2.2 Lixiviación del nitrógeno	13
3.2.3 Volatilización del nitrógeno	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	15
4.1 Lixiviación del nitrógeno	15
4.2 Volatilización del nitrógeno	44
V. CONCLUSIONES	60
VI. RESUMEN	62
SUMMARY	63
VII. BIBLIOGRAFIA	64
VIII. APENDIOS	70

ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1. Localización del Departamento de Nariño en la República de Colombia.	10
Figura 2. Localización del Municipio de Pasto en el Departamento de Nariño.	11
Figura 3. Municipio de Pasto con las zonas del Altiplano estudiadas.	12
Figura 4. Cantidades de nitrógeno lixiviado (4 semanas), de los suelos que recibieron una aplicación de 25 ppm.	47
Figura 5. Cantidades de nitrógeno lixiviado (4 semanas), de los suelos que recibieron una aplicación de 75 ppm.	48
Figura 6. Cantidades de nitrógeno lixiviado (4 semanas), de los suelos que recibieron una aplicación de 100 ppm.	49
Figura 7. Cantidades totales de nitrógeno lixiviado (1 lixivación), de los suelos que recibieron una aplicación de 25 ppm.	50

	Pág.
Figura 8. Cantidades totales de nitrógeno lixiviado (i lixiviaci3n), de los suelos que reci - bieron una aplicaci3n de 75 ppm.	51
Figura 9. Cantidades totales de nitr3geno lixiviado (i lixiviaci3n), de los suelos que reci - bieron una aplicaci3n de 100 ppm.	52
Figura 10. Cantidades de nitr3geno volatilizado de los suelos incubados durante 7 d3as, con aplicaci3n de 75 ppm. y 50% de humedad.	53
Figura 11. Cantidades de nitr3geno volatilizado de los suelos incubados durante 7 d3as con aplicaci3n de 150 ppm. y 50% de humedad.	54
Figura 12. Cantidades de nitr3geno volatilizado de los suelos incubados durante 21 d3as, a 50% de humedad.	55
Figura 13. Cantidades de nitr3geno volatilizado de los suelos incubados durante 21 d3as a 50% de humedad.	56
Figura 14. P3rdidas totales de nitr3geno por lixi - viaci3n en el suelo de Totana.	57

Figura 15. Pérdidas totales de nitrógeno por lir
viviación en el suelo de Gujacal.

50

Figura 16. Pérdidas totales de nitrógeno por lir
viviación en el suelo de La Laguna.

59

TABLAS

Pág.

TABLA I.	Algunas características de los suelos <u>u</u> cades en los experimentos de lixiviación y volatilización del nitrógeno.	9
TABLA II.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviados en la primera semana en suelos del Altipla no de Pasto que recibieron una aplica - ción de 25 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm.	16
TABLA III.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviado en la segunda semana en suelos del Altipla no de Pasto que recibieron una aplica - ción de 25 ppm. de nitrógeno. Resulta - dos en ppm.	17
TABLA IV.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviado en la tercera semana en suelos del Altipla no de Pasto que recibieron aplicación de 25 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm.	18
TABLA V.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL lixiviado en la cuarta semana en suelos del Altipla no de Pasto que recibieron aplicación de 25 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm.	19

- TABLA VI.** N-NH₃, N-NO₃, N-MINERAL, lixiviado en la primera semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 75 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm. 20
- TABLA VII.** N-NH₃, N-NO₃, N-MINERAL, lixiviado en la segunda semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 75 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm. 21
- TABLA VIII.** N-NH₃, N-NO₃, N-MINERAL, lixiviado en la tercera semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 75 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm. 22
- TABLA IX.** N-NH₃, N-NO₃, N-MINERAL, lixiviado en la cuarta semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 75 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm. 23
- TABLA X.** N-NH₃, N-NO₃, N-MINERAL, lixiviado en la primera semana en suelos del Altiplano de Pasto, que recibieron aplicación

	de 100 ppm. de nitrógeno. Resultados en ppm.	24
TABLA XI.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviado en la segunda semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 100 ppm. de Nitrógeno. Resultados en ppm.	25
TABLA XII.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviado en la tercera semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 100 ppm. de Nitrógeno. Resultados en ppm.	26
TABLA XIII.	N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviado en la cuarta semana en suelos del Altiplano de Pasto que recibieron aplicación de 100 ppm. de Nitrógeno. Resultados en ppm.	27
TABLA XIV.	Resultados acumulativos para N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviados semanalmente durante 4 semanas en suelos que recibieron aplicación de 25 ppm. Resultados en ppm.	28
TABLA XV.	Resultados acumulativos para N-NH ₃ , N-NO ₃ , N-MINERAL, lixiviados semanalmente durante 4 semanas en suelos que recibieron aplicación de 75 ppm. Resultados en ppm.	29

- TABLA XVI.** Resultados acumulativos para $N-NH_3$, $N-NO_3$, $N-MINERAL$, lixiviados sucesivamente durante 4 semanas en suelos que recibieron a aplicación de 100 ppm. Resultados en ppm. 30
- TABLA XVII.** $N-NH_3$, $N-NO_3$, $N-MINERAL$, lixiviado en suelos del Altiplano de Pasto que estuvieron a capacidad de campo durante un mes y que recibieron aplicaciones de 25 ppm. de Nitrógeno. Resultados en ppm. 31
- TABLA XVIII.** $N-NH_3$, $N-NO_3$, $N-MINERAL$, lixiviado en suelos del Altiplano de Pasto que estuvieron a capacidad de campo durante un mes y que recibieron aplicación de 75 ppm. de Nitrógeno. Resultados en ppm. 32
- TABLA XIX.** $N-NH_3$, $N-NO_3$, $N-MINERAL$, lixiviado en suelos del Altiplano de Pasto que estuvieron a capacidad de campo durante un mes y que recibieron aplicación de 100 ppm. de Nitrógeno. Resultados en ppm. 33
- TABLA XX.** Volatilización del amonio bajo 2 niveles de temperatura y 2 niveles de aplicación de N (urea) durante 7 días de incubación de suelos del Altiplano de Pasto (50% de humedad). Resultados en ppm. 34

TABLA XXI.	Volatilización del amonio bajo 2 niveles de temperatura y 2 niveles de aplicación de N (urea) durante 21 días de incubación de suelos del Altiplano de Pasto (50%) de humedad. Resultados en ppm.	35
TABLA XXII.	Resumen de las comparaciones estadísticas de las p-érridas de nitrógeno por lixiviación acumulada en 4 semanas con aplicación de 25 ppm. de N.	36
TABLA XXIII.	Resumen de las comparaciones estadísticas de las p-érridas de nitrógeno por lixiviación acumulada en 4 semanas con aplicación de 75 ppm. de N.	37
TABLA XXIV.	Resumen de las comparaciones estadísticas de las p-érridas de nitrógeno por lixiviación acumulada en 4 semanas con aplicación de 100 ppm. de N.	38
TABLA XXV.	Resumen de las comparaciones estadísticas de las p-érridas de nitrógeno en una lixivación en suelos e capacidad de campo durante un mes con aplicación de 25 ppm.	39
TABLA XXVI.	Resumen de las comparaciones estadísticas de las p-érridas de nitrógeno en una	

lixiviación en suelos a capacidad de cam
po durante un mes, con aplicación de 75
ppm.

40

TABLA XXVII. Resumen de las comparaciones estadísti -
cas de las pérdidas de nitrógeno en una
lixiviación en suelos a capacidad de cam
po durante un mes, con aplicación de 100
ppm.

41

**LIXIVIACION Y VOLATILIZACION DEL NITROGENO EN ALGUNOS
SUELOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO (*)**

Por

HIGINIO HUMBERTO CORDOBA ALBAN

MARCO ANTONIO MELO BRASO

JOSE VICENTE PRIETO HURBAÑO

I. INTRODUCCION

Dentro del ciclo del nitrógeno, se producen a veces serias pérdidas ocasionadas por la lixiviación y volatilización, que ocurren aun en suelos que se consideran óptimos desde el punto de vista agrorpecuario.

La lixiviación y volatilización están influenciadas por varias causas, como drenaje, reacción del suelo, concentración de nitrógeno, etc., que inciden sobre la fracción disponible por las plantas.

En Colombia, son muy escasos los datos que se tienen sobre las pérdidas que por lixiviación y volatilización se presentan en

(*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Mario Elasco L., I.A., Ph. D.

los suelos. Esta investigación trata de aportar algunos datos al respecto, utilizando suelos derivados de cenizas volcánicas del Altiplano de Puno.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Lixiviación del nitrógeno.

Según Webster y Gausear (37), las pérdidas de nitrógeno por lixiviación, ya fueron reportadas por Way, en 1850. Este encontró que todas las aguas de drenaje de la Estación Experimental de Parnham (Inglaterra), contenían algunas cantidades de nitratos.

Allison (1), señala que se han encontrado distintos resultados que consistentemente señalan la pérdida por lixiviación tanto del nitrógeno que contiene el suelo, como el proveniente de las aplicaciones de fertilizantes.

De acuerdo a Cooke, Bates y Fisher (15), la pérdida es mayor a medida que aumenta la concentración del nitrógeno aplicado y la intensidad de las lluvias.

Gausear (19), demostró que la lixiviación del nitrógeno aumenta a medida que los suelos se tornan más livianos. Por otra parte es posible que suelos con buena estructuración sean más difíciles de lixiviar, porque los nitratos pueden ser retenidos dentro de los agregados. Los suelos pesados retienen mejor el NH_4^+ (I) y el NO_3^- debido a su mayor capacidad de intercambio.

Webster y Gausear (37), encontraron que los nitratos son removidos, en principio, rápidamente de suelos moderadas, pero que es muy difícil removerlos completamente, tendiendo a mostrar una cantidad constante antes de su remoción completa.

López (26), señala que según los resultados obtenidos en suelos volcánicos de Caldas, no solamente se pierde el nitrógeno por lixiviación, sino que además, los fertilizantes nitrogenados desplazan a otros cationes (calcio, magnesio, potasio). El poder de desplazamiento de otros cationes es más drástico cuando la fertilización nitrogenada tiene como base el amonio que cuando son los nitratos. En cuanto a pérdidas por lixiviación existen varias medidas. Bremner y Shaw (7), señalan que en promedio el suelo pierde 8 kilos de nitrógeno/Ha./año.

Según Euckman y Brady (12), las pérdidas de nitrógeno por lixiviación en suelos desnudos alcanza la cifra de 76 kilos/Ha./año, mientras que se reduce a 9 kilos/Ha.año, cuando hay rotación, y a 3 kilos cuando el suelo está cubierto con pastos.

De acuerdo a Russell (32), en experimentos llevados por espacio de 45 años el suelo de Rothamsted perdió 1/3 de su nitrógeno original.

2.2 Volatilización del nitrógeno.

El nitrógeno a través de la volatilización puede ser perdido como nitrógeno gaseoso, óxidos de nitrógeno y amoníaco (Allison, 1).

En general, a medida que aumenta la reacción del suelo, especialmente cuando el pH es superior a 7, las pérdidas de nitrógeno por volatilización son altas, incrementándose principalmente en aquellos cuyo complejo de cambio está saturado con sodio y potasio (Krege

y Satchell, 25; Allison, 1; Martin y Chapman, 27).

Sin embargo, el nitrógeno también se pierde en suelos ácidos como han encontrado algunos autores (Gerretsen y Koop, 21; Ganser, 19; Greenland y Rawson, 20).

De acuerdo a Fiesse y Kroontje (31), el mecanismo :



puede ser responsable por las pérdidas de amonio en suelos ácidos. Fiesse y Cornfield (6), indican que las pérdidas pueden ser elevadas en suelos ácidos, posiblemente porque aunque los suelos son ácidos, en distintos puntos del perfil hay materiales que producen una reacción alcalina.

Es consenso general que la volatilización del nitrógeno aumenta con su concentración y la temperatura (Fiesse y Cornfield, 6; Wahab, Khan e Ichag, 36; Jackson y Chang, 23; Baker, Feach y Masgrave, 2; Vanotallen, 34).

En cuanto a la influencia de la humedad en la volatilización del nitrógeno existen algunos problemas, puesto que el amoniaco que se disuelve en el agua, puede reaccionar con la materia orgánica o con los minerales del suelo, o se puede volatilizar si la presión parcial del amoniaco se reduce (Kartland, 30).

Stanley y Smith (33), encontraron que las pérdidas causadas por volatilización en la aplicación de amoniaco anhidro, fueron más grandes que cuando el suelo tenía condiciones de alta seque

dad o de alta humedad. Las pérdidas en suelos húmedos ocurren por el movimiento ascendente y la evaporación del agua, mientras que los suelos secos ocurren por el aumento de la presión del amoníaco.

Blasco y Cornfield (6), indican que las mayores pérdidas de sulfato de amonio ocurrieron cuando los suelos tenían 150% de humedad, la pérdida fue entre 2 y 4 veces más grande que en condiciones aeróbicas de humedad (33 - 75%, de la máxima capacidad de retención de agua).

Ernst y Massey (16), Chao y Ercantje (14), han encontrado una correlación directa entre la volatilización del nitrógeno y las pérdidas de agua por evaporación, aunque la volatilización tiende a disminuir con el tiempo.

Stanley y Smith (23), han demostrado que a medida que aumenta el porcentaje de arcillas en los suelos disminuye las pérdidas por volatilización, debido a que como indica Mortland (30), el nitrógeno puede ser retenido en los sitios de intercambio de las fracciones orgánicas e inorgánicas. Por eso a medida que aumenta la capacidad catiónica de cambio de los suelos disminuye la volatilización del nitrógeno.

Es importante también considerar la profundidad de las aplicaciones de nitrógeno para evitar las pérdidas por volatilización. En suelos normales las pérdidas disminuyen a medida que aumenta la profundidad, siendo prácticamente negligibles cuando la aplicación se hace entre los 7 y 10 centímetros (Mortland, 30; Ernst y

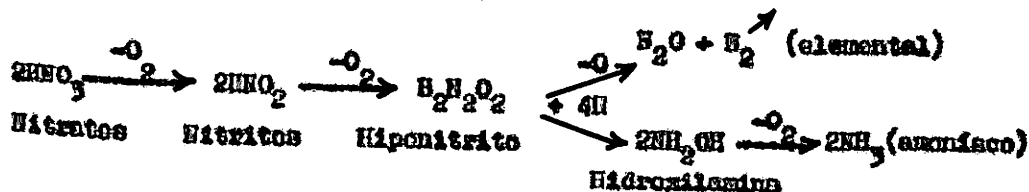
Essay, 16; Stanley y Smith, 33).

Es importante conocer que la volatilización del amoníaco durante la nitrificación reduce el potencial de acidez de los suelos. Aproximadamente la volatilización de cada miliequivalente de amoníaco, significa la pérdida de un miliequivalente de nitrógeno (Hiltbol y Adams, 22).

A veces, como señala Wilson (38), no se requieren condiciones adversas del suelo para que se produzca volatilización. Simplemente es consecuencia del desarrollo de la reacción química, tal como sucede a la urea :



Por otra parte, el nitrógeno también se puede perder por procesos microbiológicos a través de la desnitrificación (Ekpete y Cornfield, 18; Bremner y Shaw, 9):



De acuerdo a Buchanan y Bredy (12), las pérdidas por volatilización pueden representar entre 12 y 90 kilos de nitrógeno/Ha./años. En suelos colombianos Masco y Cornfield (6), encontraron que las pérdidas por volatilización representaban entre 6 y 12% de nitrógeno aplicado.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.

Para esta investigación se utilizaron muestras de suelos del Altiplano de Pasto. Además, para el estudio de volatilización, se adicionó una muestra tomada a 4.000 m.s.n.m., en el Volcán Galeras.

Los suelos del Altiplano de Pasto son derivados de conchas volcánicas. La mayor parte de las rocas y los materiales piroclásticos tienen una composición andesítica - dacítica (Bueno, 13; Mora y Legarda, 29; Molina, 28).

El Altiplano está situado entre los 2.500 y 2.900 m.s.n.m. Su temperatura promedio se aproxima a 13,5°C y la precipitación a los 700 m.m. anuales. De acuerdo a Depinel y Montenegro (17), la mayor parte del área corresponde a Bosque Seco Montano Bajo, con algunas zonas más altas enclavadas en el Bosque Montano Húmedo.

Los sitios de muestreo se localizaron en Botana, Cajacal, La Laguna y Volcán Galeras (Véase figura No. 3). Las muestras se tomaron bajo condiciones de pradera. Algunas características generales de los suelos estudiados se presentan en la tabla 1.

3.2 Métodos.

3.2.1. Preparación: Las muestras se colocaron al aire, fueron tamizadas (2 mm), y guardadas en frascos de vidrio mientras

TABLA I

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS USADOS EN LOS EXPERIMENTOS
DE LIXIVIACION Y VOLATILIZACION DEL NITROGENO

Suelos	Altura m.s.n.m.	pH	Arq. %	C. org. %	N %	C.O.C. mg./100gr.
Botana	2.600	5,75	29,7	9,6	0,34	30,7
Cujusal	2.750	6,60	23,1	3,1	0,37	31,1
Galarna	4.000	5,05	6,3	9,9	0,40	25,2
La Laguna	2.700	5,55	11,7	6,4	0,62	45,4

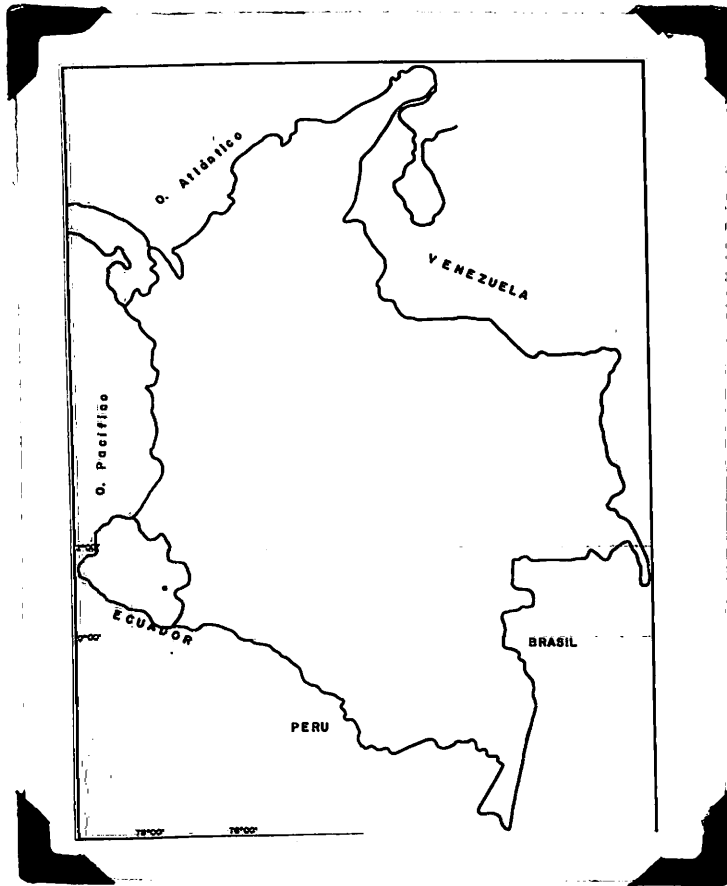


Figure No. 1

**Localización del Departamento de Narino en
la República de Colombia.**

Foto: I. Santacruz.

se desarrolló el trabajo.

3.2.2 Lixiviación de nitrógeno: Porciones de 100 gramos de suelo, a las cuales se les aplicó niveles de nitrógeno de 25-75 y 100 ppm., usando como fuentes sulfato de amonio, urea, fertilizante compuesto de fórmula 10 - 30 - 10, fueron colocadas en materas preparadas para tal fin. Las materas fueron separadas en estantes, de forma que el agua lixiviada se pudiera recoger en vasos de precipitados.

Los suelos se mantuvieron aproximadamente a capacidad de campo, y se lixiviaron cada semana (un total de 4 semanas), agregando de 200 ml. de agua. Otras muestras se mantuvieron a capacidad de campo durante las 4 semanas del experimento, para efectuar una sola lixiviación al final. En el experimento se llevaron las muestras tan tigas correspondientes.

La determinación del nitrógeno amoniacal y del nitrógeno nítrico en las aguas lixiviadas, se realizó siguiendo el método de microdifusión de Bremner y Shaw (9), empleando celdas de Conway.

Para determinar el $N - NH_3$ se colocaron en la cámara central 2 ml., de ácido bórico al 2%, y en la cámara exterior una alícuota de 5 ml. del agua lixiviada, mezclada con 5 ml. de óxido de magnesio al 12% (2/V) recién preparado.

La determinación de $N - NH_3$ más $N - NO_3$, fue similar a la determinación previa, aunque adicionando a la cámara exterior un ml.

de una solución de 15 ml. de $\text{Ti}_2 (\text{SO}_4)_3$ al 15% (P/V) diluidos a 50 ml.

La diferencia entre estas dos determinaciones da el N - NO_3 - N - mineral corresponde a la suma de N - NH_3 + N - NO_3 .

Las celdas se pegaron con vaselina y después de girarlas se dejaron reposar a temperatura ambiental por espacio de 48 horas, procediéndose después a la titulación de la cámara central con ácido clorhídrico 0,01 N., usando metil rojo más azul de metileno como indicadores. En todos los casos se llevaron los blancos respectivos.

3.2.3 Volatilización del nitrógeno: Porciones de 10 grm ms de suelo que recibieron aplicaciones de 75 y 150 ppm. de nitrógeno en solución a partir de urea, se incubaron a 50% de humedad en frascos herméticamente cerrados.

Cada frasco tenía en su interior 2 tubitos de ensayo, uno de ellos contenía, 0,2 gramos de peróxido de bario, humedecido con 2 gotas de solución saturada de hidróxido de bario, con el objeto de producir O_2 a los microorganismos y recoger el CO_2 producido. El otro tubito contenía 1 ml. de ácido sulfúrico 0,1 N., con el objeto de atrapar el nitrógeno volatilizado.

La incubación se llevó por períodos de 7 y 21 días, a temperatura ambiental y a 35°C (controlados en una estufa).

El nitrógeno volatilizado se determinó siguiendo el método -

todo de Blanco (5), mediante titulación del ácido con hidróxido de sodio 0,01 N, utilizando como colorantes los mencionados anteriormente. Se llevaron los blancos respectivos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Lixiviación del nitrógeno.

Los resultados encontrados en las medidas de lixiviación del nitrógeno, aparecen en las Tablas II a XIX, y las gráficas correspondientes están representadas en las Figuras Nos. 4 a 9 y 14 a 16.

El resumen de los estudios analíticos, realizados para estudiar los resultados obtenidos en lixiviación, se muestran en las Tablas XXII a XXVII. Las Tablas completas aparecen en el apéndice.

Según se desprende de los resultados obtenidos, las muestras de suelos de Botana y Cujacal que recibieron 25 ppm. de las 3 fuentes utilizadas, perdieron menos nitrógeno en la lixiviación que las respectivas muestras testigo. Lo contrario ocurrió en las muestras del suelo de La Laguna.

La explicación de estos resultados hay que buscarla en el contenido de materia orgánica y en la actividad microbiológica de esos suelos.

El contenido de materia orgánica del suelo de La Laguna es aproximadamente doble que los de Botana y Cujacal. Algunos autores (Juremian y Pineda, 8; Broadbent, Jackson y McIlcoll, 11; Koike, Honda e Iseki, 24), han demostrado que cuando la materia orgánica no es fresca la mineralización del nitrógeno es débil, lo cual se puede interpretar, como una condición adversa para que proliferen una pobla

PARIA IIX

S-NH_3 , S-NO_3 , N-SUBERAL, LIXIVIADO EN LA SEMANA SEMANA EN SUELOS DEL ANTEZANO IS PASTO
 QUE RECIBIERON APLICACION DE 25 ppm. DE NITROGENO. RESULTADOS EN ppm.

FUENTE DE NITROGENO		S U B S T R A T O S											
		BOYANA		CUJACA L		LA LAOYUNA							
		S-NH_3	S-NO_3	N-AM.	N-NO_3	N-AM.	N-NO_3						
UREA		0,00	6,40	3,40	14,28	0,00	10,92	22,12	5,32	10,68	15,40	26,60	
SULFATO DE AMONIO		0,00	0,00	0,00	14,28	0,34	13,66	14,00	29,68	9,24	10,36	19,60	26,86
	10-30-10	0,00	0,00	0,00	7,28	3,36	14,00	17,36	17,36	5,36	11,48	14,84	25,84
	TESTIGO	4,48	16,92	21,00	21,00	6,68	10,92	19,60	19,60	4,48	9,60	14,28	14,28

TABLE IV

H-NO₃, H-NO₂, H-NH₂, LITHIATED IN LA ZERRERA SEMBRA EN LOS CONJON DEL APRELIANO DE PASO QUE RECIBIERON APLICACION DE 25 ppm. DE BIRROGENO. RESULTADOS EN ppm.

PUNTO DE MUESTRO	S U B S T A N C I A S											
	DOTANA	CUSACAL	LA LACUUA	H-NO ₃	H-NO ₂	H-NH ₂						
URBA	5,60	11,76	17,36	31,64	5,32	9,52	14,84	36,96	11,20	11,32	22,92	49,12
SALVADO DE AGRICULTO	5,60	12,32	17,92	32,20	8,40	7,84	16,24	45,92	19,68	6,72	22,48	49,28
10-30-10	5,60	9,24	14,84	22,12	11,76	7,56	19,32	36,68	6,16	15,68	21,64	57,68
SEMESTRO	20,72	1,12	21,84	42,84	17,36	7,84	29,20	44,80	6,72	14,84	21,56	55,84

TABLA V

H-AR, E-BO, E-MIBERAL, LITIVADO EN LA CUARTA SEMANA EN QUEJAS DEL ABRIFLANO DE PASTO
 QUE INDICACION UNA APLICACION DE 25 ppm. DE FITONEMO. HEMULIZADOS EN ppm.

FUENTE DE FITONEMO	S U B L O S											
	B O T A H A		C U Z A C A L		L A L A O U H A							
	H-AR, E-BO, E-MI,	H-BO, E-BO, E-MI,	H-BO, E-BO, E-MI,	H-BO, E-BO, E-MI,	H-BO, E-BO, E-MI,	H-BO, E-BO, E-MI,						
UINA	4,48	14,00	18,48	50,12	8,68	7,56	16,84	57,20	11,20	12,32	23,52	72,64
SULZARO DE ABRILIO	7,28	11,20	18,40	50,68	6,04	15,24	21,28	67,20	19,44	12,04	25,48	74,76
10-30-10	9,80	11,68	21,48	43,57	8,96	11,48	20,44	57,12	9,52	9,52	19,04	75,72
WESTICO	9,60	17,16	22,95	65,60	10,64	12,32	22,96	67,76	9,24	12,08	22,12	57,96

TABLA VII

N-NO₂, N-NO, N-GENERAL, LIXIVIADO EN LA SEGUNDA SEMANA EN SURCOS DEL AGRIARIO DE PASTO
 CON RECIERDOS ATACACION DE 75 ppm. DE NITROGENO. RESULTADOS EN ppm.

FUENTE DE NITROGENO	S U B L O S				
	B O R A N A	C U J A C A L	L A	T A C U N A	
	N-NO ₂ , N-NO, N-MA, N-AC, N-NH ₃	N-NO ₂ , N-NO, N-MA, N-AC, N-NH ₃	N-NO ₂ , N-NO, N-MA, N-AC, N-NH ₃	N-NO ₂ , N-NO, N-MA, N-AC, N-NH ₃	N-NO ₂ , N-NO, N-MA, N-AC, N-NH ₃
UREA	0,00 13,72 13,72 20,16 0,00	10,08 10,08 16,80 6,16 11,76	17,92 27,72		
SULFATO DE AMONIO	0,00 0,00 0,00 9,52 0,00	12,88 12,88 39,56 9,04 11,48	16,52 18,20		
IO-NO-IO	0,00 9,60 9,60 21,00 6,16	8,68 14,84 35,56 4,76 10,08	14,04 29,12		
TESTIGO	4,48 16,52 21,00 21,00 8,68	18,92 19,60 19,60 4,48 9,60	14,28 14,28		

CARBA VIII

N-NH₃, N-SO₃, N-SUBSTANCIA, INYECTADO EN LA TERREÑA SEMANA EN SUJECOS DEL ALTIPLANO DE PASTO
 QUE RECIBIERON APLICACION DE 75 PPM. DE NITROGENO. RESULTADOS EN PPM.

FUENTE		S U B S T A N C I A S											
DE		BOTANA	OUJACAB	LA LAGUNA									
NITROGENO		N-NH ₃ , N-SO ₃ , N-ML.	N-SO ₃ , N-NH ₃ , N-ML.	N-ML.	N-SO ₃ , N-NH ₃ , N-ML.	N-ML.	N-ML.						
UREA		6,44	11,48	17,92	39,08	7,92	18,48	22,40	39,20	12,32	16,52	28,84	36,56
SULFATO DE AMONIO		11,76	8,40	20,16	29,68	4,48	16,24	30,72	60,48	17,08	9,60	22,68	40,88
10-30-10		5,68	17,76	23,64	44,64	22,40	1,68	24,08	59,64	8,40	14,00	22,40	31,52
TESTIGO		20,72	1,12	21,84	42,84	17,56	7,84	25,20	44,60	6,72	14,84	21,56	33,84

TABLA IX

N-SH₃, N-SO₃, N-NH₂, N-AMINADO EN LA CUARTA SEMANA EN SUEÑOS DEL ALTIPLANO DE PASTO
 QUE RECIBIERON UNA APLICACION DE 75 PPM. DE NITROGENO. RESULTADOS EN PPM.

		S U E Ñ O S					
		B O Q A N A		C U J A C A L		L A L A G U N A	
FUENTE	DE	N-SH ₃	N-SO ₃	N-SH ₃	N-SO ₃	N-SH ₃	N-SO ₃
	NITROGENO	N-SH ₃	N-SO ₃	N-SH ₃	N-SO ₃	N-SH ₃	N-SO ₃
UREA		1,40	16,80	18,20	56,28	10,08	4,59
					14,67	53,67	15,44
							14,28
							27,72
							84,28
SULFATO DE AMONIO		9,92	7,34	16,86	46,54	11,26	8,34
					19,60	80,08	10,92
							11,76
							22,28
							63,56
10-20-10		8,12	9,24	17,36	62,00	10,92	10,92
					21,64	81,48	9,24
							13,72
							22,96
							74,48
TESTIGO		9,60	13,16	22,96	69,60	10,64	12,32
					22,96	67,76	9,24
							12,88
							22,12
							57,96

TABLA XII

N-H₃, N-HO₃, N-MINERAL, LLEVADO EN LA TERCERA SEMANA EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASCO
 QUE RECIBIERON UNA APLICACION DE 100 PPR. DE NITROGENO. RESULTADOS EN PPR.

FUENTES		S U E L O S											
DE		B O T A N A		C U J A C A L		L A L A O U E A							
NITROGENO		N-H ₃ , N-HO ₃ , N-MI.	N-HO ₃ , N-HR ₃ , N-DO.	N-HO ₃ , N-MA.	N-DO.	N-H ₃ , N-HO ₃ , N-MA.	N-DO.						
UREA		4,80	12,32	16,52	76,16	5,04	15,12	20,16	35,40	26,80	7,28	22,48	58,60
SULFATO DE AMONIO		7,84	11,76	19,60	46,48	21,84	4,20	26,04	75,92	15,72	10,36	20,08	71,68
10-30-10		7,00	16,52	23,52	57,68	10,92	14,28	25,20	52,92	12,04	14,28	26,32	59,40
TESTIGO		20,72	1,12	21,84	42,84	17,36	7,84	25,20	44,80	6,72	14,64	21,56	55,84

TAULA XIII

H-NH₃, H-NO₃, H-MINERAL, APLICADO EN LA CUARTA SEMANA EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO QUE RECIBIERON UNA APLICACION DE 100 ppm. DE NITROGENO. RESULTADOS EN ppm.

FUENTES DE NITROGENIO	S U E L O S											
	B O T A N A H-NH ₃ H-NO ₃ H-MIN. H-AG.	H-NH ₃ H-NO ₃ H-MIN. H-AG.	C U J A C A L H-NO ₃ H-MIN. H-AG.	L A L A G U N A H-NO ₃ H-MIN. H-AG.								
URBA	9,24	11,80	20,44	96,60	9,80	7,06	16,86	53,26	13,72	15,12	26,84	67,64
SOLIZADO DE AMONIO	13,16	3,98	17,16	63,62	14,34	8,06	22,40	96,32	13,72	12,32	26,04	97,72
10-30-10	7,84	12,04	19,88	77,36	11,20	10,92	22,12	79,04	11,48	19,40	26,88	126,28
TESTIGO	9,60	13,16	22,96	63,60	10,64	12,32	22,96	67,76	9,24	12,68	22,12	57,96

TABLE XIV

RESULTADOS AGREGATIVOS PARA N - EM, N - NO₃, E - MINERAL, LIXIVIADOS SEMANALMENTE DURANTE

4 SEMANAS EN SUELOS QUE HEDIERON UNA AFIJACION DE 25 ppm. RESULZADOS EN ppm.

		S U B S T A N C I A S								
FUENTE		BOYANA		GUJAGAL		LA LAGUNA				
NITROGENIO		N-EM ₃	N-NO ₃	N-EM ₃	N-NO ₃	N-EM ₃	N-NO ₃	N-EM ₃	N-NO ₃	
URBA		10,68	40,04	50,12	14,00	39,20	53,20	27,72	44,92	72,64
SULFATO DE		12,68	57,80	50,68	16,74	50,46	67,20	38,36	56,40	74,76
AMONIO		15,40	28,17	43,57	24,08	33,04	57,12	24,92	51,80	76,72
TESTIGO		35,00	30,80	69,80	36,68	31,08	66,76	20,44	37,52	57,96

TABLA XV

RESULTADOS ACUMULATIVOS PARA N - NH₃, N - NO₃, N - NH₄ EN - MINERAL LIXIVIADOS SEMANALMENTE DURANTE 4 SEMANAS EN SUELOS QUE RECIBIERON UNA APLICACION DE 75 PPD. RESULTADOS EN PPD.

FUENTE	S U N T O S								
	BOZANA		CUJACAB		LA LAGUNA				
NITROGENO	N-NH ₃	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NH ₃	N-NO ₃	N-NH ₄	
URINA	7,24	48,44	56,28	14,00	39,87	53,57	31,92	52,36	64,28
SULFATO DE AMONIO	23,52	23,02	45,54	30,56	49,50	60,08	33,04	30,52	63,56
10-30-10	14,00	48,00	62,00	39,48	42,00	61,48	31,64	48,84	74,48
TESTIGO	33,00	30,60	63,60	36,60	31,08	67,76	20,44	37,52	57,96

TABLA XVI

RESULADOS AGUICULTIVOS PARA N - NH₃, K-NO₃, N - MINERAL EXTRACTADO SUBSECUENTEMENTE DURANTE 4 SEMANAS EN SUELOS QUE RECIBIERON UNA APLICACION DE 100 PPM. RESULTADOS EN PPM.

TIPO DE SUELO	S U B S T R A T O S								
	BOYANA		CUJUAL		LA LAOUNA				
	N-NH ₃	N-NO ₃	N-NH ₃	N-NO ₃	N-NH ₃	N-NO ₃			
DIANA	15,12	81,48	96,60	14,84	38,42	53,26	43,68	43,96	87,64
SUELO DE ARCO	35,96	28,06	63,62	58,86	37,46	96,32	55,44	42,28	97,72
30-30-10	14,84	62,72	77,56	36,40	58,64	75,04	59,36	65,92	126,28
33-33-33	35,00	30,80	65,80	36,68	21,08	67,76	20,44	27,52	57,96

TABLA XVII

N-SH₃, N-SO₃, N-SUBERAL, LIXIVIADO EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO QUE ESTUVIERON A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE UN MES Y QUE RECIBIERON APLICACION DE 25 ppm. DE NITROGENO.

RESULTADOS EN ppm.

FUENTE DE NITROGENO	S U B S T R A T O S											
	B O T A N A	C U J A C A L	L A L A G U N A	N-SH ₃	N-SO ₃	N-SUBERAL						
UREA	12,88	9,36	16,24	16,24	10,92	9,80	20,72	20,72	14,56	9,24	23,80	23,80
SULFATO DE AMONIO	6,96	12,12	21,28	21,28	6,72	12,32	19,04	19,04	14,28	13,16	27,44	27,44
10-50-10	10,08	11,20	21,28	21,28	8,68	15,68	24,36	24,36	11,76	14,28	26,04	26,04
STEARICO	10,36	13,72	24,08	24,08	14,28	12,60	26,88	26,88	12,04	13,72	25,76	25,76

SABLA XVIII

N-H₃, N-NO₃, N-MINERAL, LIXIVIADO EN BUECOS DEL ALMPLANO DE PASO, QUE ESTUVIERON A CA-
 PACIDAD DE CAMPO DURANTE UN MES Y RECIBIERON APLICACION DE 75 ppm. DE HIPOCENHO. RESULT-
 ADOS EN ppm.

POBETA DE HIPOCENHO	S U B L O S											
	B O T A N A		C U J A C A L		L A L A G U N A							
	N-H ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-H ₃	N-NO ₃	N-H ₃	N-NO ₃	N-NO ₃	N-NO ₃			
UREA	16,24	5,88	22,12	22,12	11,76	17,64	29,40	29,40	15,12	12,32	27,44	27,44
SULFATO DE AMONIO	7,64	11,76	19,60	19,60	11,76	7,28	19,04	19,04	12,88	13,16	26,04	26,04
10-30-10	6,72	10,08	16,80	16,80	14,00	6,40	22,40	22,40	16,24	12,60	23,84	23,84
TESTIGO	10,36	13,72	24,08	24,08	14,28	12,60	26,68	26,68	12,04	13,72	25,76	25,76

TABLE XIX

N-NO₃, N-MINERAL, IRRIGADO EN SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASCO, QUE ESTUVIERON A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE UN MES Y RECIBIERON UNA APLICACION DE 100 PPM. DE HIERRO -

CMO. RESULTADOS EN PPM.

FUENTE	S U B L O S				
	B O R A H A	C U J A C A L	L A L A G U N A		
HIERRO	N-NO ₃ , N-MI., N-AC. N-SH ₃ , N-NO ₃	N-AC. N-MI., N-SH ₃	N-AC. N-SH ₃ , N-NO ₃	N-MI. N-NO ₃	N-AC.
UREA	10,64 10,64 21,28 21,28 14,28 5,36 18,20 18,20 24,36 5,04 29,40 29,40				
SULFATO DE AMONIO	7,28 13,16 20,44 20,44 8,12 12,60 20,72 20,72 15,68 16,24 31,92 31,92				
10-30-10	16,24 7,28 23,52 23,52 16,04 10,56 26,60 26,60 13,04 15,12 28,56 28,56				
TESTIGO	10,35 13,72 24,08 24,08 14,28 12,60 26,68 26,68 12,04 13,72 23,76 23,76				

TABLA IX

VOLATILIZACION DEL AMONIO BAJO 2 NIVELES DE TEMPERATURA Y 2 NIVELES DE APLICACION DE N (UREA)
 DURANTE Y DIAS DE INCUBACION DE SUITOS DEL ALTIPLANO DE PASTO (50%) DE BUENIDAD. RESULTADOS EN
 ppm.

TRATAMIENTOS

S U I T O S	75 ppm.		150 ppm.		Residuos
	17°C	35°C	17°C	35°C	
BOTANA	52,84	41,91	94,75	54,66	43,73
CUYACAL	72,68	58,31	69,26	72,68	36,44
CAJERAS	47,51	68,40	70,30	72,21	38,00
LA LAGUNA	54,16	57,77	75,62	70,42	39,72
					43,32

PANEL XXI

VOLATILIZACION DEL AMONIO BAJO 2 NIVELES DE TEMPERATURA Y 2 NIVELES DE APLICACION DE N (UREA)
 DURANTE 21 DIAS DE INCUBACION DE SUELOS DEL ALTIPLANO DE PASTO (50%) EN HUNEDAD. RESULTADOS PPM.

SUBSUELOS	TRATAMIENTOS				
	75 ppm.		150 ppm.		
	17°C	35°C	17°C	35°C	
				Residuos	
BOZABA	76,36	69,29	127,56	137,95	54,67
CONJACAL	94,76	114,61	123,92	164,01	51,02
GABERAS	74,02	151,66	102,91	162,50	54,16
LA LAGUNA	85,51	180,54	117,82	807,14	55,21
					122,77
					129,22
					69,25
					80,18
					35,00

TABLA XXII

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES ESTADÍSTICAS DE LAS PÉRDIDAS DE NITRO-
GENO POR LIXIVIACIÓN ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACIÓN DE 25 ppm.
DE N.

COMPARACIONES		"P" OBTENIDO
Urea	Sulfato de amonio	1,0775*
Urea	10 - 30 - 10	1,6998*
Urea	Testigo	6,0772*
Sulfato de amonio	10 - 30 - 10	1,8317*
Sulfato de amonio	Testigo	5,6397*
10 - 30 - 10	Testigo	10,3202*

5% = 19,000 para 2 G.L.

*p^o Tabulado:

1% = 99,000 para 2 G.L.

* N.S. No se encontró significación al nivel del 5%.

TABLA XXIII

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES ESTADÍSTICAS DE LAS PERDIDAS DE NITRO-
GENO POR LIXIVIACION ACCELERADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 ppm.
DE N.

COMPARACIONES		"P" OBTENIDO
Urea	Sulfato de amonio	1,0159*
Urea	10 - 30 - 10	1,6309*
Urea	Testigo	10,6264*
Sulfato de amonio	10 - 30 - 10	1,6249*
Sulfato de amonio	Testigo	10,4992*
10 - 30 - 10	Testigo	6,4366*

5% = 19,000 para 2 G.L.

*p Tabulados:

1% = 99,000 para 2 G.L.

* S.S. No se encontró significación al nivel del 5%.

TABLA XXIV

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES ESTADÍSTICAS DE LAS PERDIDAS DE NITRO -
GENO POR LIXIVIACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPL.
DE N.

COMPARACIONES		"P" OBTENIDO
Urea	Sulfato de amonio	1,4057*
Urea	10 - 30 - 10	1,5937*
Urea	Testigo	19,4659**
Sulfato de amonio	10 - 30 - 10	2,2404*
Sulfato de amonio	Testigo	15,8469*
10 - 30 - 10	Testigo	31,0234**

5% = 19,000 para 2 G.L.

*P Tabulado:

1% = 99,000 para 2 G.L.

* D.S. No se encontró significación al nivel del 5%.
** S. Si se encontró significación al nivel del 5%.

TABLA XVI

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES ESTADÍSTICAS DE LAS PERDIDAS DE NITRO-
GENIO EN UNA LIXIVIACION EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE UN
MES, CON APLICACION DE 75 ppm.

COMPARACIONES		"N" OBTENIDO
Urea	Sulfato de amonio	1,0551*
Urea	10 - 30 - 10	2,5312*
Urea	Testigo	7,2108*
Sulfato de amonio	10 - 30 - 10	2,3959*
Sulfato de amonio	Testigo	7,6083*
10 - 30 - 10	Testigo	10,2556*

5% = 19,000 para 2 G.L.

*p^o Tabulados:

1% = 99,000 para 2 G.L.

* N.S. No se encontró significación al nivel del 5%.

TABLA XXVII

RESUMEN DE LAS COMPARACIONES ESTADÍSTICAS DE LAS PÉRDIDAS DE NITRO -
GENO EN UNA LIXIVIACIÓN EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE UN MES
CON APLICACIÓN DE 100 ppm.

COMPARACIONES		ppm OBTENIDO
Urea	Sulfato de amonio	1,2810*
Urea	10 - 30 - 10	5,1819*
Urea	Testigo	16,8534*
Sulfato de amonio	10 - 30 - 10	6,6392*
Sulfato de amonio	Testigo	21,5641**
10 - 30 - 10	Testigo	3,2484*

5% = 19,000 para 2 G.L.

ppm Tabulado :

1% = 99,000 para 2 G.L.

* D.S. No se encontró significación al nivel del 5%.
** S. Si se encontró significación al nivel del 5%.

ción microbial activa.

Esto podría indicar que los suelos de Botana y Cujacal tienen una población potencial microbiana mucho más activa que los suelos de La Laguna, y cuando se recibieron las adiciones nitrogenadas, la población microbiana aumentó considerablemente su actividad y/o población, inmovilizando el nitrógeno adicionado, mientras que la falta de esa inmovilización hizo posible la lixiviación en el suelo de La Laguna.

Concretando más y teniendo en cuenta la Tabla XIV, dentro de la mineralización los suelos de Botana y Cujacal parecen tener una población nitrificante más activa. Las circunstancias se equilibran cuando el suelo de La Laguna recibe el tratamiento de 10 - 30 - 10, por la acción estimulante que el fósforo y potasio pueda ejercer en ese suelo.

La lixiviación es mucho menor (Tabla XVII), cuando el suelo se dejó a capacidad de campo durante un mes lixivándolo al final, que cuando se produjo un lavado en el suelo cada semana.

Por un lado las mayores pérdidas en 4 lavados son lógicas, puesto que a medida que aumenta la intensidad de los lavados lógicamente hay un mayor arrastre de elementos, coincidiéndose con lo dicho por (Cooke, Eaton y Finkor, 15).

Por otra parte tal como lo indican Webster y Gasser (37), las primeras aguas de drenaje fluyen inicialmente sobre las unida-

dos estructurales, no lavando al suelo como tal, sino cuando hay una completa saturación. Esta sugerencia ayuda a explicar así mismo las diferencias encontradas.

En todos los niveles de aplicación se observa que la formación de amoníacos y nitratos es mayor en los suelos lixiviados 4 veces, que en los suelos lixiviados una sola vez. Este fenómeno parece indicar que los lavados comparativamente estimulan la producción de nitrógeno mineral.

No es del todo improbable que los 4 lavados realizados, pudiesen lavar algunas sustancias tóxicas que afectan la nitrificación de esos suelos. También es factible que después de cada lavado la población microbiana que se desarrolle sea más activa, aspecto que fue contemplado por (Birch, 3 y 4), al indicar que el humedecimiento de nuestras aceas en el suelo, desarrolla poblaciones microbianas activas, que cada humedecimiento que sigue a una condición de sequedad del suelo, desarrolla cada vez poblaciones microbianas más activas.

A medida que aumentaron los porcentajes de nitrógeno aplicado se incrementaron, como era esperado, las cantidades de nitrógeno lixiviado, presentándose las mayores pérdidas con los niveles de 100 ppm, de nitrógeno, aunque todavía las adiciones de sulfato de amonio en el suelo de Rotana y de urea en el suelo de Cajacal produjeron menores cantidades de lixivias que el testigo.

Si se observan las Tablas IV y XVI, XVIII y XIX se puede

vez que mientras, coincidiendo con lo dicho anteriormente, los 4 lavados mejoran la producción de $N-NH_3$ y $N-NO_3$, al aplicar niveles de 75 y 100 ppm. de nitrógeno, para un solo lavado la producción de esas dos formas nitrogenadas permanece prácticamente constante.

Del experimento realizado, no parece desprenderse ninguna norma que permita decir, que uno de los fertilizantes se pierda más consistentemente que otro. Solamente a niveles de 100 ppm., para todos los suelos que recibieron 4 lavados, se encontró una diferencia significativa entre las aplicaciones de urea y 10 - 30 - 10, y el testigo. En las muestras que solo recibieron un lavado las diferencias significativas se presentó entre el sulfato de amonio y el testigo.

Teniendo en cuenta la formación de amoniaco y nitratos, la urea se descompone más rápidamente en el suelo de Botana que en los otros suelos, puesto que la producción de nitratos es la más alta. Según (Broadbent, Hill, y Tylor, 10), la acumulación de amoniaco supera con mucho a la producción de nitratos mientras hay urea presente. Es decir en Botana la urea es de acción más rápida que los otros fertilizantes. En los otros 2 suelos estudiados la apreciación no es tan clara, porque las acciones de descomposición son variables.

4.2 Volatilización del nitrógeno.

Los distintos resultados obtenidos en el experimento de volatilización del nitrógeno se encuentran en las Tablas XI y XII, y su representación gráfica en las Figuras 10 - 13.

El resultado más interesante que se debe destacar es la fuerte volatilización registrada en estos suelos, no obstante ser todos ellos ácidos. Estos datos confirman los obtenidos en otros suelos ácidos (Blasco y Cornfield, 6; Gasser, Greenland y Ranson, 20; Gerretsen y Heepe, 21).

Puesto que solamente se estudió la volatilización en suelos con un 50% de humedad, es muy probable que en estos suelos volcánicos las pérdidas aumenten cuando los suelos estén secos o bajo condiciones de anegamiento, como se desprende de los trabajos de (Blasco y Cornfield, (6); Stanley y Smith, (33)).

Como indica Blasco (5), las pérdidas que ocurren en suelos incubados son mayores que las que ocurren en condiciones de campo, puesto que en este caso el amonio puede difundirse hacia abajo en el perfil, aumentando la posibilidad de sorción, por los coloides orgánicos e inorgánicos.

En la Tabla XX se observa que en los suelos de Botana y Cujacal, al aumento de temperatura, al cabo de 7 días, no había incrementado la rata de volatilización. Este fenómeno cabe explicarlo por el hecho de que el aumento de temperatura en estos suelos produjo un aumento de la población microbial.

Al cabo de 21 días (Tabla XXI), los resultados se habían normalizado, y el aumento de temperatura en todos los casos había incrementado las pérdidas de nitrógeno por volatilización, resultado lógico puesto que la hidrólisis del amonio aumenta con la tempera -

tura. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Blanco y Cornfield, 6; Martin y Chapman, 27; Jackson y Chang, 23; Ernst y Haasey, 16; Volk, 35).

Como era de esperarse, la volatilización aumentó en todos los casos al aumentar la concentración de urea aplicada. Es lógico que ocurra así, porque cuando todos los puntos de intercambio de los coloides han sido ocupados, el resto del nitrógeno queda libre en la solución del suelo, siendo más fácil su volatilización.

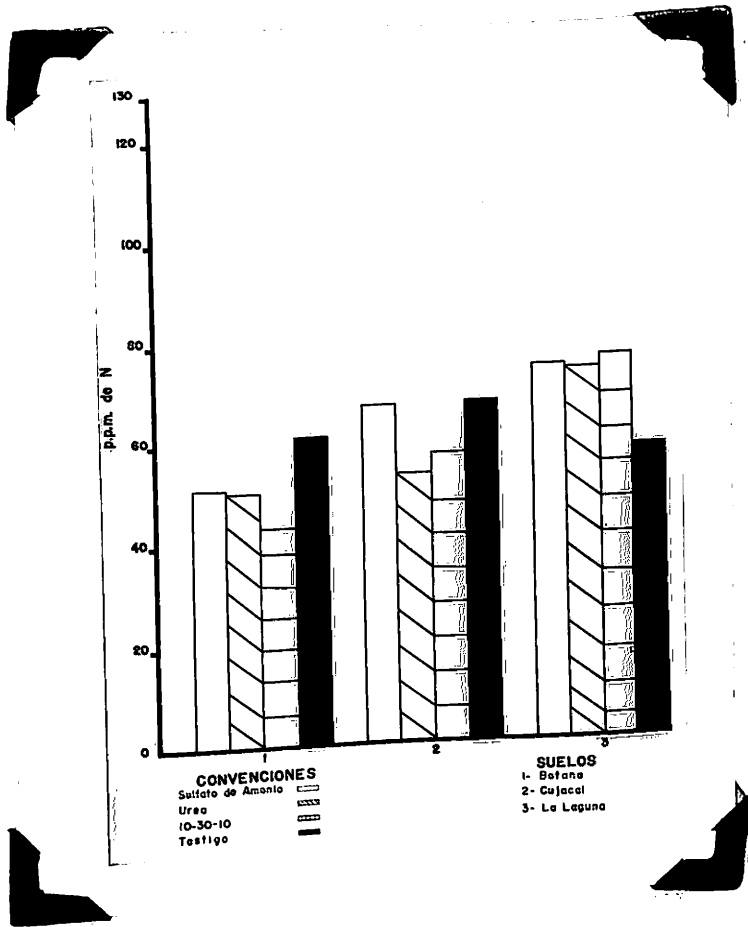


Figura No. 4

Cantidades de nitrógeno lixiviado (4 semanas), de los suelos que recibieron una aplicación de 25 ppm.

Foto: I. Santacruz.

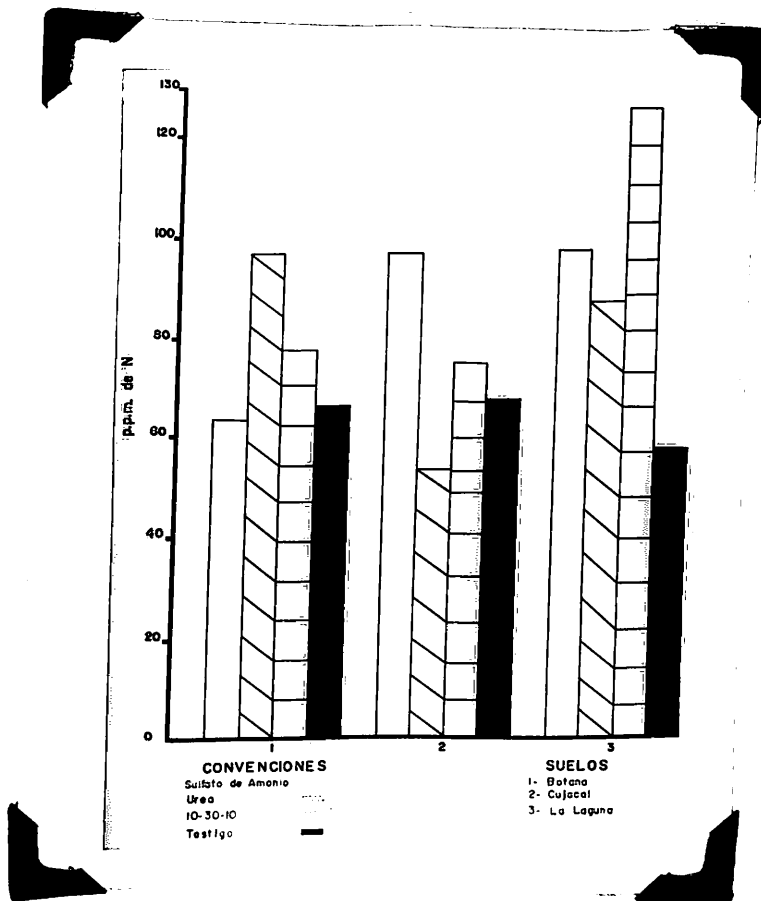


Figura No. 6

Cantidades de nitrógeno lixiviado
(4 semanas), de los suelos que re-
cibieron una aplicación de 100 ppm.

Foto: I. Santacruz.

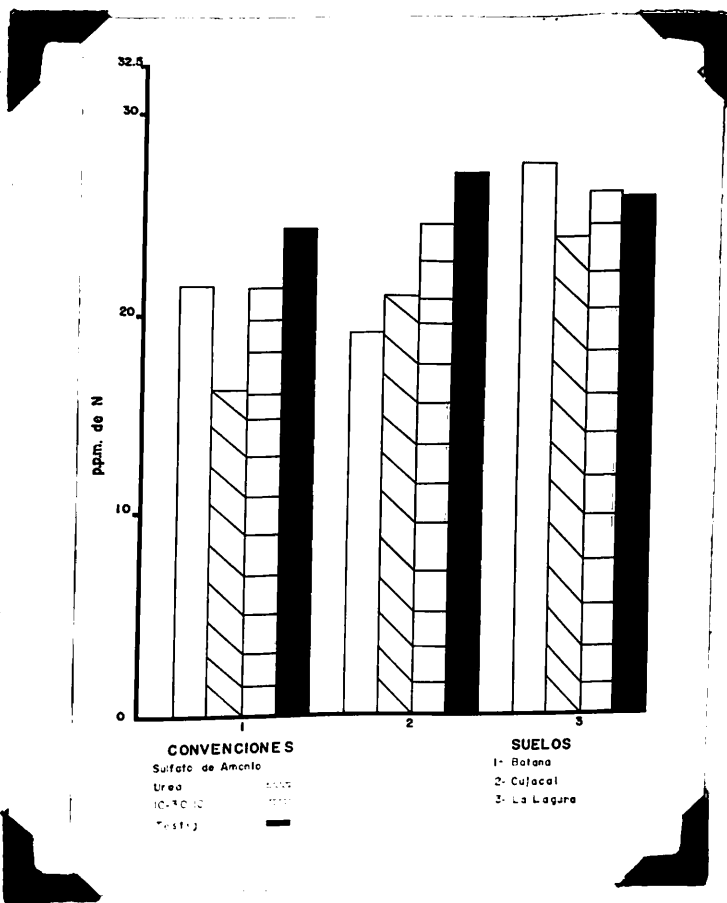


Figura No. 7

Cantidades totales de nitrógeno lixivando (i lixiviaci3n), de los que recibieron una aplicaci3n de 25 ppm.

Foto: I. Santacruz.

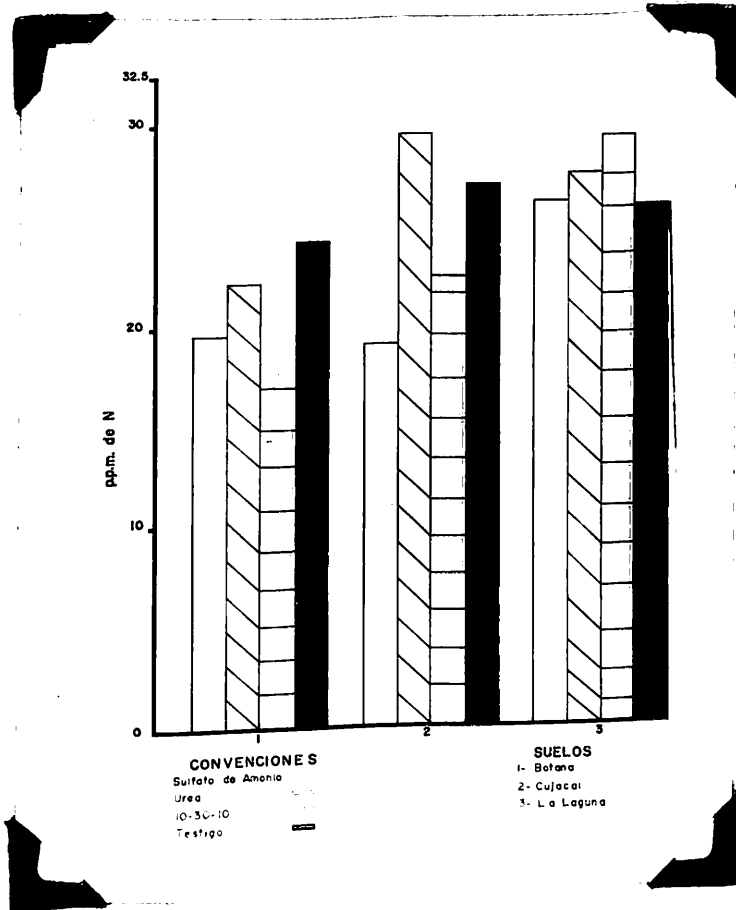


Figura No. 6

Cantidades totales de nitrógeno lixiviado (1 lixiviación), de los suelos que recibieron una aplicación de 75 ppm.

Foto: I. Santacruz.

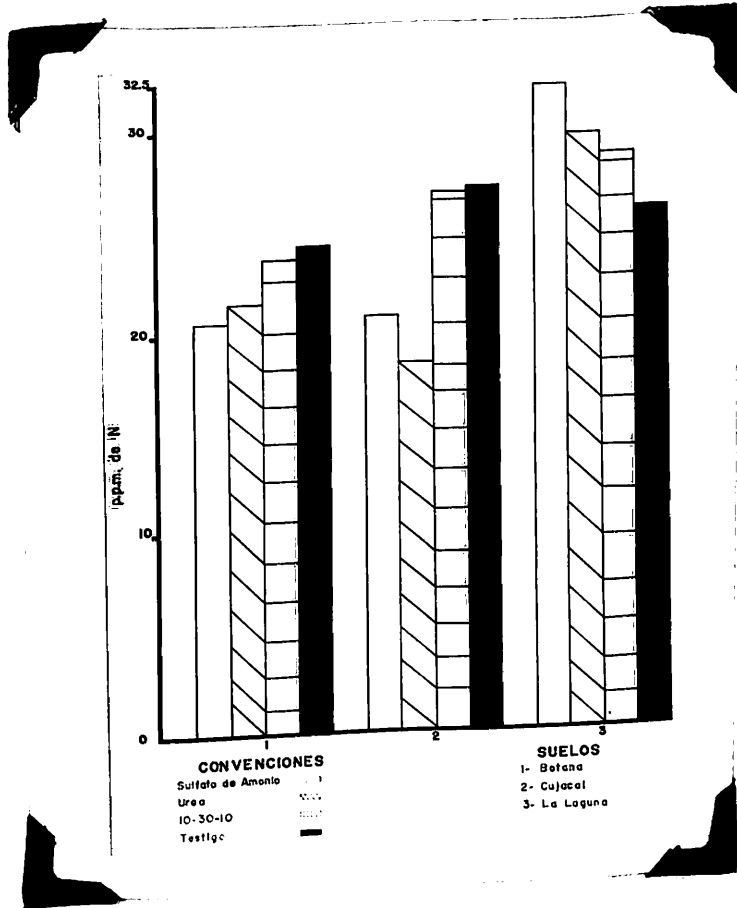


Figura No. 9

Cantidades totales de nitrógeno lixiviado (a lixiviación), de los que recibieron una aplicación de 100 ppm.

Foto: I. Santacruz.

Stamp: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

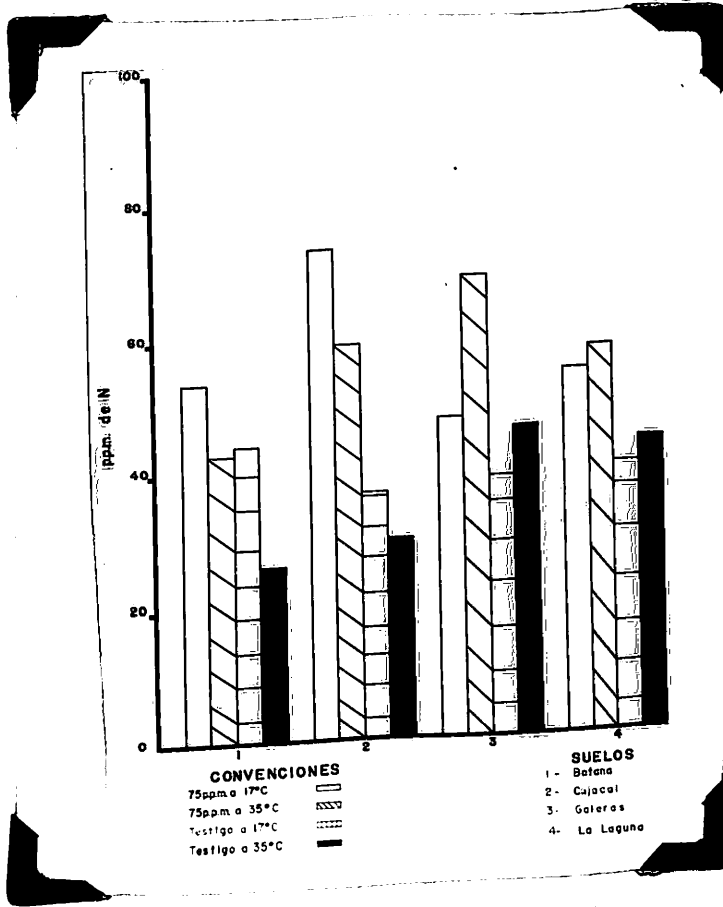


Figura No. 10

Cantidades de nitrógeno volatilizado de los suelos incubados durante 7 días, con aplicación de 75 ppm. de nitrógeno y 50% de humedad.

Foto: I. Santacruz.

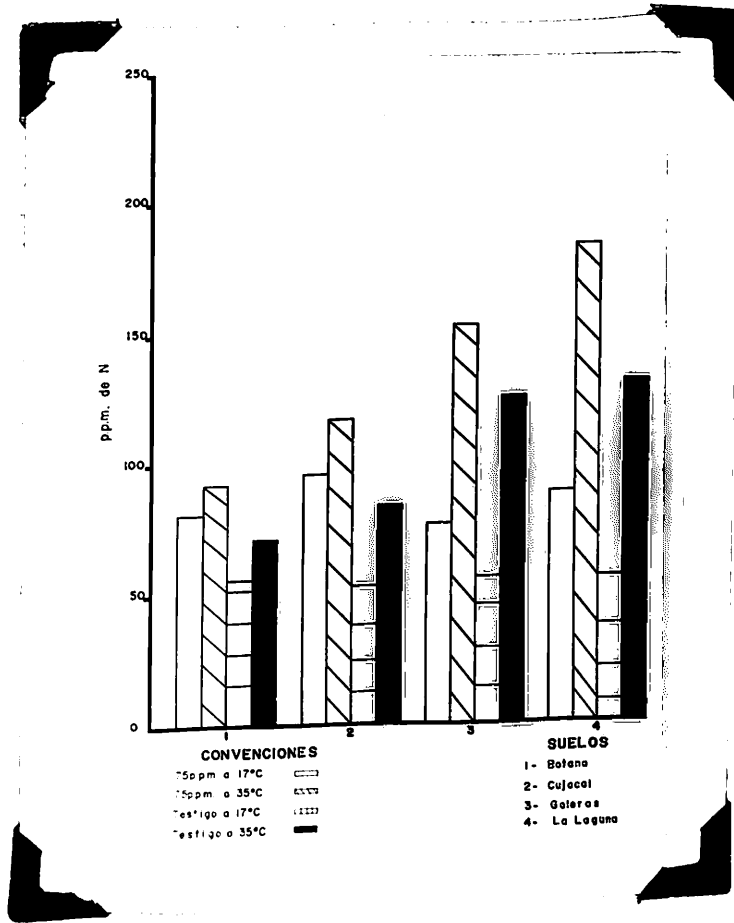


Figura No. 12

Cantidades de nitrógeno volatilizado de los suelos incubados durante 21 días, a 50% de humedad.

Foto: I. Santacruz.

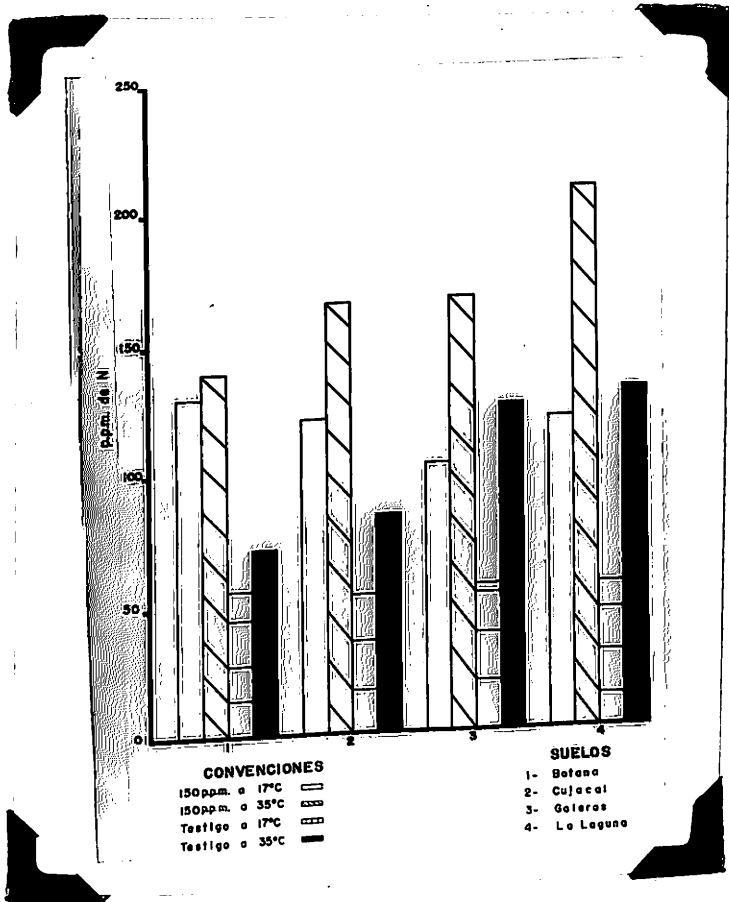


Figura No. 13

Cantidades de nitrógeno volatiliza-
do de los suelos incubados durante
21 días, a 50% de humedad.

Foto: I. Santacruz.

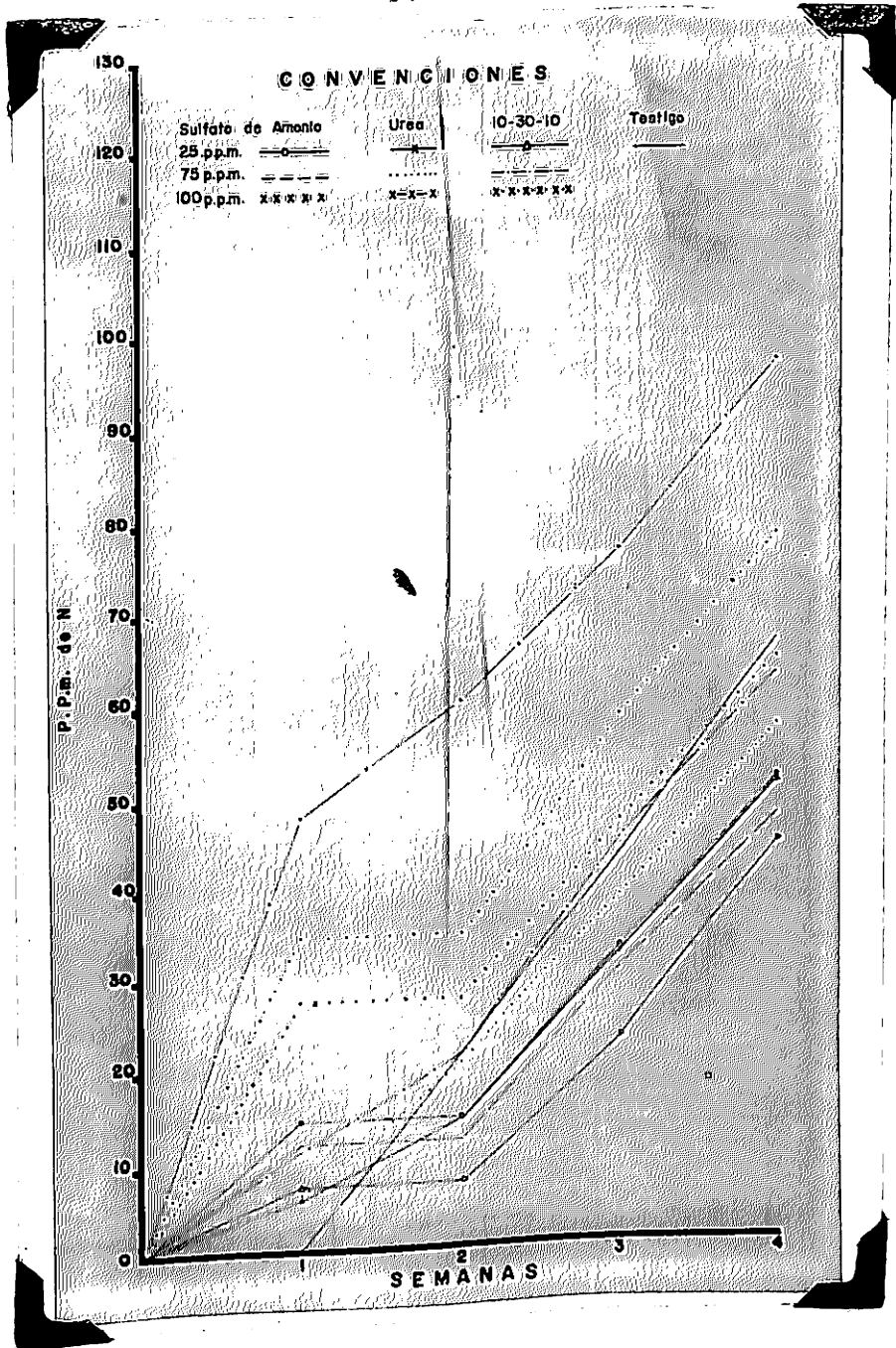


Figura No. 14

Pérdidas totales de nitrógeno por lixiviación en el suelo de Botana.

Foto: I. Santacruz.

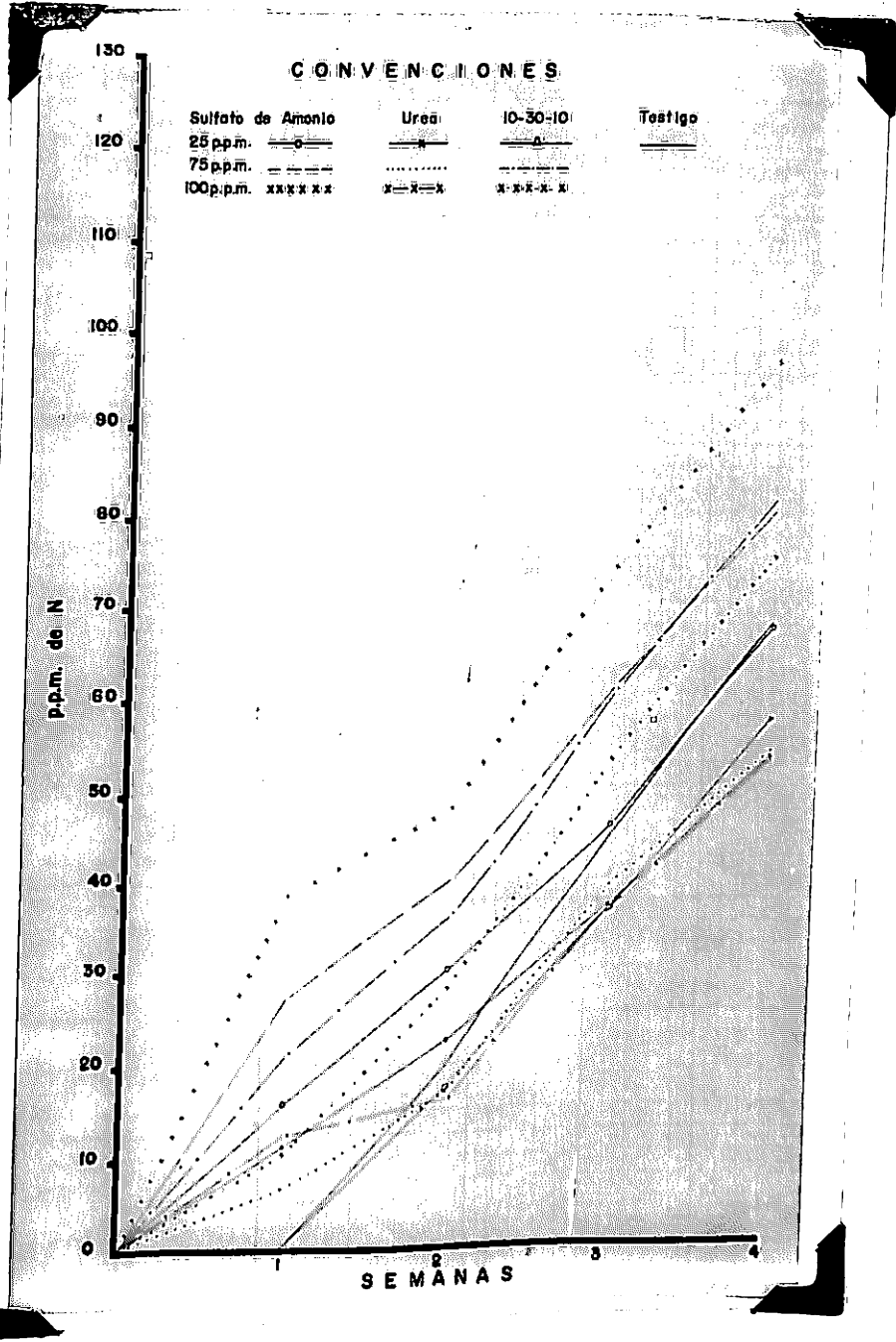


Figura No. 15

Pérdidas totales de nitrógeno por lixiviación en el suelo de Oajaca.

Foto: I. Santacruz.

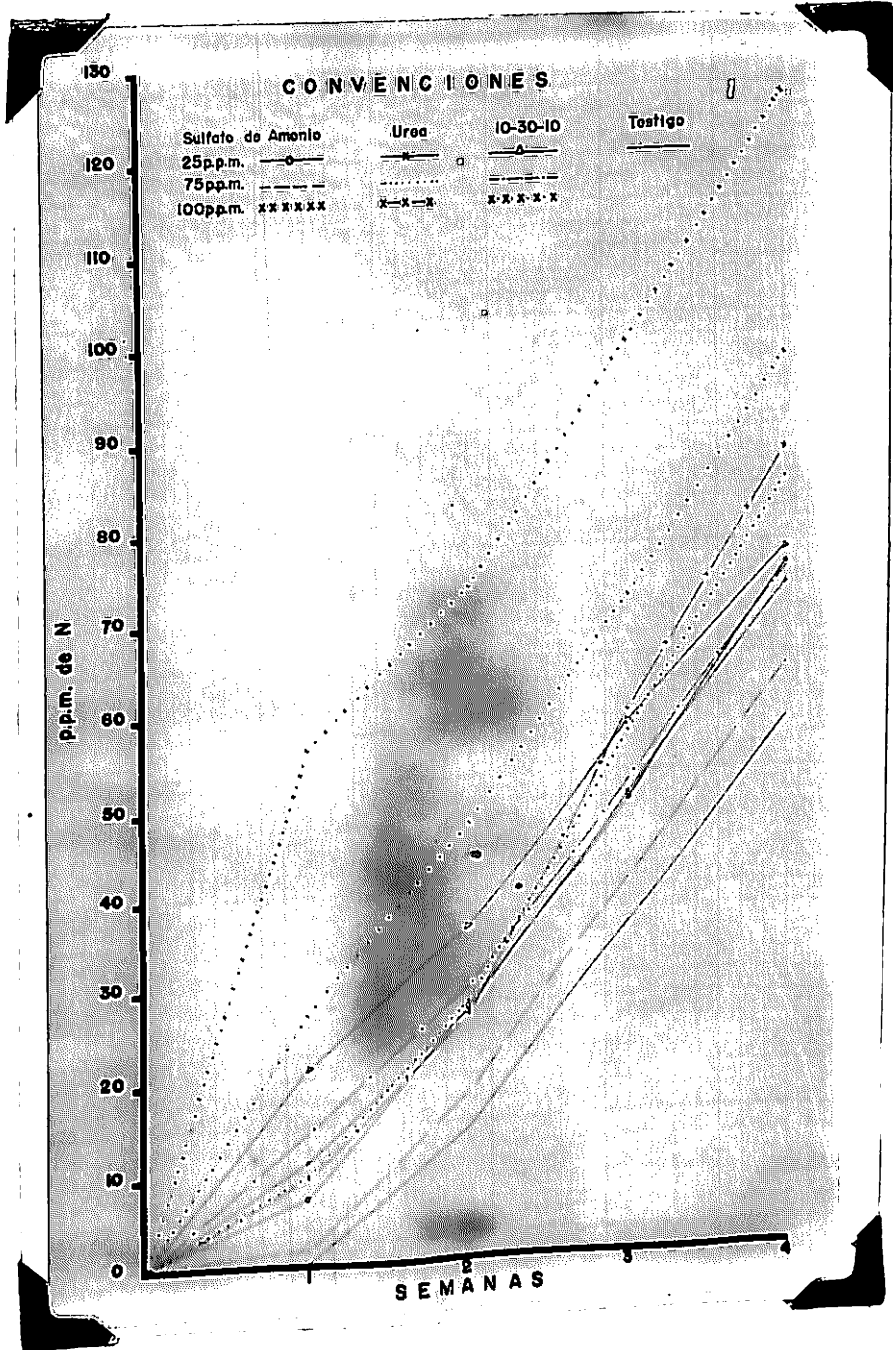


Figura No. 16

Pérdidas totales de nitrógeno por lixiviación en el suelo de La Laguna.

Foto: I. Santacruz.

V. CONCLUSIONES

1. Algunos resultados obtenidos, especialmente a nivel de aplicaciones de 25 ppm. de nitrógeno, demuestran que los suelos testigos de Botana y Cujacal perdieron más nitrógeno por lixiviación que las muestras que recibieron la aplicación de los fertilizantes. Este fenómeno se atribuye a la activación de la población microbiana de esos suelos, que resulta en la inmovilización del nitrógeno.

2. Las pérdidas por lixiviación fueron menores en las muestras que se mantuvieron a capacidad de campo durante un mes, lixivándolas al final, que en aquellas que los lavados se produjeron cada semana. Ello se explica por la distinta intensidad de los lavados.

3. En todos los niveles de aplicación de nitrógeno, se observó que la formación de amoníaco y nitratos es mayor en los suelos lixiviados 4 veces, que en los lixiviados una sola vez.

4. De la conclusión anterior se deduce que los lavados incrementan la tasa de mineralización de los suelos volcánicos estudiados, bien porque se lixivian mejor sustancias tóxicas que afectan la tasa de mineralización y/o que la población microbiana que se desarrolla después de cada lavado sea más activa que la anterior.

5. La lixiviación aumentó a medida que aumentaron las cantidades de nitrógeno aplicada.

6. Del experimento realizado no se desprende ninguna negma que permita señalar, que uno de los fertilizantes usados se pierda más que otro consistentemente. Solamente a niveles de 100 ppm. en suelos con 4 lavados, se encontró una diferencia significativa entre las aplicaciones de urea y 10 - 30 - 10 y el testigo. En las muestras que solo recibieron un lavado la diferencia significativa se presentó entre el sulfato de amonio y el testigo.

7. En todos los suelos, no obstante ser ácidos se presentó una fuerte volatilización.

8. Al cabo de 21 días de incubación, los distintos resultados obtenidos, demostraron que el aumento de temperatura producía un incremento de las pérdidas de nitrógeno por volatilización.

9. La volatilización aumentó en todos los casos, al aumentar la concentración de urea aplicada.

10. Este estudio demuestra que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación y volatilización, pueden tener proporciones serias en los suelos volcánicos del Altiplano de Pasto, lo cual está indicando la necesidad de aplicaciones fraccionadas de nitrógeno, al ser posible enterradas.

11. Como proyección de estudios futuros se sugiere relacionar la lixiviación con las variaciones de la actividad microbiológica de los suelos. Y estudiar la volatilización a distintos niveles de humedad de los suelos.

VI. RESUMEN

En este estudio se presentan algunos aspectos de la lixiviación y volatilización de nitrógeno, en los suelos volcánicos del Altiplano de Pasto, (Nariño, S.O. de Colombia).

La precipitación y temperatura promedio anuales de la región son 781 mm. y 13°C, respectivamente. Las rocas y materiales piroclásticos son de composición andesítica - dacítica.

Los resultados demuestran que en algunos casos, a un nivel de 25 ppm. de N., la lixiviación fue menor en los suelos tratados que en los testigos, probablemente debido a la inmovilización del nitrógeno causada por la activación de la población bacteriana.

La lixiviación aumentó con las cantidades de nitrógeno adicionadas. Aunque los suelos estudiados fueron ácidos se encontró una fuerte volatilización, que aumentó con la temperatura y concentración de nitrógeno.

SUMMARY

This study presents some aspects of nitrogen leaching and volatilization, in the volcanic ash soils of the Andean Highland of Pasto, Narino, S.W. of Colombia.

In this area the average annual rainfall and temperature are 781 mm. and 13°C respectively. The rock types and pyroclastic materials are of andesitic - dacitic composition.

Results have shown that in some cases, 25 ppm. N₂ level, leaching was lower in treated than in untreated soils, probably due to the nitrogen immobilization caused by the activation of the microbial population.

Leaching increased with the amounts of nitrogen added. Although the soils studied were acids, volatilization of nitrogen was high. Volatilization increased with temperature and nitrogen concentration.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Allison, F.E. 1955. The enigma of soil nitrogen balance sheets. Adv. in Agron. 1: 213 - 250.
2. Baker, J.H., M., Peach, and R.B., Masgrove. 1959. Losses of anhydrous ammonia during application. Agron. Jour. 51: 361 - 362.
3. Birch, H.F. 1964. Mineralisation of plant nitrogen following alternate wet and dry conditions. Plant and soil. 20: 43 - 49.
4. _____ 1959. Further observations on humus decomposition and nitrification. Plant and soil. 11: 262 - 289.
5. Blasco, L.H., 1966. Studies on some aspects of Nitrogen in the soils of Colombia. Thesis of the University of London. p. 234-257. (111p.) (Thesis submitted in part fulfilment of the degree of doctor of philosophy of the university of London)
6. Blasco, M.L. and A.H., Cornfield. 1966. Volatilization of Nitrogen as Ammonia from Acid Soils. Nature. 211: 1279.
7. Bremner, J.M. and K., Shaw. 1959. Determination of ammonia and nitrate in soil. Jour. Agric. Sc. 46: 320 - 328.
8. Bornemissa, E., y S., Pineda. 1969. Minerales Amorfos y Mineralización de Nitrógeno en Suelos Derivados de Cenizas Volcá -

nias. Panel Sobre Suelos derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Turrialba. B.7.1 - B.7.9.

9. Bremner, J.M., K., Shaw. 1958. Denitrification in soils. II. Factors affecting denitrification. Jour. Agric. Sci. 51: 40 - 52.

10. Broadbent, F.E., G.H., Hill, and K.B. Saylor. 1938. Transformation and Movement of Urea in Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 303-307.

11. Broadbent, F.E., H.H., Jackman, y J. Mc Nicoll. 1964. Mineralization of carbon and nitrogen in some New Zealand allophanic soils. Soil Sci. 98: 118 - 121.

12. Buckman, H.O. y Brady, N.C. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por B. Salcedo. Barceló. Edit. UFFHA. Mexico. p. 435 - 437.

13. Busno, J. Estudio Geológico del Dpto. de Narino que presenta el Laboratorio Nacional de Fomento y Minas de Pasto, al Ministerio de Minas y Petróleos. Pasto. Colombia. Informe número 625. (sin paginación).

14. Chao, T., and W., Krocantjé. 1964. Relationships between ammonia volatilization, ammonia concentration and water evaporation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 395 - 395.

15. Cooke, E.W., J.A.H. Bates and P.D., Tibber. 1957. The influence

- of Nitrogen Fertilizers and Rainfall on Soil Nitrate Concentrations. *J. Sci. Food Agric.* 9: 248 - 252.
16. Ernst, J.W., and H.P. Knassey. 1960. The effect of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24: 87 - 90.
17. Espinal, P.L. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico, Bogotá. Inst. Geogr. Agustín Cedassi. 201 p.
18. Ekpeye, D.M., and A.H. Cornfield. 1964. Losses, Through Denitrification, from Soil of Applied Inorganic Nitrogen even at Low Moisture Contents. *Nature.* 201: 322 - 323.
19. Gasser, J.K.R. 1959. Transformations and Movement of Fertilizer Nitrogen in a Light Soil. *J. Sci. Food Agric.* 10: 192 - 198.
20. Gasser, J.K.R., D.J. Greenland and H.A.G. Rowson. 1957. Measurement of Losses from fertilizer nitrogen during incubation in acid sandy soils and during subsequent growth of ryegrass, using ^{15}N labelled fertilizers. *Jour. Soil. Sc.* 18: 289 - 300.
21. Gerretsen, P.C., and H. Hoops. 1937. Nitrogen losses during nitrification in solutions and in acid sandy soils. *Canad. J. Microbiol.* 3: 358 - 360.

22. Hiltbold, A.E., and T., Adams. 1960. Effect of nitrogen volatilization on soil acidity change due to applied nitrogen. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24: 45 - 47.
23. Jackson, H.Z., and S.G., Chung. 1947. Ammonia retention by soils as influenced by depth of application, soil texture, moisture content, pH value, and tillage. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 39: 623 - 633.
24. Kosaka, J., C., Honda, and A., Inaki. 1962. Transformation of humus in upland soils. *Japan. Soil Sci. Pl. Nutr.* 9: 23 - 28.
25. Kroege, C.R. and D.P. Satchell, 1940. Gaseous loss of ammonia from nitrogen fertilizers applied to soil. *Agron. Jour.* 52: 104 - 107.
26. López, M. 1969. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas de Colombia. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. IICA, Turrialba. C. I.I.
27. Martin, J.P. and H.D., Chapman. 1951. Volatilization of ammonia from surface fertilized soils. *Soil Sci.* 71: 25 - 34.
28. Molina, C. 1969. Estudios sobre el nitrógeno en algunos suelos del Altiplano de Pasto. *Fac. de Agronomía. Pasto.* 76 p. (Tesis no publicada).

29. Mora, B. y Logarda, L. 1969. Estudio de ciertas características de algunos suelos de Maricao relacionadas con las Formaciones geológicas. Fac. de Agronomía. Papeo. 179 p. (tesis no publicada).
30. Mortland, M.M. 1958. Reactions of ammonia in soils. Adv. in Agron. 10: 325 - 348.
31. Plessis, M.C.P., du, and W., Kroontje. 1964. The relationship between pH and ammonia equilibria in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 751 - 754.
32. Russell, W.E. 1961. Soil conditions and plant. Growth Ninth ed. Longmans. Green and Co. London. 319 p.
33. Stanley, T.A., and G.C., Smith. 1956. Effect of soil moisture and depth of application on retention of anhydrous ammonia. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20: 557 - 561.
34. Vanstellen, R. 1961. Loss of soil - nitrogen by volatilization of ammonia. Jour. Dairy Sci. 1960. 43: 91 - 102. (Abst. in Jour. Sci. Food Agric. 12: 1 - 210).
35. Volk, G.M. 1959. Loss of ammonia following surface application of urea to turf or base soils. Agron. Jour. 51: 746 - 749.
36. Wahhab, A., M., Khan, and M., Isahag. 1960. Nitrification of urea and its loss through volatilization of ammonia under different soil conditions. Jour. Agric. Sci. 55: 47 - 51.

37. Webster, H. and J.K.R., Casser. 1959. Leaching of Nitrate from Soils in Laboratory Experiments. *J. Sci. Food Agric.* 10: 583 - 589.
38. Wilson, J.K. 1941. Las algas del suelo como reductoras de los nitratos a nitritos. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 6: 196.

APPENDICE

TABLA X

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE CHUPO DE ANCHO Y UREA POR LIEVIACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACIONES DE 25 ppm.

SUNOS	T R A T A M I E N T O			
	X	X ²	X	X ²
BOYANA	50,68	2568,4624	50,12	2512,0144
CHICAL	67,20	4515,8400	5320	2850,2400
LA LAGUNA	74,76	5589,0576	72,64	5277,8496
ΣX	192,64	$\Sigma X^2 = 12673,3600$	$\Sigma X = 175,96$	$\Sigma X^2 = 10769,1040$

$\Sigma X^2 = 108,9191$

$\Sigma X^2 = 101,1052$

Prueba de χ^2 : χ^2 obtenido = 1,0775 N.S.

χ^2 tabulada = 5% = 19,000 para 2 G.L.

χ^2 = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XI

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y 10-30-10 POR LIXIVIACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 ppm.

CURSOS	URREA			10 - 30 - 10	X	X ²
	X	X ²	X			
BETAHA	50,72	2572,0144	45,97	1888,3449		
GUADAL	55,20	2830,2400	57,12	3262,6949		
LA LAGUNA	72,64	5422,6496	76,72	5885,8584		
Σ	$\Sigma X = 178,56$	$\Sigma X^2 = 10769,1040$	$\Sigma X = 177,41$	$\Sigma X^2 = 11046,9977$		

$$S_1^2 = 165,1946$$

$$S_2^2 = 168,9492$$

Prueba de "F": "F" obtenido = 2,6998 H.S.

5% = 19,000 para 2 G.L.

"F" calculado = 1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA III

COMPARACION DE LAS TENDENCIAS DE HINCHIZO ENFERO UREA Y EL TESTIGO POR LIXIVIACIONES AGUICOLA
 DA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 ppm.

SUELOS	TRATAMIENTOS			
	X	X ²	X	X ²
BOYANA	65,80	4329,6400	50,12	2512,0144
CUMACAL	67,76	4591,4176	52,20	2739,2400
LA LAGUNA	57,96	3359,3616	72,64	5422,6496
	$\Sigma X = 191,52$	$\Sigma X^2 = 12280,4192$	$\Sigma X = 175,96$	$\Sigma X^2 = 10765,1040$

$s^2_1 = 102,9491$

$s^2_2 = 17,9274$

Prueba de η^2 : η^2 Obtenido = 0,0772 H.S.

5% = 19,000 para 2 G.L.

η^2 Tabulando : 1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA V

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y EL TESTIGO POR LIXIVIA
 CIONES ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 ppm.

SUELOS	TRATAMIENTOS			
	X	X ²	X	X ²
BOYANA	56,58	2509,4624	65,60	4329,6400
GOYACAL	67,20	4515,8400	67,76	4591,4176
LA LAGUNA	7476	5589,0976	97,96	9599,9616
$\Sigma X = 198,64 \leq X^2 = 12673,3600 \leq \Sigma X = 191,92 \leq X^2 = 12280,4192$				

$SI^2 = 101,1052$

$SD^2 = 17,9274$

Prueba de "F": "F" obtenido = 5,6397 H.S.

"F" tabulada : 5% = 19,000 Para 2 G.L.

1% = 99,000 Para 2 G.L.

TABLA VI

COMPARACION DE LAS HERIDAS DE BIENGENO ENTRE 10 - 30 - 30 Y TESTIGO POR LIXIVIACION
ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 ppm.

PARA TAMBIEN

SURIOS	10 - 30 - 10		Testigo	
	X	X ²	X	X ²
BOYABA	43,57	1898,3449	65,80	4329,6400
CUYACAL	57,12	3262,6944	67,76	4591,4176
LA LAGUNA	76,72	5885,9584	57,96	3359,3616

$$n = 3 \quad \sum X = 177,41 \quad \sum X^2 = 11046,9977 \quad \sum X = 191,52 \quad \sum X^2 = 12280,4192$$

$$\bar{X} = 59,1366$$

$$s^2 = 17,9274$$

Prueba de χ^2 : χ^2 obtenido = 10,3202 H.S.

χ^2 tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA VIII

COMPARACION DE LAS FRONDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y 10 - 30 - 10 POR INKIVACION ACU-
MULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Urea		
	X	X ²	10 - 30 - 10
BOYANA	56,28	3167,4384	62,00
QUIACAL	53,67	2891,9769	80,46
LA LAGUNA	84,28	7103,1184	77,48

$$n = 3 \quad \sum X = 194,46 \quad \sum X^2 = 13772,5337 \quad \sum X = 217,94 \quad \sum X^2 = 15719,6020$$

- $\frac{2}{n} = 190,5039$
- $\frac{2}{n} = 115,3920$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 1,6508 H.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA IX
 COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y SEBSTICO POR LIJIVIACION ACUMULADA
 EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 ppm.

SUELOS	TRATAMIENTOS			
	Urea	Sebstico	X	X ²
MOTABA	65,60	4329,6400	56,78	3167,4984
CUNAOAL	67,76	4591,4176	53,87	2901,9769
LA LAGUNA	57,96	3359,3616	64,28	703,1184
n = 3	Σx = 191,32	Σx² = 12280,4192	ΣX = 194,43	ΣX² = 13172,5937

$$s_1^2 = 150,5039$$

$$s_2^2 = 17,9274$$

Prueba de "F": "F" obtenido = 10,6204 N.S.

"F" tabulada: 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TAHLA X

COMPARACION DE LAS PREDICIONES DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y 10 - 30 - 10 POR LITRO
 VIACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS Sulfato de amonio 10 - 30 - 10

ΣX ΣX^2 X X^2

BOZANA	46,54	2165,9776	62,00	3836,0000
CUMACAL	60,08	6412,8064	81,46	6635,7316
LA LAGUNA	63,56	4039,6736	74,48	5547,2704

$N = 3$ $\Sigma X = 190,18$ $\Sigma X^2 = 12610,6516$ $\Sigma X = 217,94$ $\Sigma X^2 = 19319,0020$

$$S^2 = 167,5066$$

$$S^2 = 115,3920$$

Prueba de "t": "t" Obtenido = 1,6249 D.S.

"t" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 O.L.

1% = 99,000 para 2 O.L.

TABLA XI

COMPARACION DE LAS RESPONDAS DE HIPOCRESO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y RESTIGO POR LIXIVIA-
CION ACUCELADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 PPM.

TRAFAMIENTOS

SUELOS	Sulfato de amonio		Restigo	
	X	X ²	X	X ²
BORANA	46,54	2165,9716	65,60	4329,6400
COJACAL	60,08	6412,8064	67,76	4591,4176
LA LAGUNA	63,56	4039,8736	57,96	3359,3616

$n = 3 \quad \sum X = 190,18 \quad \sum X^2 = 12618,6516 \quad \sum X = 191,92 \quad \sum X^2 = 12230,4192$

$\frac{\sum X^2}{n} = 187,3086$

$\frac{\sum X}{n} = 17,9274$

Prueba de "F": "F" obtenido = 10,4592 U.S.

"F" tabuleado : 5% = 29,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE 10 - 30 - 10 Y TESTIGO POR LIxivIACION ACUMULADA EN 4 SEMBRAS CON APLICACIONES DE 75 ppm.

PARA 2 A M I E N T O S

SUELOS	10 - 30 - 10		Testigo	
	X	X ²		
BOZANA	62,00	3130,0000	65,60	4329,6400
CUMACAL	61,46	6635,7316	67,76	4591,4176
LA LAGUNA	74,48	5547,2704	57,96	3359,3616

$$\bar{X} = 3 \quad \sum X = 217,94 \quad \sum X^2 = 15319,0020 \quad \sum X = 191,92 \quad \sum X^2 = 12280,4192$$

$$S_1^2 = 115,3920$$

$$S_2^2 = 17,9274$$

Prueba de "F", F₁ Obtenido = 6,4366 H.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,009 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

ZARDA XIII

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y SULFATO DE AMONIO POR LIXIVIACION
ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPM.

SUELOS	TRATAMIENTOS		
	Sulfato de amonio	Urea	
	X	X ²	X
BOZANA	65,62	4047,5044	95,60
CUSASAL	96,32	9277,5424	53,26
LA LAGUNA	97,72	9549,1984	67,64
N = 3	ΣX = 259,66	ΣX² = 22874,2452	ΣX = 217,50
			ΣX² = 19848,9572

$\frac{2}{91} = 348,9685$

$\frac{2}{62} = 248,2400$

Prueba de χ^2 ; χ^2 obtenido = 1,4057 N.S.

χ^2 Tabulado : $\chi^2 = 19,000$ para 2 G.L.

$\chi^2 = 99,000$ para 2 G.L.

TABLA XIV

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y 10 - 30 - 10 POR LIXIVIACION AGU-
 MULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPM.

FRASAMIENTOS

SUELOS	Urea		
	X	X ²	10 - 30 - 10
BOTANIA	96,60	9332,5600	77,96
CUBACAL	53,26	2836,6276	75,04
LA LAGUNA	67,64	7680,7696	126,28
N = 3	ΣX = 217,50	ΣX² = 19849,9572	ΣX = 279,28
			ΣX² = 23593,1936

$\frac{2}{81} = 556,1694$

$\frac{2}{82} = 148,9687$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 1,5937 N.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA IV

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y EL YESO POR LIJIVACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPEL.

SUELOS	TRATAMIENTOS			
	X	X ²	X	X ²
NOTANA	65,80	4329,6400	96,60	9331,5600
CUNACAL	67,76	4591,4176	53,26	2836,6276
LA LAGUNA	57,96	3359,3616	67,64	7689,7696
n = 3	ΣX = 191,52	ΣX² = 12280,4196	ΣX = 217,50	ΣX² = 19849,9572

$s_1^2 = 340,9689$

$s_2^2 = 17,9274$

Fuente de error: 1º Obtenido = 19,4659 g. al 5%

2º Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 29,000 para 2 G.L.

TAJERA XVI

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y 10 - 30 - 10 POR LIXI
VIACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPM.

T R A T A M I E N T O S				
SUELOS	Sulfato de amonio		10 - 30 - 10	
	X	X ²	X	X ²
BUZANA	63,62	4047,5044	77,96	6015,5536
CUBACAL	96,32	9277,5424	75,04	5631,6016
LA LAGUNA	97,72	9549,1924	126,28	15946,6584
N = 3	ΣX = 257,66	ΣX² = 22674,2492	ΣX = 278,98	ΣX² = 27593,1936

$s_1^2 = 556,1694$
 $s_2^2 = 248,2400$

Prueba de "F": "p" obtenido = 2,2404 N.S.
"p" tabulada: 5% = 19,000 para 2 G.L.
1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XVII

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y TESTIGO POR LIXIVIA-
CION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPM.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Sulfato de amonio		Testigo	
	X	X ²	X	X ²
BOZABA	63,62	4047,5044	65,80	4329,6400
GUINACAL	96,32	9277,5424	67,76	4591,4176
LA JACUNA	97,72	9549,1984	57,96	3359,3616

$$n = 3 \quad \sum X = 257,66 \quad \sum X^2 = 22874,2452 \quad \sum X = 191,52 \quad \sum X^2 = 12280,4196$$

$$\bar{X} = 248,2100$$

$$S^2 = 17,9274$$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 13,8469 N.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XVIII

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE 10 - 30 - 10 Y TESTIGO POR ELIVIACION ACUMULADA EN 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 P.P.P.

TRATAMIENTOS

SUELOS	10 - 30 - 10		Testigo	
	X	X ²		X
BOTANA	77,56	6015,5536	65,80	4329,6400
CUJACAL	75,04	5631,0016	67,76	4591,4176
LA LAGUNA	126,28	15946,6384	97,96	9597,3616

$$n = 3 \quad \sum X = 278,68 \quad \sum X^2 = 27595,1936 \quad \sum X = 191,52 \quad \sum X^2 = 12280,4196$$

$$\frac{\sum X^2}{n} = 9195,1694$$

$$\frac{\sum X^2}{n} = 17,9274$$

Prueba de "F", "F" Obtenido = 31,0234 e. al 5%.

"F" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XIX

COMPARACION DE LAS HERIDAS DE HIERRO EN ENTRE UREA Y SULFATO DE AMONIO POR LIXIVIACION EN SURCOS A CAPACIDAD EN CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 P.P.S.

T R A C A M I E N T O S				
SURCOS	Sulfato de amonio		Urea	
	X	X ²	X	X ²
BORANA	21,28	452,8384	16,24	263,7376
CUACAL	19,04	362,5216	20,72	429,3184
LA LINDA	27,44	752,9536	23,60	556,4400
H = 3	ΣX = 67,76	ΣX ² = 1568,3136	ΣX = 60,76	ΣX ² = 1289,4960

$s_1^2 = 12,6168$

$s_2^2 = 9,6359$

Prueba de "F": "F" obtenido = 1,2053 N.S.

"F" tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TADIA XX

COMPARACION DE LAS FERTILIDADES DE NITROGENO ENTRE UREA Y 10 - 30 - 10 POR LIXIVIACION EN
SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 PPM.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Urea	10 - 30 - 10	X	X ²
BOTANA	16,24	263,7376	21,29	452,6994
OURACAL	20,72	429,3184	24,36	593,4996
LA LAGUNA	23,80	566,4400	26,04	679,0216

$$\Sigma X = 60,75 \quad \Sigma X^2 = 1259,4960 \quad \Sigma X = 71,69 \quad \Sigma X^2 = 1724,3286$$

$$\frac{2}{61} = 9,6739$$

$$\frac{2}{62} = 3,8968$$

Prueba de "F", "F" Obtenido = 2,4791 D.S.

"F" Tabulado 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XXI

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y TESTIGO POR LIXIVIACION EN SUELOS
A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACIONES DE 25 PPM.

SUELOS	TRATAMIENTOS			Urea
	X	X ²	X	
LOTANA	24,08	579,8464	16,24	265,7376
QUIYACAL	26,88	722,5344	20,72	429,3184
LA LAGUNA	25,76	663,5776	23,60	566,4400
Σ	$\Sigma X = 76,72$	$\Sigma X^2 = 1965,9584$	$\Sigma X = 60,76$	$\Sigma X^2 = 1359,4960$

$S_1^2 = 9,6359$
 $S_2^2 = 1,3958$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 7,2679 D.S.

"F" Tabulado = 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TAJETA XXXI

COMPARACION DE LAS FERTILIDADES DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y 10 - 30 - 10 EN SUJES
LOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 25 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Sulfato de amonio		10 - 30 - 10	
	X	X ²	X	X ²
BOYANA	21,28	452,6384	21,28	452,6374
QUIJACAL	19,04	362,5216	24,36	593,4096
LA LAGUNA	27,44	752,9536	26,04	678,0816

$$n = 3 \quad \sum X = 67,76 \quad \sum X^2 = 1568,1136 \quad \sum X = 71,68 \quad \sum X^2 = 1724,5294$$

$$s_1^2 = 12,6168$$

$$s_2^2 = 3,8868$$

Prueba de t^* : t^* Obtenido = 3,2450 H.S.

t^* Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TAJAMA XXIII

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE SULTASO DE ANCHIO Y TESTIGO POR LIXIVIA-
CION DE SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON
APLICACION DE 25 ppm.

PARA PARAJES

SUELOS	Sulfato de amonio		Testigo	
	X	X ²	X	X ²
BOTANA	21,28	452,8384	24,08	579,8464
CUSACAL	19,04	362,5216	26,88	722,5344
LA LAGUNA	27,44	752,9536	25,76	663,5776
N = 3	ΣX = 67,76	ΣX² = 1568,3136	ΣX = 76,72	ΣX² = 1965,9584

$S_1^2 = 12,6168$
 $S_2^2 = 1,2258$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 9,5163 N.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XXIV

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE 10 - 30 - 10 Y TESTIGO POR LIXIVIACION
 EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON
 APLICACION DE 25 ppm.

SUELOS	P R A T A M I E N T O S		Testigo
	10 - 30 - 10	X	
BOYAMA	22,28	452,8384	24,09
CUNACAL	24,36	593,4096	26,68
LA LAGUNA	26,04	678,0816	25,76
n = 3	$\sum x = 72,68$	$\sum x^2 = 1724,3296$	$\sum x = 76,72$
	$\sum x^2 = 1,8868$		$\sum x^2 = 1965,9584$

$s_1^2 = 1,8868$

$s_2^2 = 1,3258$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 2,9316 D.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TAJETA XIV

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y SULFATO DE AMONIO EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 DPT.

TRAFAMIENTOS

SUELOS	Sulfato de amonio		Urea	
	X	X ²	X	X ²
BOYAMA	19,60	284,1600	22,12	489,2944
COYACAL	19,04	362,5216	29,40	664,3600
LA LAGUNA	26,04	678,0816	27,44	752,9536

$$S = 3 \quad \sum X = 64,68 \quad \sum X^2 = 1424,7632 \quad \sum X = 78,96 \quad \sum X^2 = 2106,6880$$

$$s_1^2 = 10,0374$$

$$s_2^2 = 9,5602$$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 1,0551 N.S.

"T" Tabulado : 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XXVI

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y 16 - 30 - 10 POR LIXIVIACION DE SUELOS
 A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Urea		
	X	ΣX^2	X
BORANA	22,12	489,2944	16,80
OUJACAL	29,40	864,3600	22,40
LA LAGUNA	27,44	752,9936	28,84

$$N = 3 \quad \Sigma X = 78,96 \quad \Sigma X^2 = 2106,6080 \quad \Sigma X = 68,04 \quad \Sigma X^2 = 1615,7456$$

$$S_1^2 = 24,1994$$

$$S_2^2 = 9,5602$$

Prueba de "F" : "F" Obtenido = 2,5312 E.S.

"F" Tabulada: 5% = 19,000 para 2 G. L.
 1% = 99,000 para 2 G. L.

TABLA XXIII

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y FERTIGO POR LIXIVIACION EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 75 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Fertigo		Urea	
	X	X ²	X	X ²
BOYANA	24,08	579,2464	22,12	489,2944
CUIACAL	26,88	722,5344	29,40	864,3600
LA LAGUNA	25,76	663,5776	27,44	752,9536
n = 3	Σ X = 76,72	Σ X² = 1965,5584	Σ X = 78,96	Σ X² = 2106,6080

$s_1^2 = 9,5602$

$s_2^2 = 1,3256$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 7,2108 H.S.

"F" Tabulado : 5% = 19,0000 para 2 G.L.

1% = 99,0000 para 2 G.L.

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y 10 - 30 - 10 POR LIXI-
VIACION DE SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLI-
CACION DE 25 ppm.

S R A T A M I E N T O S

SUELOS	Sulfato de amonio	10 - 30 - 10
	X	X ²
BORABA	19,60	384,1600
GUJACAL	19,04	362,5216
LA LAGUNA	28,04	678,0816
	16,80	282,2400
	22,40	501,7600
	28,84	691,7456

$$n = 3 \quad \sum X = 64,68 \quad \sum X^2 = 1424,7632 \quad \sum X = 68,04 \quad \sum X^2 = 1615,7496$$

$$\frac{\sum X^2}{n} = 24,1594$$

$$\frac{\sum X^2}{n^2} = 10,0574$$

Prueba de "F": "F" Obtenido: = 2,3889 B.S.

"F" tabulado: 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TABLA XXXX

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y TESTIGO POR LIXIVIACION EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLIACION DE 75 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Sulfato de amonio		Testigo	
	X	X ²	X	X ²
BORAMA	19,60	384,1600	24,08	579,8464
QUJACAL	19,04	362,5216	26,88	722,5344
LA LAGUNA	26,04	678,0816	25,76	663,5776

$n = 3$ $\sum X = 64,68$ $\sum X^2 = 1424,7632$ $\sum X = 76,72$ $\sum X^2 = 1965,9984$

$\frac{\sum}{n} = 10,0874$

$\frac{\sum}{n} = 1,3256$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 7,6083 H.S.

"F" Tabulado: 5% = 19,000 para 2 O.L.

1% = 99,000 para 2 O.L.

ZARBA XXX

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE 10 - 30 - 10 Y TESTIGO FOR LEKIVLACION
 EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION
 DE 75 ppm.

SUELOS	TRATAMIENTOS		
	10 - 30 - 10	X ²	Testigo
	X	X ²	X
BOYAMA	16,80	282,2400	24,08
CUIACAL	22,40	501,7600	26,88
LA LAGUNA	26,84	671,7456	25,76
n = 3	ΣX = 66,04	ΣX² = 1655,7456	ΣX = 76,72
			ΣX² = 1965,9504

$S_1^2 = 24,1994$

$S_2^2 = 1,3256$

Prueba de t^* : t^* obtenido = 18,2526 N.S.

t^* tabulada: $5\% = 19,000$ para 2 G.L.

$1\% = 29,000$ para 2 G.L.

TABLA XXXI

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE UREA Y SULFATO DE AMONIO POR LIXIVIACION
 EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION
 DE 100 ppm.

SUELOS	PARAMETROS		
	Sulfato de amonio	Urea	
	X	X	X ²
BOTANA	20,44	22,28	452,8384
GUJACAL	20,72	18,20	331,2400
LA LAGUNA	32,92	29,60	864,3600
$n = 3$	$\Sigma X = 73,08$	$\Sigma X = 69,08$	$\Sigma X^2 = 1648,4384$

$s_1^2 = 28,5838$

$s_2^2 = 22,3178$

Prueba de t^* t^* Obtenido = 1,2810 N.S.

t^* Tabulada: 9% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TAULA XXXII

COMPARACION DE LAS FERTILIDADES DE NITROGENO ENTRE UREA Y 10 - 30 - 10 POR DIVISIONES EN
SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION
DE 100 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Urea		
	X	X ²	10 - 30 - 10
ROTANA	21,28	452,8384	25,52
QUEZAL	18,20	332,2400	26,60
LA LAGUNA	29,40	864,3600	28,56
$\Sigma X = 68,88$	$\Sigma X^2 = 1648,4384$	$\Sigma X = 78,68$	$\Sigma X^2 = 2076,4240$

$\Sigma X = 22,3178$
 $\Sigma X^2 = 4,3058$

Prueba de "F": "F" obtenido = 5,1819 N.S.

"F" tabulada: 5% = 19,000 para 2 G.L.
 1% = 99,000 para 2 G.L.

PARTE XXXII

COMPARACION DE LAS FERTILIDADES DE FIERRO EN UREA Y TESTIGO POR LIXIVIACION EN SUELOS
A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPM.

TRATAMIENTOS

SUELOS	Testigo		Urea	
	X	X ²	X	X ²
BOYABA	24,08	579,6464	21,28	452,8384
CUBACAL	26,88	722,5344	19,20	369,2400
LA LACUBA	25,76	663,5776	29,40	864,3600
Σ	$\Sigma X = 76,72$	$\Sigma X^2 = 1965,9584$	$\Sigma X = 69,88$	$\Sigma X^2 = 1648,4384$

$S_x^2 = 22,3178$

$S_y^2 = 1,5259$

Prueba de "F" 99^o Contenido = 16,8334 S.B.

99^o Tabulado: $S_x^2 = 19,000$ para 2 G.L.

$S_y^2 = 99,000$ para 2 G.L.

TABLA XXXIV
COMPARACION DE LAS FERTILIDADES DE HIPOSOFITO ENERGETICO SULFATO DE AMONIO Y 10 - 30 - 10 POR UNO
VARIACION DE SUELOS QUE ESTUVIERON A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS
CON APLICACION DE 100 PPM.

T R A T A M I E N T O S				
SUELOS	X	X ²	X	Σ X ² = 2076,4240
BORANA	20,44	417,7936	23,52	553,1904
CUIAGAL	20,72	429,3184	26,60	707,5600
LA LAGUNA	31,92	1018,8864	28,56	815,6736
	$\Sigma X = 73,08$	$\Sigma X^2 = 1865,9984$	$\Sigma X = 78,68$	

$S_1^2 = 28,9999$

$S_2^2 = 4,3068$

Prueba de "F": $F_{0.05} = 5,6182$ N.S.

"t" Tabulada: $t_{0.05} = 19,000$ para 2 G.L.

$t_0 = 99,000$ para 2 G.L.

COMPARACION DE LAS FERTILIDADES DE NITROGENO ENTRE SULFATO DE AMONIO Y TESTIGO POR LIXIVIA-
CION EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 PPM.

PARAMENTOS

SUELOS	Sulfato de amonio		Testigo	
	X	X ²	X	X ²
ROPANA	20,44	417,7956	24,08	579,8464
QUEJACAL	20,72	429,3184	26,89	722,5544
LA LAGUNA	21,92	480,8864	25,76	663,5776

$n = 3 \quad \sum X = 73,08 \quad \sum X^2 = 1869,9984 \quad \sum x = 76,72 \quad \sum x^2 = 1989,9584$

$S_1^2 = 28,5898$

$S_2^2 = 1,3258$

Prueba de "F": "F" Obtenido = 21,5642 S. al 5%.

"F" Tabulado: 5% = 19,000 para 2 G.L.

1% = 99,000 para 2 G.L.

TAULA XXVI

COMPARACION DE LAS PERDIDAS DE NITROGENO ENTRE 10 - 30 - 10 Y TESTIGO POR LIXIVIACION EN SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO DURANTE 4 SEMANAS CON APLICACION DE 100 ppm.

TRATAMIENTOS

SUELOS	10 - 30 - 10		Testigo	
	X	X ²	X	X ²
BOTANA	23,53	553,1904	24,08	579,8464
CUBACAL	26,60	707,5600	26,88	722,5344
LA LAGUNA	28,56	815,6736	25,76	673,5776
Σ	$\Sigma X = 78,68$	$\Sigma X^2 = 2076,4240$	$\Sigma X = 76,72$	$\Sigma X^2 = 1965,9584$

$S_1^2 = 4,3088$

$S_2^2 = 1,3296$

Prueba de "F": $F_{\text{obtenido}} = 3,2484$ $F_{\text{t.}}$

"F" tabulado: $F_{\alpha} = 19,000$ para 2 G.L.

$F_{\beta} = 99,000$ para 2 G.L.

T **UNIVERSIDAD DE NARIÑO**
631.4 Inventario: 19613
C796 Autor: Higinio Cordoba Y otros
Ei.1 Título: Lixiviacion y volatizacion del



T
631.4
C796
Ej. 1

19613

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

19613 -

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO