AN
631.84
I12

MINERALIZACION DEL NITROGENO EN PRESENCIA DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO EN ALGUNOS SUELOS DE NARIÑO, COLOMBIA

Por

ARCESIO IBARRA NATES
LAUREANO MELO CALDERON

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

Presidente de tesis

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

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA
1.971

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado son de responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo 1º del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

A MIS PADRES

A MARIELA

A MIS AMIGOS

D E D I C O :

ARCESIO IBARRA MATES

AGRADECIMIENTOS A :

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

Profesor de la Especialia

Esperanza Rubio Cayuedo

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Las personas que en una o otra forma hicieron posible la culminación del presente trabajo.

AL SACRIFICIO DE MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A CARMEN

A ADRIANA

A MIS CUÑADAS

A MIS SOBRINOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

D E D I C O :

LAUREANO MELO CALDERON

CONTENIDO

Pág.

I. INTRODUCCION 1

II. REVISION DE LITERATURA 2

2.1 CONCEPTOS SOBRE LA MINERALIZACION DEL NITRO-
GENO 2

2.1.1 Microorganismos responsables de la
[illegible] 2

2.1.2 Producción de dióxido de carbono como
consecuencia del metabolismo de los
[illegible] 3

2.1.3 [illegible]
[illegible] 4

2.1.4 Factores que afectan la mineralización
del nitrógeno 5

III. MATERIALES Y METODOS 8

3.1 MATERIALES 8

3.2 METODOS 8

3.2.1 Preparación 8

3.2.2 Tratamientos 8

3.2.3 Determinación del dióxido de carbono 10

3.2.4 Evaluación cuantitativa de la amonifi-
cación y nitrificación 12

IV. RESULTADOS Y DISCUSION 14

4.1 MINERALIZACION DEL NITROGENO 14

4.2 NITROGENO MINERAL EN SUELOS SIN TRATAMIENTO Y
CON TRATAMIENTOS, INCUBADOS POR PERIODOS DE 3-6
Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C. 25

4.3 NITROGENO MINERAL, EN SUELOS CON DIFERENTES
TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU EFECTO PARA

AGRADECIMIENTOS A :

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

Francisco Cortés de la Espriella

Esperanza Rubio Caycedo

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Las personas que en una u otra forma hicieron posible la culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

Pág.

I. INTRODUCCION 1

II. REVISION DE LITERATURA 2

2.1 CONCEPTOS SOBRE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO. 2

2.1.1 Microorganismos responsables de las reacciones. 2

2.1.2 Producción de dióxido de carbono como consecuencia del metabolismo de los suelos. 3

2.1.3 Esquemas de las reacciones de amonificación y nitrificación. 4

2.1.4 Factores que afectan la mineralización del nitrógeno. 5

III. MATERIALES Y METODOS 8

3.1 MATERIALES 8

3.2 METODOS 8

3.2.1 Preparación 8

3.2.2 Tratamientos 8

3.2.3 Determinación del dióxido de carbono 10

3.2.4 Evaluación cuantitativa de la amonificación y nitrificación. 12

IV. RESULTADOS Y DISCUSION 14

4.1 MINERALIZACION DEL NITROGENO 14

4.2 NITROGENO MINERAL EN SUELOS SIN TRATAMIENTO Y CON TRATAMIENTOS, INCUBADOS POR PERIODOS DE 3-6 Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C. 25

4.3 NITROGENO MINERAL, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO PARA

Pág.

SUELOS QUE FUERON INCUBADOS POR PERIODOS DE 3-6 Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C. 25

4.4 N-MINERAL EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS POR PERIODO DE 3-6 Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C. 38

4.5 EFECTOS DE LOS PERIODOS DE INCUBACION EN LA PRODUCCION DE CO_2. 38

4.6 RELACIONES ENTRE MINERALIZACION Y PRODUCCION DE CO_2. 62

V. CONCLUSIONES 104

VI. RESUMEN 106

SUMMARY 107

VII. BIBLIOGRAFIA 108

APENDICE 117

TABLAS

Pág.

Tabla I. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, original de los suelos. Resultados en ppm. 15

Tabla II. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos sin tratamientos, que permanecieron incubados a diferentes períodos y temperatura de 15ºC. Resultados en ppm. 16

Tabla III. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos con tratamiento de aluminio, hierro, cobre y molibdeno, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a temperatura de 15ºC. Resultados en ppm. 17

Tabla IV. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos con tratamientos de aluminio, hierro, cobre y molibdeno que permanecieron incubados por un período de seis semanas a temperatura de 15ºC. Resultados en ppm. 18

Tabla V. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos con tratamientos de aluminio, hierro, cobre y molibdeno que permanecieron incubados por un período de doce semanas a temperatura de 15ºC. Resultados en ppm. 19

Tabla VI. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos sin tratamientos, que permanecieron incubados a diferentes períodos y temperatura de 30ºC. Resultados en ppm. 20

Tabla VII. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos con tratamientos de aluminio, hierro, cobre y molibdeno, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a temperatura de 30ºC. Resultados en ppm. 21

Tabla VIII. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos con tratamientos de aluminio, hierro, cobre y molibdeno, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a temperatura de 30ºC. Resultados en ppm. 22

Pág.

Tabla IX. $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-mineral, en suelos con tratamientos de aluminio, hierro, cobre y molibdeno, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a temperatura de 30ºC. Resultados en ppm. 23

Tabla X. Comparación estadística de los efectos de temperatura a 15 y 30ºC, en la mineralización del nitrógeno durante la incubación a 3-6 y 12 semanas de los suelos testigos (ppm.). . . 26

Tabla XI. Comparación estadística de los efectos de temperatura a 15 y 30ºC, en la mineralización del nitrógeno durante la incubación a 3-6 y 12 semanas de los suelos tratados con aluminio. . 27

Tabla XII. Comparación estadística de los efectos de temperatura a 15 y 30ºC, en la mineralización del nitrógeno durante la incubación a 3-6 y 12 semanas de los suelos tratados con hierro (ppm.) 28

Tabla XIII. Compración estadística de los efectos de temperatura a 15 y 30ºC, en la mineralización del nitrógeno durante la incubación a 3-6 y 12 semanas de suelos tratados con cobre (ppm.). . 29

Tabla XIV. Comparación estadística de los efectos de temperatura a 15 y 30ºC, en la mineralización del nitrógeno durante la incubación a 3-6 y 13 semanas de suelos tratados con molibdeno (ppm.). 30

Tabla XV. Comparación estadística de la mineralización del nitrógeno, en suelos con diferentes tratamientos, en rela ción a su testigo, para suelos que fueron incubados durante un período de tres semanas a una temperatura de 15ºC. 31

Tabla XVI. Comparación estadística de la mineralización del nitrógeno, en suelos con diferentes tratamientos, en rela ción a su testigo, para suelos que fueron incubados durante un período de tres semanas a una temperatura de 30ºC. 32

Pág.

Tabla XVII. Comparación estadística de la mineralización del nitrógeno, en suelos con diferentes tratamientos, en relación a su testigo, para suelos que fueron incubados durante un período de seis semanas a una temperatura de 15ºC.. 33

Tabla XVIII. Compreción estadística de la mineralización del nitrógeno en suelos con diferentes tratamientos, en rela ción a su testigo, para suelos que permanecieron incubados durante un período de seis semanas a una temperatura de 30ºC. 34

Tabla XIX. Compración estadística de la mineralización del nitrógeno, en suelos con diferentes tratamientos en relación a su testigo, para suelos que fueron incubados durante un período de doce semanas a una temperatura de 15ºC. 35

Tabla XX. Comparación estadística de la mineralización del nitrógeno, en suelos con diferentes tratamientos en relación a su testigo, para suelos que permanecieron incubados durante un período de doce semanas a una temperatura de 30ºC. . . 36

Tabla XXI. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación en suelos testigos a temperaturas diferentes. . . . 39

Tabla XXII. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación, de suelos tratados con aluminio a temperaturas diferentes. 40

Tabla XXIII. Comparación estadística del N-mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con hierro a temperaturas diferentes. 41

Tabla XXIV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con cobre a temperaturas diferentes. 42

Pág.

Tabla XXV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación, de suelos tratados con molibdeno, a temperaturas diferentes. 43

Tabla XXVI. Comparación cuantitativa de CO_2 en suelos con diferentes tratamientos, que permanecieron incubados durante un período de tres semanas, a diferentes temperaturas. Valores expresados en mg. de CO_2/10 grs. de suelo. 44

Tabla XXVII. Comparación cuantitativa de CO_2 en suelos con diferentes tratamientos, que permanecieron incubados durante un período de seis semanas, a diferentes temperaturas. Valores expresados en mg. de CO_2/10 grs. de suelo. 45

Tabla XXVIII. Comparación cuantitativa de CO_2 en suelos con diferentes tratamientos, que permanecieron incubados durante un período de doce semanas, a diferentes temperaturas. Valores expresados en mg. de CO_2/10 grs. de suelo 46

Tabla XXIX. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, sin tratamiento durante tres semanas, a temperaturas diferentes. 47

Tabla XXX. Compración estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de aluminio bajo diferentes temperaturas durante tres semanas. 48

Tabla XXXI. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de hierro bajo diferentes temperaturas durante tres semanas. 49

Tabla XXXII. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de cobre bajo diferentes temperaturas durante tres semanas. 50

Pág.

Tabla XXXIII. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de molibdeno bajo diferentes temperaturas durante tres semanas. . . . 51

Tabla XXXIV. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, sin ninguna adición bajo diferentes temperaturas durante seis semanas. 52

Tabla XXXV. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de aluminio bajo diferentes temperaturas durante seis semanas. 53

Tabla XXXVI. Comparación estadística del CO_2 en Kgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de hierro bajo diferentes temperaturas durante seis semanas. 54

Tabla XXXVII. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de cobre bajo diferentes temperaturas durante seis semanas. 55

Tabla XXXVIII. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de molibdeno bajo diferentes temperaturas durante seis semanas. . . . 56

Tabla XXXIX. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, sin ninguna adición bajo diferentes temperaturas durante doce semanas. 57

Tabla XL. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de aluminio bajo diferentes temperaturas durante doce semanas. . . . 58

Tabla XLI. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10 grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno con adición de hierro bajo diferentes temperaturas durante doce semanas. 59

Pág.

Tabla XLII. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de cobre bajo diferentes temperaturas durante doce semanas. 60

Tabla XLIII. Comparación estadística del CO_2 en Mgrs/10grs. de suelo en la mineralización del nitrógeno, con adición de molibdeno bajo diferentes temperaturas durante doce semanas. 61

Tabla XLIV. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15°C. y 30°C. 63

Tabla XLV. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con aluminio que permanecieron incubados por un período de 15 y 30°C. 64

Tabla XLVI. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con hierro que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 65

Tabla XLVII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 66

Tabla XLVIII. Relación entre mg. de CO_2 (X) ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con molibdeno que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 67

Tabla XLIX. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 68

Tabla L. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con aluminio que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 69

Pág.

Tabla LI. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con hierro que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30ºC. 70

Tabla LII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30ºC. 71

Tabla LIII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con molibdeno que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30ºC. 72

Tabla LIV. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 73

Tabla LV. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con aluminio que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 74

Tabla LVI. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con hierro que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 75

Tabla LVII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 76

Tabla LVIII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con molibdeno que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 77

Pág.

Tabla LI. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con hierro que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 70

Tabla LII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 71

Tabla LIII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con molibdeno que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 72

Tabla LIV. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C. 73

Tabla LV. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con aluminio que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C. 74

Tabla LVI. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con hierro que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C. 75

Tabla LVII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C. 76

Tabla LVIII. Relación entre mg. de CO_2 (X) y ppm. de N-mineralizado (Y), en suelos tratados con molibdeno que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C. 77

APENDICE

Pág.

Tabla I. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de los suelos testigos de clima cálido a 15 y 30ºC. . . . 1

Tabla II. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación, de suelos de clima cálido, tratados con aluminio a 15 y 30ºC. 2

Tabla III. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima cálido tratados con hierro a 15 y 30ºC. . . 3

Tabla IV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima cálido tratados con cobre a 15 y 30ºC. 4

Tabla V. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación, de suelos de clima cálido tratados con molibdeno a 15 y 30ºC. 5

Tabla VI. Comparación estadística del N-mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de los suelos testigos de clima frío tratados a 15 y 30ºC. 6

Tabla VII. Comparación estadística del N.mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con aluminio a 15 y 30ºC. 7

Tabla VIII. Comparación estadística del N-mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con hierro a 15 y 30ºC. 8

Tabla IX. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con cobre a 15 y 30ºC. . 9

Tabla X. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con molibdeno a 15 y 30ºC. 10

APENDICE

Pág.

Tabla I. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de los suelos testigos de clima cálido a 15 y 30ºC. . . . 1

Tabla II. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación, de suelos de clima cálido, tratados con aluminio a 15 y 30ºC. 2

Tabla III. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima cálido tratados con hierro a 15 y 30ºC. . . 3

Tabla IV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima cálido tratados con cobre a 15 y 30ºC. 4

Tabla V. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación, de suelos de clima cálido tratados con molibdeno a 15 y 30ºC. 5

Tabla VI. Comparación estadística del N-mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de los suelos testigos de clima frío tratados a 15 y 30ºC. 6

Tabla VII. Comparación estadística del N.mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con aluminio a 15 y 30ºC. 7

Tabla VIII. Comparación estadística del N-mineralizado, durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con hierro a 15 y 30ºC. 8

Tabla IX. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con cobre a 15 y 30ºC. . 9

Tabla X. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos de clima frío tratados con molibdeno a 15 y 30ºC. 10

ILUSTRACIONES

Pág.

Tabla XI. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de los suelos testigos correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30ºC. 11

Tabla XII. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con aluminio, correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30ºC. 12

Tabla XIII. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con hierro, correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30ºC. 13

Tabla XIV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con cobre correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30ºC. 14

Tabla XV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de los suelos tratados con molibdeno, correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30ºC. 15

ILUSTRACIONES

Pág.

Tabla XI. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de los suelos testigos correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30°C. 11

Tabla XII. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con aluminio, correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30°C. 12

Tabla XIII. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con hierro, correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30°C. 13

Tabla XIV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de suelos tratados con cobre correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30°C. 14

Tabla XV. Comparación estadística del N-mineralizado durante diferentes períodos de incubación de los suelos tratados con molibdeno, correspondientes a regiones de páramo a 15 y 30°C. 15

ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1. Ubicación del Departamento de Nariño, en la República de Colombia, y del tramo en que se tomaron las muestras del presente trabajo. 9

Figura 2. Aparato empleado en la determinación cuantitativa del CO_2. (Diseñado por los I.A. Néstor Martínez, Edmundo Escobar y el señor Francisco Cortés de la Espriella). 11

Figura 3. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 78

Figura 4. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con aluminio, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. . . 79

Figura 5. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con hierro, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 80

Figura 6. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 81

Figura 7. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con molibdeno, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. . . 82

Figura 8. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos sin tratamiento, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 83

Figura 9. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de aluminio que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 84

Figura 10. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de hierro, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 85

Figura 11. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de cobre que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. . . 86

ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1. Ubicación del Departamento de Nariño, en la República de Colombia, y del tramo en que se tomaron las muestras del presente trabajo. 9

Figura 2. Aparato empleado en la determinación cuantitativa del CO_2. (Diseñado por los I.A. Néstor Martínez, Edmundo Escobar y el señor Francisco Cortés de la Espriella). 11

Figura 3. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 78

Figura 4. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con aluminio, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. . . 79

Figura 5. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con hierro, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 80

Figura 6. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. 81

Figura 7. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con molibdeno, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C. . . 82

Figura 8. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos sin tratamiento, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 83

Figura 9. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de aluminio que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 84

Figura 10. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de hierro, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. 85

Figura 11. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de cobre que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C. . . 86

Pág.

Figura 12. Relaciones: CO_2 : N-mineralizado en suelos con tratamiento de molibdeno, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30ºC. 81

Figura 13. Relaciones: CO_2 : N-mineral en suelos sin tratamientos que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 88

Figura 14. Relaciones: CO_2 : N-mineralizado en suelos con tratamiento de aluminio que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. . . 89

Figura 15. Relaciones: CO_2 : N-mineralizado en suelos con tratamiento de hierro, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. . . . 90

Figura 16. Relaciones: CO_2 : N-mineral en suelos con tratamiento de cobre que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 91

Figura 17. Relaciones: CO_2 : N-mineralizado en suelos con tratamientos de molibdeno, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. . 92

Figura 18. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Samaniego, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. . . . 94

Figura 19. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de la Unión, para diferentes tratamientos períodos de incubación y temperaturas. 95

Figura 20. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Chachagüi para diferentes tratamientos períodos de incubación y temperaturas. 96

Figura 21. Gráficas del N-mineralizado correspondientes a las muestras de Botana, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 97

Figura 22. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Cujacal, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 98

Pág.

Figura 12. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de molibdeno, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30ºC. 81

Figura 13. Relaciones: CO_2: N-mineral en suelos sin tratamientos que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 88

Figura 14. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de aluminio que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. . . 89

Figura 15. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de hierro, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. . . . 90

Figura 16. Relaciones: CO_2: N-mineral en suelos con tratamiento de cobre que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. 91

Figura 17. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamientos de molibdeno, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30ºC. . 92

Figura 18. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Samaniego, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. . . . 94

Figura 19. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de la Unión, para diferentes tratamientos períodos de incubación y temperaturas. 95

Figura 20. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Chachagüi para diferentes tratamientos períodos de incubación y temperaturas. 96

Figura 21. Gráficas del N-mineralizado correspondientes a las muestras de Botana, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 97

Figura 22. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Cujacal, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 98

Figura 23. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de La Laguna, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. . . . 99

Figura 24. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Obonuco, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 100

Figura 25. Gráficas del N-mineralizado correspondientes a las muestras de Antena Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 101

Figura 26. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Pantano Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 102

Figura 27. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Frailejón Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 103

Figura 23. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de LA Laguna, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. . . . 99

Figura 24. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Obonuco, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 100

Figura 25. Gráficas del N-mineralizado correspondientes a las muestras de Antena Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 101

Figura 26. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Pantano Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 102

Figura 27. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Frailejón Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas. 103

---

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

MINERALIZACION DEL NITROGENO EN PRESENCIA DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO EN ALGUNOS SUELOS DE NARIÑO, COLOMBIA

Por

ARGESIO IBARRA NATES

LAUREANO MELO CALDERON

I. INTRODUCCION

La mineralización del nitrógeno es uno de los problemas fundamentales de la fertilidad de los suelos. Como es de conocimiento general el Nitrógeno es uno de los tres elementos clasificados como mayores, debido a la necesidad y cantidad con que las plantas lo requieren. Por eso, no es de extrañar que la mineralización de los compuestos orgánicos nitrogenados, que constituyen la mayor fuente del nitrógeno en los suelos, haya recibido bastante atención por parte de los investigadores.

A pesar de ello y salvo algunos estudios realizados en Colombia y Chile, muy poco se sabe de las transformaciones del nitrógeno en suelos latinoamericanos, y hasta donde se realizaron las consultas de literatura, no hay ninguna investigación anterior en esos suelos que estudie la influencia del Aluminio, Hierro, Cobre y Molibdeno en las producciones de nitratos y amoníaco.

Por este motivo se consideró conveniente realizar la presente investigación, para determinal el potencial de mineralización del nitrógeno en algunos suelos de Nariño

---

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

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 CONCEPTO SOBRE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO

El nitrógeno se presenta en los suelos en formas muy variadas que se pueden agrupar en dos regiones: nitrógeno orgánico, que representa entre el 75 y 95% del nitrógeno total, y el nitrógeno inorgánico que corresponde al porcentaje restante (Blasco, 9).

El nitrógeno inorgánico a través de transformaciones bioquímicas, que comprenden dos procesos, amonificación y nitrificación, origina el nitrógeno mineral de los suelos (Alexander, 1). La amonificación es la conversión de compuestos orgánicos nitrogenados en amoníaco, mientras que la nitrificación significa la conversión de amoníaco en nitrato. El nitrógeno mineral corresponde a la suma de amoníaco, nitratos y nitritos (Blasco, 10).

Se puede considerar a Winogradsky (77,78,79,80), como el autor que más ha contribuido al conocimiento de la mineralización del nitrógeno en el suelo y haber aislado los principales microorganismos (Nitrosomonas y Nitrobacter) envueltos en el proceso de las transformaciones del nitrógeno. A Marchal (46), se le atribuye haber demostrado que la materia orgánica puede ser mineralizada en compuestos simples nitrogenados, y fácilmente asimilables por las plantas. Warington y Schloesing (76,67), fueron los primeros en darse cuenta que la nitrificación era un proceso biológico.

2.1.1 Microorganismos responsables de las reacciones.

Es bien conocido (Alexander, 1; Waksman, 75; Krasilnikov, 43), que mientras la amonificación se realiza por la mayoría de los microorganismos del suelo (bacterias, actinomicetos, hongos, etc), la ni

trificación es realizada por microorganismos que son quimioautotróficos obligatorios, que se dividen en:

1. Oxidadores de amoniaco: Dentro de este grupo están Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosocystes y Nitrosolea (Blasco, 9; Meiklejohn, 48).

2. Oxidadores de nitritos: comprende Nitrobacter y Nitrocystes (Blasco, 10).

También algunos microorganismos heterotróficos pueden producir nitratos en los suelos, se pueden citar: Achromobacter, Corynebacter, Penicillum, Aspergillus y Cephalosporium (Mylar y Schmidt, 35; Marshall y Alexander, 47).

2.1.2 Producción de dióxido de carbono como consecuencia del metabolismo de los suelos.

Como consecuencia de la descomposición de materiales orgánicos se produce dióxido de carbono, que puede ser tomado como índice de la actividad bioquímica del suelo (Birch, 8; Blasco, 10; Cornfield, 27; Parkinson y Coups, 61; Van y Scherevenn 72,73). De acuerdo a estos autores el dióxido de carbono producido, señala la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

En una reciente investigación, Escobar y Martínez (34), encontraron que existe relación estadística significativa entre, la producción del dióxido de carbono y la amonificación, lo cual es indicativo de que en la amonificación intervienen casi todos los microorganismos del suelo. Coincidiendo con Blasco y Cornfield (12), esos autores señalan, que la adición de carbonatos de calcio a suelos ácidos, no siempre mejora la

trificación es realizada por microorganismos que son quimioautotróficos obligatorios, que se dividen en:

1. Oxidadores de amoniaco: Dentro de este grupo están Nitrosomonas, Nitrococcocus, Nitrocystes y Nitrosolea (Blasco, 9; Meiklejohn, 48).

2. Oxidadores de nitritos: comprende Nitrobacter y Nitrocystes (Blasco, 10).

También algunos microorganismos heterotróficos pueden producir nitratos en los suelos, se pueden citar: Achromobacter, Corynobacter, Penicillum, Aspergillus y Cephalosporium (Mylar y Schmidt, 35; Marshall y Alexander, 47).

2.1.2 Producción de dióxido de carbono como consecuencia del metabolismo de los suelos.

Como consecuencia de la descomposición de materiales orgánicos se produce dióxido de carbono, que puede ser tomado como índice de la actividad bioquímica del suelo (Birch, 8; Blasco, 10; Cornfield, 27; Parkinson y Coupe, 61; Van y Scherevenn 72,73). De acuerdo a estos autores el dióxido de carbono producido, señala la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

En una reciente investigación, Escobar y Martínez (34), encontraron que existe relación estadística significativa entre, la producción del dióxido de carbono y la amonificación, lo cual es indicativo de que en la amonificación intervienen casi todos los microorganismos del suelo. Coincidiendo con Blasco y Cornfield (12), esos autores señalan, que la adición de carbonatos de calcio a suelos ácidos, no siempre mejora la

descomposición de los materiales orgánicos, posiblemente por la formación de humatos de calcio. A la misma conclusión llegaron Bornemisza y Pineda (19), en suelos volcánicos.

Mutatkar y Pritchett (53), señalan que la producción de dióxido de carbono disminuye cuando aumenta el contenido de aluminio de los suelos, siempre y cuando el pH, sea inferior a 4.0. Por encima de este punto, debido a la precipitación del aluminio, la presencia de éste, tiene muy poca influencia en el dióxido de carbono.

Blasco (11), y Broadbent et al (22), están de acuerdo en señalar que la producción de dióxido de carbono, y por tanto la descomposición de la materia orgánica, es normal en suelos volcánicos cubiertos con deposiciones recientes de cenizas volcánicas, probablemente debido a la presencia de materiales orgánicos frescos, que todavía no forman complejos estables con la alofana.

La mineralización del carbono aumenta con la elevación de temperatura (Blasco, 10; Escobar y Martínez, 34), y con la humedad del suelo, hasta casi el punto de saturación (Ekpete y Cornfield, 32; Miller y Johnson, 50).

2.1.3 Esquema de las reacciones de amonificación y nitrificación.

De acuerdo a distintos autores (Alexander, 1; Beck, 6; Blasco, 10; Bremmer, 20; Schulman, 68), los compuestos orgánicos nitrogenados, principalmente proteínas, ácidos nucleicos y sus derivados por acción enzimática son metabolizados a compuestos más simples de amoniaco.

El ataque enzimático se produce sobre los enlaces peptidos

$\overset{O}{\overset{\|}{-C-}}\overset{N}{\overset{|}{-}}$ para originar aminoácidos ($R-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH$), que a la vez por acción de aminoácido-oxidasa, o aminoácido-desaminasa (Skujins, 69), dan lugar a dióxido de carbono y amoniaco.

La nitrificación es una oxidación que a través de una serie de compuestos, de los cuales la hidroxilamina es la más importante, origina nitritos y nitratos (Anderson, 2,3; Campbell y Lees, 25; Nicholas, 55).

$$\text{I.}\quad NH_4^+ + 1/2\ O_2 \longrightarrow NH_2OH + H^+$$

$$\text{II.}\quad NH_2OH + O_2 \longrightarrow NO_2^- + H_2O + H^+$$

$$\text{III.}\quad NO_2^- + 1/2\ O_2 \longrightarrow NO_3^-$$

2.1.4 Factores que afectan la mineralización del nitrógeno.

2.1.4.1 Acción de los elementos menores (Al, Fe, Cu, y Mo.)

Blasco y Cornfield (13,14), demostraron que la nitrificación fue muy baja en suelos que previamente a su encalamiento fueron fuertemente acidificados, excepto en los casos en que la acidificación fue producida por compuestos de aluminio. Este efecto residual del aluminio puede deberse: a) disminución en la fijación de amonio; b) protección del aluminio precipitado sobre las bacterias; c) efecto indirecto al desplazar el hierro necesario en la respiración microbial.

Otros trabajos muestran que la estabilización de la materia orgánica con la alófana se realiza a través del aluminio (Tan, 70; Wada e Inoue, 74), lo cual causa resistencia al ataque de la materia orgánica por los microorganismos, disminuyendo el potencial de mineralización del nitrógeno (Pineda, 62; Kosaka, et al, 42).

Lees (44), señala que la deficiencia de cobre en los suelos de puede detectar por el hecho de que la adición del elemento aumenta el poder nitrificante. La explicación de este hecho la dió Anderson (4), al indicar que el cobre era necesario, para que el amoníaco se transformase en hidroxilamina, compuesto necesario para la nitrificación.

Poemi y Cornfield (63), encontraron que suelos aluviales ingleses con aplicación de 100 p.p.m. de cobre disminuyeron la mineralización del nitrógeno.

El hierro estimula la nitrificación según encontraron Lees y Sipson (45), y Meiklejohn (48), debido a que la respiración microbial es dependiente del transporte de oxígeno por un hierro-citocroma. Como es conocido (Bruck, 24; Gel'man et al, 38), los citocromos son anillos de porfidina que contienen hierro, unidos a proteínas. Los citocromos sufren los procesos de oxidación y reducción a través de la pérdida o ganancia de un electrón por el átomo de hierro.

Está bien establecida la relación entre el molibdeno y la fijación simbiótica del nitrógeno, por las leguminosas (Ruschel y da Eyra, 65; Bergersen, 7; Alexander, 1). En la reacción en sí de la mineralización, el molibdeno aparece actuando como catalizador en la reducción de nitratos a amoníaco (Barrow y Mazur, 40; Bear, 5; Parker, 60).

2.1.4.2 Efectos de la temperatura.

Las altas temperaturas favorecen la amonificación (40-60°C), mientras la última nitrificación parece estar entre los 25 y 35°C. (Harmsen y Van Schreven, 39; Chandra, 31; Frederick, 36,37). Debe tenerse en cuenta que por acumulación de nitrógeno en el suelo, un aumento de temperatura conduce a pérdidas por causa de la volatilización (Blas-

co y Cornfield, 15; Córdoba et al, 26; Ernst y Massey, 33).

Escobar y Martínez, (34), encontraron que los suelos del Putumayo no variaban significativamente en su poder de amonificación y nitrificación al variar la temperatura de 15 a 30ºC. Sin embargo, si a la vez se le adicionaba carbonato de calcio, la amonificación aumenta significativamente.

2.1.4.3 Influencia del pH.

Anderson, (4), señala que el pH óptimo para la oxidación del amoniaco es 8,6 y los valores óptimos para la formación de hidroxilamina y nitritos son 8.6 y 7.2 respectivamente. Los nitritos solo parecen acumularse en el suelo a pH básico (Boon y Loudelout, 18), aunque a veces pueden detectarse en suelos ácidos (Reuss y Smith, 64).

La nitrificación es mejor en suelos con reacción próxima a la neutralidad, Alexander (1), Blasco y Cornfield (16), consideran que hay un punto crítico de pH entre 5.7 y 6.3 en que la amonificación es superada por la nitrificación. Cornfield (28,29), considera que el óptimo pH para la nitrificación está alrededor de 6.5.

Es evidente, que muchos otros factores afectan la mineralización del nitrógeno en los suelos. Sin embargo no se presenta en la Revisión de Literatura correspondiente, por no haberse estudiado esos factores en la presente investigación.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

En la presente investigación se utilizaron muestras de suelos del Altiplano de Pasto. Además se tomaron muestras 2.000, 3.000 y 3.500 m.s.n.m., en el área correspondiente al Volcán Galeras.

Los suelos del Altiplano de Pasto son derivados de cenizas volcánicas. La mayor parte de las focas, y los materiales piroplásticos tienen una composición andesítica y dasítica (MOlina, 51).

Los sitios de muestra se localizaron en Samaniego, La Unión, Chachagüí, Botana, Cujacal, La Laguna, Obonuco, Antena Galeras, Pantano Galeras y Frailejón Galeras, (véase fig. No. 1). Las muestras se tomaron bajo condiciones de pradera, limitándonos únicamente a la parte correspondiente al suelo.

3.2 METODOS

3.2.1 Preparación.

Se dispuso de 150 tubos de ensayo de 25 ml., distribuídos en la forma siguiente: 50 para cada período de incubación; 3-6 y 12 semanas a 30°C, y, el mismo número de tubos por período se emplearon para determinar los procesos de mineralización del nitrógeno a 15°C.

De los 50 tubos de ensayo empleados por períodos de incubación, se tomaron 5 para cada muestra; a los cuales se les depositó 10 grs. de suelo de la misma muestra. Luego se efectuaron las respectivas a-

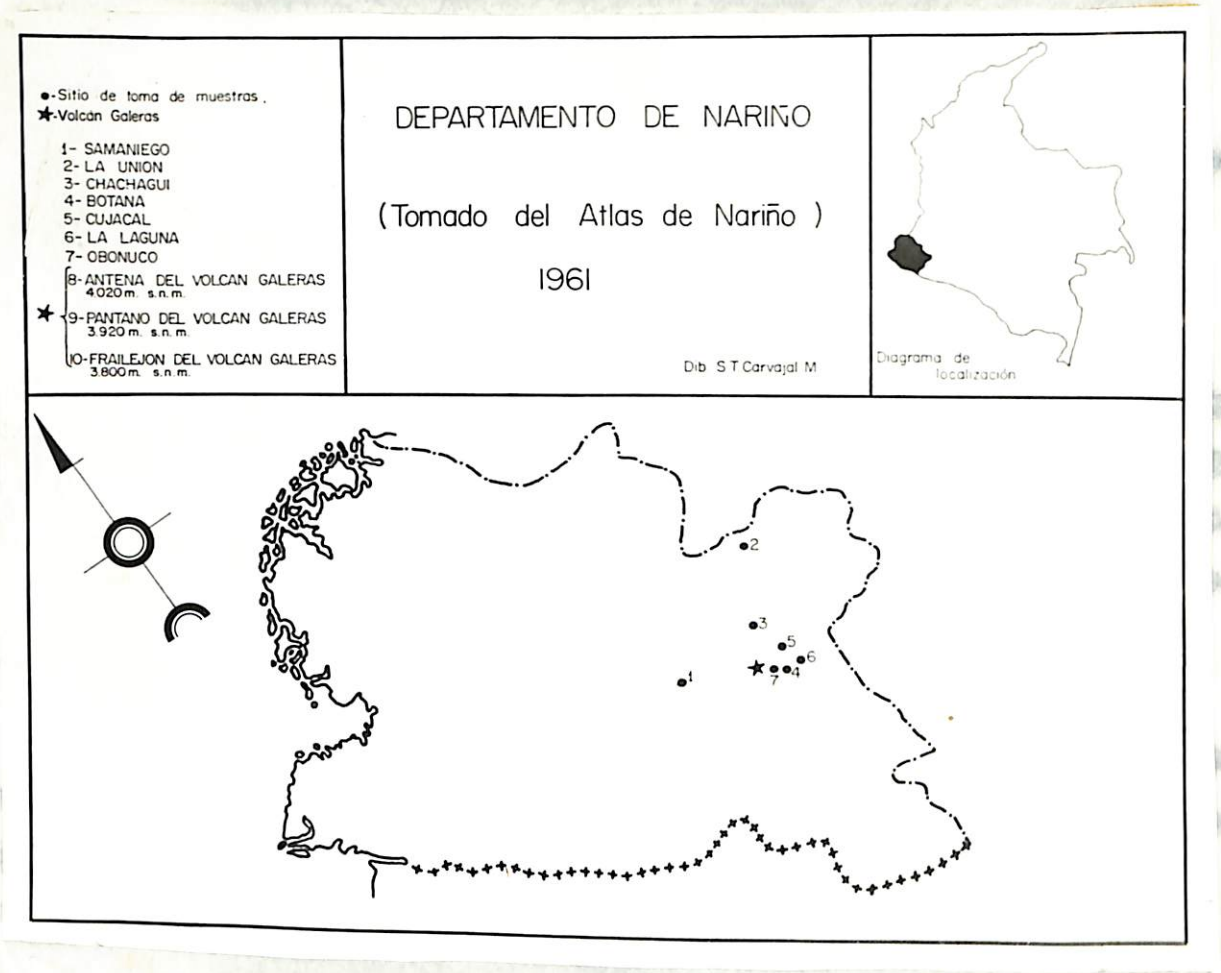


Figura 1. **Ubicación del Departamento de Nariño, en la República de Colombia, y del tramo en que se tomaron las muestras del presente trabajo.**

Foto: I. Santacruz

diciones en la forma siguiente: en el primer tubo 0,3% de Aluminio, en el segundo tubo 0,3% de hierro, en el tercer tubo 0,3% de Cobre, en el cuarto tubo 0,3% de Molibdeno y al quinto tubo no se efectuó ninguna adición

Las fuentes a partir de las cuales se tomaron el Al, Fe, Cu y Mo, fueron: Sulfato de Aluminio, Sulfato de Hierro, Sulfato de Cobre y Molibdato de Sodio.

Sobre el suelo depositado en los tubos de 25 ml., se colocó un tubo pequeño (vial), con 0,2 grs. de Peróxido de Bario, para proveer oxigeno y absorber CO_2 según técnica de Cornfield (68), introducidos en los viales, se procedió a cerrar herméticamente los tubos y se incubaron a 30°c.

Todo el anterior procedimiento, se llevó a cabo con cada una de las muestras de la presente investigación, para las diferentes variables: a) período de incubación; 3-6 y 12 semanas. b) condiciones de temperatura a 15 y 30°c.

3.2.3 Determinación del dióxido de carbono.

En la determinación del dióxido de carbono se utilizó el aparato que se indica en la figura 2 y el método empleado según Cornfield (68), fue el siguiente: el vial era extraído en cada tubo y llevado al erlenmeyer A, de la figura 2; dentro del cual se encontraba otro recipiente que contenia ácido clorhídrico 2N. Posteriormente se tapaba el erlenmeyer A, de tal forma que quedaba comunicado con el sistema de valoración del aparato, representado por una bureta B, graduada en ml, que contenía una columna de agua destilada, acto seguido se enrasaba a cero,

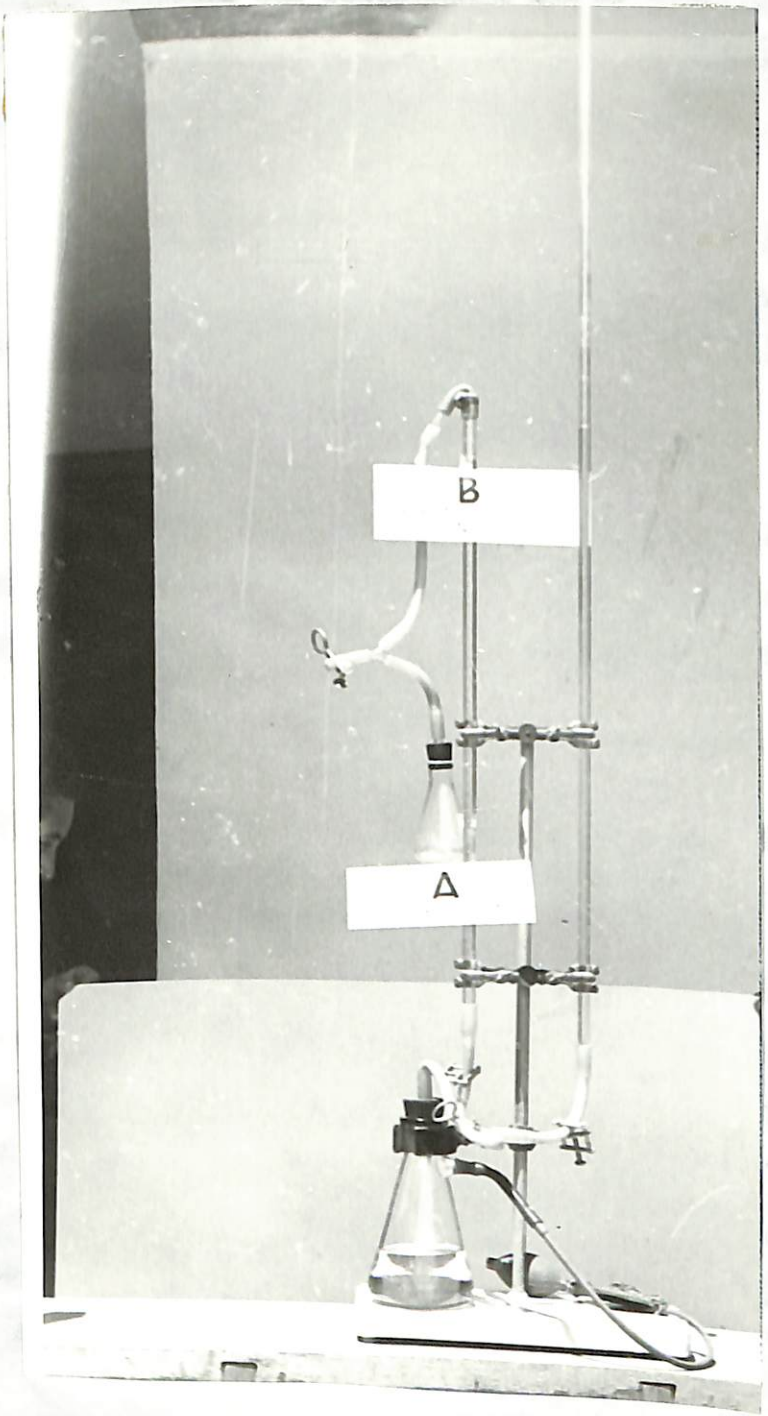


Figura 2. Aparato empleado en la determinación cuantitativa del CO_2. (Diseñado por los I.A. Héctor Martínez, Edmundo Escobar y el señor Francisco Cortés de la Espriella).

Foto: I. Santacruz

se vertía el ácido haciendo que reaccionara con el contenido del vial, el CO_2 obtenido hacía descender la columna de agua y se efectuaba la lectura correspondiente.

La lectura era indicada por el aparato en ml. de CO_2 de tal manera que la acumulación total (del respectivo período de incubación) de CO_2, se multiplicaba por el factor 2,2 para convertir mililitros a miligramos, por cada 10 gramos de suelo.

El procedimiento puesto en práctica se realizó con todos los viales procedentes de las diferentes muestras, con diferentes tratamientos, en los diferentes períodos de incubación y temperaturas variables.

3.2.4 Evaluación cuantitativa de la amonificación y nitrificación.

Al término de los diferentes períodos de tiempo en las incubaciones, se procedía a hacer un lavado de los suelos con 25 ml. de cloruro de sodio (NaCl) 1N, en seguida se sometía a agitación durante un lapso de cinco minutos, al cabo de los cuales se filtraba con el fin de extraer: $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y en consecuencia N-mineral, de las respectivas muestras, siguiendo el método de microdifusión de Bremner y Show (69), empleando las celdas de Conway.

Para determinar el $N\text{-}NH_3$, se colocaron en la cámara central 2 ml. de ácido bórico al 2% y (H_3BO_3) en la cámara exterior una alícuota de 5 ml. del filtrado, mezclado con 3 ml. de óxido de magnesio (MgO_2) al 12% (p/v) recién preparado.

La determinación del $N\text{-}NH_3$ + $N\text{-}NO_3$ fue similar a la deter-

se vertía el ácido haciendo que reaccionara con el contenido del vial, el CO_2 obtenido hacía descender la columna de agua y se efectuaba la lectura correspondiente.

La lectura era indicada por el aparato en ml. de CO_2 de tal manera que la acumulación total (del respectivo período de incubación) de CO_2, se multiplicaba por el factor 2,2 para convertir mililitros a miligramos, por cada 10 gramos de suelo.

El procedimiento puesto en práctica se realizó con todos los viales procedentes de las diferentes muestras, con diferentes tratamientos, en los diferentes períodos de incubación y temperaturas variables.

3.2.4 Evaluación cuantitativa de la amonificación y nitrificación.

Al término de los diferentes períodos de tiempo en las incubaciones, se procedía a hacer un lavado de los suelos con 25 ml. de cloruro de sodio (NaCl) 1N, en seguida se sometía a agitación durante un lapso de cinco minutos, al cabo de los cuales se filtraba con el fin de extraer: $N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y en consecuencia N-mineral, de las respectivas muestras, siguiendo el método de microdifusión de Bremner y Shaw (69), empleando las celdas de Conway.

Para determinar el $N\text{-}NH_3$, se colocaron en la cámara central 2 ml. de ácido bórico al 2% y (H_3BO_3) en la cámara exterior una alícuota de 5 ml. del filtrado, mezclado con 3 ml. de óxido de magnesio (MgO_2) al 12% (p/v) recién preparado.

La determinación del $N\text{-}NH_3$ + $N\text{-}NO_3$ fue similar a la deter-

minación anterior, con la diferencia de que en la cámara exterior se colocaba una alícuota de 5 ml. del filtrado, juntamente con 3 ml. de óxido de magnesio al 12% (p/v) y 1 ml. de una solución de 15 ml. de sulfato titanoso ($Ti_2(SO_4)_3$) al 15% (p/v) diluídos a 50 ml.

La diferencia entre estas dos determinaciones nos da el $N\text{-}NO_3$.

El N-Mineral corresponde, a la suma del $N\text{-}NH_3$ + $N\text{-}NO_3$.

Una vez dispuesto el contenido de la celda de Conway, se tapaba con vaselina, incubándose por un período de 48 horas, al cabo de las cuales se procedía a hacer la titulación con ácido clorhídrico 0,01N.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 MINERALIZACION DEL NITROGENO.

En las Tablas I a IX, se presentan los resultados obtenidos para la mineralización del nitrógeno en los suelos estudiados. Como observación general para todos los datos, lo primero que resalta es el hecho de que los valores para la producción de amoníaco y nitrato son bastante similares. Es decir, el N-mineralizado en estos suelos se debe casi por igual a la amonificación y nitrificación.

Se esperaba que la amonificación fuese mayor, como se sabe (Blasco y Cornfield, 16; Escobar y Martínez, 34; Alexander, 1), en suelos ácidos la producción de nitrógeno amoniacal supera a la de nitrógeno nítrico, debido a que muchos de los microorganismos heterotróficos especialmente hongos, se adaptan a los medios ácidos mejor que los organismos nitrificantes. Como en los suelos estudiados se ha encontrado menos $N-NH_3$ y más $N-NO_3$ de lo previsto en mineralizaciones normales, es necesario tratar de buscar una explicación.

En primer lugar se trata de suelos volcánicos, muchas de cuyas reacciones no se asemejan a las tradicionales. Es curioso anotar que Urbina et al. (71), encontraron resultados similares en suelos chilenos. Estos autores señalan que "la acumulación de nitratos en el laboratorio puede alcanzar valores considerables, hecho sorprendente en estos suelos ácidos". Por otro lado Schenkel (66), refiriéndose a la acidez de los suelos volcánicos chilenos indica que muchas de las más importantes reacciones del suelo, entre ellas las correspondientes a materia orgánica, N-total, N-de incubación, son independientes del pH.

La baja cantidad del $N-NH_3$, reflejada en los datos puede deberse

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 MINERALIZACION DEL NITROGENO.

En las Tablas I a IX, se presentan los resultados obtenidos para la mineralización del nitrógeno en los suelos estudiados. Como observación general para todos los datos, lo primero que resalta es el hecho de que los valores para la producción de amoníaco y nitrato son bastante similares. Es decir, el N-mineralizado en estos suelos se debe casi por igual a la amonificación y nitrificación.

Se esperaba que la amonificación fuese mayor, como se sabe (Blasco y Cornfield, 16; Escobar y Martínez, 34; Alexander, 1), en suelos ácidos la producción de nitrógeno amoniacal supera a la de nitrógeno nítrico, debido a que muchos de los microorganismos heterotróficos especialmente hongos, se adaptan a los medios ácidos mejor que los organismos nitrificantes. Como en los suelos estudiados se ha encontrado menos $N-NH_3$ y más $N-NO_3$ de lo previsto en mineralizaciones normales, es necesario tratar de buscar una explicación.

En primer lugar se trata de suelos volcánicos, muchas de cuyas reacciones no se asemejan a las tradicionales. Es curioso anotar que Urbina et al. (71), encontraron resultados similares en suelos chilenos. Estos autores señalan que "la acumulación de nitratos en el laboratorio puede alcanzar valores considerables, hecho sorprendente en estos suelos ácidos". Por otro lado Schenkel (66), refiriéndose a la acidez de los suelos volcánicos chilenos indica que muchas de las más importantes reacciones del suelo, entre ellas las correspondientes a materia orgánica, N-total, N-de incubación, son independientes del pH.

La baja cantidad del $N-NH_3$, reflejada en los datos puede deberse

TABLA I.

$N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-MINERAL, ORIGINAL DE LOS SUELOS, RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MINERAL
SAMANIEGO	33,6	33,3	66,9
LA UNION	24,3	33,0	57,3
CHACHAGUI	46,3	50,0	96,3
BOTANA	35,0	28,2	63,2
CUJACAL	42,3	40,3	82,6
LA LAGUNA	38,8	44,0	82,8
CEDUCO	40,0	37,3	77,3
ANTENA GALERAS	71,6	59,0	130,6
PANTANO GALERAS	43,3	33,6	76,9
FRAILEJON GALERAS	87,0	83,7	170,7

TABLA II.

$N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ y N-MINERAL, EN SUELOS SIN TRATAMIENTOS, QUE PERMANECIERON INCUBADOS A DIFERENTES PERIODOS Y TEMPERATURA DE 15ºC. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRES SEMANAS			SEIS SEMANAS			DOCE SEMANAS		
	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	37,8	39,2	77,0	36,4	40,6	77,0	26,6	21,0	47,6
LA UNION	44,8	19,6	64,4	21,0	56,0	77,0	8,4	23,1	31,5
CHACHAGUI	43,4	56,0	99,4	67,2	50,4	117,6	39,2	44,8	84,0
BOTANA	54,6	49,0	103,6	28,0	11,2	39,2	25,2	23,1	48,3
CUJACAL	53,2	58,8	112,0	53,2	44,8	98,0	21,0	19,6	40,6
LA LAGUNA	35,0	33,6	68,6	53,2	19,6	72,8	28,0	84,0	112,0
OBONUCO	61,6	18,2	79,8	67,2	18,2	85,4	22,4	16,8	39,2
ANTENA GALERAS	53,2	46,7	99,9	119,0	14,0	133,0	43,4	57,4	100,8
PANTANO GALERAS	51,8	25,2	77,0	99,4	32,2	131,6	49,0	44,8	93,8
FRAILEJON GALERAS	81,2	47,6	128,8	120,0	28,0	148,4	60,2	70,0	130,2

TABLA III.

$N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS CON TRATAMIENTO DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO, QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A TEMPERATURA DE 15ºC. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRATAMIENTO 0,3% DE ALUMINIO			TRATAMIENTO 0,3% DE HIERRO			TRATAMIENTO 0,3% DE COBRE			TRATAMIENTO 0,3% DE MOLIBDENO		
	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	46,2	37,8	84,0	42,0	42,0	84,0	39,2	30,8	70,0	60,2	11,2	71,4
LA UNION	58,8	40,6	99,4	37,8	36,4	74,2	43,4	28,0	71,4	46,2	48,4	94,6
CHACHAGUI	56,9	64,8	121,3	46,2	43,4	89,6	47,6	65,8	13,4	46,2	50,4	96,6
BOTANA	53,2	32,2	85,4	51,3	39,7	91,0	42,0	33,6	75,6	35,0	42,0	77,0
CUJACAL	56,0	32,4	88,4	63,0	22,4	85,4	36,4	43,4	79,8	61,6	36,4	98,0
LA LAGUNA	43,4	64,4	107,8	49,0	22,4	71,4	26,6	40,8	67,4	33,6	39,2	72,8
OBONUCO	47,6	32,2	79,8	49,0	23,8	72,8	39,2	36,6	75,8	50,4	21,0	71,4
ANTENA GALERAS	56,0	57,4	113,4	49,0	42,0	91,0	59,6	16,0	75,6	51,8	46,2	98,0
PANTANO GALERAS	67,2	14,0	81,2	49,0	36,4	85,4	35,0	49,2	84,0	42,0	54,6	96,6
FRAILEJON GALERAS	63,0	71,4	134,4	61,6	63,0	124,0	60,2	53,2	113,4	103,6	29,4	133,0

TABLA IV.

$N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS CON TRATAMIENTOS DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO, QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A TEMPERATURA DE 15°C. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRATAMIENTO 0,3% DE ALUMINIO			TRATAMIENTO 0,3% DE HIERRO			TRATAMIENTO 0,3% DE COBRE			TRATAMIENTO 0,3% DE MOLIBDENO		
	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	99,4	1,4	100,8	86,8	49,0	135,8	79,8	2,8	82,6	110,6	18,2	128,8
LA UNION	89,6	5,6	95,2	74,2	7,0	81,2	70,0	22,4	92,4	99,4	12,6	112,0
CHACHAGUI	117,6	15,4	133,0	88,2	6,0	94,2	100,8	8,4	109,2	60,2	78,4	138,6
BOTANA	71,4	40,6	112,0	70,0	14,0	84,0	70,0	14,0	84,0	68,6	33,6	102,2
CUJACAL	115,0	54,6	169,6	77,0	9,8	86,8	84,0	1,4	85,4	95,2	36,4	131,6
LA LAGUNA	85,4	29,4	114,8	78,4	7,0	85,4	70,0	19,6	89,6	61,6	14,0	75,6
OBONUCO	88,2	21,0	109,2	56,0	9,8	65,8	60,2	23,8	84,0	68,6	36,4	105,0
ANTENA GALERAS	99,4	15,4	114,8	78,4	4,0	82,4	83,8	39,4	123,2	71,4	84,0	155,4
PANTANO GALERAS	105,0	37,8	142,8	88,2	63,0	151,2	71,4	25,2	96,6	103,6	17,4	121,0
FRAILEJON GALERAS	119,0	33,6	152,6	126,0	4,2	130,2	121,8	36,8	158,6	70,0	96,0	166,6

TABLA V.

$N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS CON TRATAMIENTOS DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO, QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A TEMPERATURA DE 15°C. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRATAMIENTO 0,3% DE ALUMINIO			TRATAMIENTO 0,3% DE HIERRO			TRATAMIENTO 0,3% DE COBRE			TRATAMIENTO 0,3% DE MOLIBDENO		
	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	49,4	20,6	70,0	43,4	47,6	91,0	64,4	26,6	91,0	42,0	14,0	56,0
LA UNION	42,0	35,0	77,0	56,0	21,0	77,0	28,0	30,8	58,8	22,4	23,8	46,2
CHACHAGUI	51,8	78,4	130,2	44,8	54,6	99,4	16,8	21,0	37,8	29,4	16,1	45,5
BOTANA	44,8	47,6	92,4	47,6	36,4	84,0	33,6	29,4	63,0	28,0	49,0	77,0
CUJACAL	40,6	58,8	99,4	57,4	26,6	84,0	44,8	35,7	80,5	54,6	36,4	91,0
LA LAGUNA	64,4	19,6	84,0	38,5	37,1	75,6	45,5	16,1	61,6	26,6	46,2	72,8
OBONUCO	49,0	29,4	78,4	30,8	53,2	84,0	29,4	35,0	64,4	32,5	51,8	84,0
ANTENA GALERAS	42,0	46,2	88,2	49,0	35,0	84,0	47,6	49,0	96,6	51,8	124,6	176,4
PANTANO GALERAS	43,4	58,4	101,8	63,0	7,0	70,0	56,0	29,4	85,4	37,8	147,0	184,8
FRAILEJON GALERAS	56,0	109,2	165,2	54,0	62,0	116,0	99,0	27,0	126,0	56,0	101,5	157,5

TABLA VI.

$N\text{-}NH_3$, $N\text{-}NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS SIN TRATAMIENTOS, QUE PERMANECIERON INCUBADOS A DIFERENTES PERIODOS Y TEMPERATURA DE 30ºC. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRES SEMANAS			SEIS SEMANAS			DOCE SEMANAS		
	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.	$N\text{-}NH_3$	$N\text{-}NO_3$	N-MIN.
SAHANIEGO	56,8	38,4	95,2	86,1	11,9	98,0	67,2	140,0	207,2
LA UNION	49,0	33,6	82,6	14,0	95,4	109,4	14,0	25,2	39,2
CHACHAGUI	36,4	14,6	51,0	36,4	47,6	84,0	77,0	50,4	127,4
BOTANA	61,6	36,4	98,0	75,6	32,2	107,8	33,6	47,6	81,2
CUJACAL	61,6	35,0	96,6	85,4	32,2	117,6	89,6	19,6	109,2
LA LAGUNA	29,4	29,4	58,8	77,0	9,8	86,8	29,4	72,8	102,2
OBONUCO	51,8	6,6	68,4	82,6	18,2	100,8	78,4	33,6	112,0
ANTENA GALERAS	56,0	9,8	65,8	102,2	59,4	161,6	84,0	29,4	113,4
PANTANO GALERAS	44,8	25,2	70,0	84,0	15,4	99,4	88,2	44,8	133,0
FRAILEJON GALERAS	77,0	3,2	80,2	116,2	33,6	149,8	130,2	2,8	133,0

TABLA VII.

$N-NH_3$, $N-NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS CON TRATAMIENTOS DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO, QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A TEMPERATURA DE 30ºC. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRATAMIENTO 0,3% DE ALUMINIO			TRATAMIENTO 0,3% DE HIERRO			TRATAMIENTO 0,3% DE COBRE			TRATAMIENTO 0,3% DE MOLIBDENO		
	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	72,1	20,3	92,4	61,6	16,8	78,4	65,8	18,2	84,0	42,0	39,2	81,2
LA UNION	58,8	19,6	78,4	53,2	50,4	103,6	43,4	21,0	64,4	57,4	33,6	91,0
CHACHAGUI	70,0	19,6	89,6	70,0	12,6	82,6	63,0	21,0	84,0	60,2	18,2	78,4
BOTANA	61,6	26,6	88,2	44,8	32,2	77,0	53,2	53,2	106,4	57,4	40,6	98,0
GUJACAL	67,2	9,8	77,0	44,8	23,8	68,6	46,2	29,4	75,6	74,2	19,6	93,8
LA LAGUNA	51,8	12,6	64,4	47,6	22,4	70,0	44,8	11,2	56,0	40,6	22,6	63,2
OBONUCO	57,4	5,6	63,0	77,6	14,0	91,6	44,8	18,2	63,0	57,8	27,6	85,4
ANTENA GALERAS	47,6	15,4	63,0	53,2	19,6	72,8	56,0	21,0	77,0	102,6	6,0	108,6
PANTANO GALERAS	70,0	14,0	84,0	50,4	22,4	72,8	44,8	16,8	61,6	57,4	37,8	95,2
FRAILEJON GALERAS	72,8	14,6	87,4	70,0	16,8	86,8	98,8	3,4	102,2	89,6	8,4	98,0

TABLA VIII.

$N-NH_3$, $N-NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS CON TRATAMIENTOS DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO, QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A TEMPERATURA DE 30ºC. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRATAMIENTO 0,3% DE ALUMINIO			TRATAMIENTO 0,3% DE HIERRO			TRATAMIENTO 0,3% DE COBRE			TRATAMIENTO 0,3% DE MOLIBDENO		
	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	87,4	37,2	124,6	96,6	25,2	121,8	95,2	14,0	109,2	88,2	19,8	108,0
LA UNION	92,4	25,2	117,6	103,6	7,0	110,6	82,6	10,3	92,9	100,8	19,6	120,4
CHACHAGUI	191,8	19,6	211,4	95,9	91,9	107,8	124,6	22,4	147,0	98,0	119,0	217,0
BOTANA	102,2	9,8	112,0	93,8	25,2	119,0	56,0	64,0	120,0	98,0	8,4	106,4
CUJACAL	120,4	28,0	148,4	79,8	32,2	112,0	91,0	30,8	121,8	84,0	56,0	140,0
LA LAGUNA	100,8	21,0	121,8	83,8	7,4	91,2	42,0	64,4	106,4	74,2	5,6	79,8
OBONUCO	119,0	2,8	121,8	85,4	16,8	102,2	70,0	22,4	92,4	100,1	17,5	117,6
ANTENA GALERAS	98,0	29,4	127,4	23,8	82,6	106,4	78,4	21,2	99,6	148,4	18,6	167,0
PANTANO GALERAS	141,4	18,2	159,6	53,2	26,6	79,8	68,6	37,8	106,4	126,0	28,0	154,0
FRAILEJON GALERAS	162,4	33,6	196,0	147,0	50,4	197,4	100,1	62,3	162,4	169,2	21,2	190,4

TABLA IX.

$N-NH_3$, $N-NO_3$ Y N-MINERAL, EN SUELOS CON TRATAMIENTOS DE ALUMINIO, HIERRO, COBRE Y MOLIBDENO, QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A TEMPERATURA DE 30°C. RESULTADOS EN p.p.m.

SITIO	TRATAMIENTO 0,3% DE ALUMINIO			TRATAMIENTO 0,3% DE HIERRO			TRATAMIENTO 0,3% DE COBRE			TRATAMIENTO 0,3% DE MOLIBDENO		
	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.	$N-NH_3$	$N-NO_3$	N-MIN.
SAMANIEGO	99,4	14,0	113,4	81,2	12,6	93,8	77,0	22,4	99,4	70,0	61,6	131,6
LA UNION	29,4	88,2	117,6	79,8	19,6	99,4	61,6	21,0	82,6	98,0	37,8	135,8
CHACHAGUI	88,2	92,4	180,6	79,8	22,4	102,2	54,6	74,2	128,8	105,0	18,2	123,2
BOTANA	100,8	11,2	112,0	71,4	36,4	107,8	32,2	67,2	99,4	84,0	25,2	109,2
CUJACAL	21,6	104,4	126,0	77,0	26,6	103,6	67,2	16,8	84,0	91,0	21,0	112,0
LA LAGUNA	70,0	10,0	80,0	65,8	35,0	100,8	63,0	8,4	71,4	50,4	33,6	84,0
OBONUCO	106,4	9,8	116,2	81,2	18,2	99,4	63,0	12,6	75,6	86,8	4,2	91,0
ANTENA GALERAS	78,6	51,6	130,2	120,0	6,4	126,4	84,0	23,8	107,8	141,4	8,4	149,8
PANTANO GALERAS	61,6	93,8	155,4	98,0	28,0	126,0	77,0	16,8	93,8	105,0	30,8	135,8
FRAILEJON GALERAS	173,6	23,8	197,4	84,0	68,6	52,6	145,6	8,4	154,0	140,0	9,6	149,6

a la inmovilización en los residuos de las macroplantas o en los cuerpos de los microorganismos. Según Overrein (57,58), suelos ácidos con aceptable contenido de materia orgánica pueden inmovilizar una gran cantidad de $N-NH_3$. La reacción de inmovilización se realiza de acuerdo a Nommik y Nilson (56), mediante la retención del $N-NH_3$ por las fracciones lignificadas.

Por otra parte como demostraron Blasco et al. (17), la población microbial de suelos volcánicos del Puracé, aumentó considerablemente cuando las muestras fueron incubadas, como en el presente caso, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. El aumento de población requiere un consumo extra de nitrógeno mineralizado. De los estudios realizados por Córdoba et al. (26), se desprende que la adición de compuestos orgánicos nitrogenados a los suelos del Altiplano de Pasto, contribuyó a la activación de la población microbiana, resultando como consecuencia, la inmovilización del nitrógeno.

Sin embargo, en principio cabe pensar que la inmovilización del nitrógeno, debería afectar a los niveles de $N-NH_3$ y $N-NO_3$, y no solamente a los primeros. Es necesario por tanto considerar que, no solamente existe el fenómeno de inmovilización sino que esta diferencial es basada en la propia fisiología microbial.

En efecto como dice Brock (23), cuando un microorganismo tiene a su disposición dos nutrientes funcionalmente equivalentes, como en el caso del $N-NH_3$ y $N-NO_3$, prefiere uno de ellos. La selección de una de ellas demuestra la separación de un medio ecológico determinado. La nutrición con uso preferencial del $N-NH_3$ es propio de especies heterotróficas con un orden menor de desarrollo fisiológico, en comparación con las especies que pueden usar indistintamente $N-NH_3$ y $N-NO_3$ (Alexander, 1).

Todo este razonamiento podría ayudar a explicar el comportamiento de los microorganismos en el Altiplano de Pasto, y su influencia en la producción de amoníaco y nitratos.

4.2 NITROGENO MINERAL EN SUELOS SIN TRATAMIENTO Y CON TRATAMIENTOS, INCUBADOS POR PERIODOS DE 3-6 Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C.

Como se demuestra estadísticamente (Tablas X a XIV), con la ex excepción de las muestras testigos de 6 semanas de incubación, las temperaturas 15 y 30°C no influyeron en la mineralización del nitrógeno. Similar resultado fue reportado por Escobar y Martínez (34), en suelos del Putumayo. Parece ser que en ese rango de temperatura los microorganismos de la región sur occidental se adaptan fácilmente. No obstante se debe aclarar que, en un estudio previo a la tesis, realizado por los autores con los mismos suelos, al aumentar la temperatura a 40°C, sí hubo incremento notable en la amonificación.

Es lógico pensar que la activación de los microorganismos del área estudiada se consigue por encima de los 30°C, que es cuando hubo una diferencia entre actividad y crecimiento de la población, permitiendo una ganancia neta del N-mineral. No se insistió en este aspecto dadas las características climatológicas del Altiplano, ya que la investigación hubiese sido de enfoque más bien académico que práctico.

4.3 NITROGENO MINERAL, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS POR P PERIODOS DE 3-6 Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C.

Según los resultados que se muestran en las Tablas XV a XX, las adiciones de aluminio, hierro, cobre y molibdeno a los suelos estudiados no produjeron resultados con relación al testigo, pero demostraron lo siguiente:

TABLA X.

COMPARACION ESTADISTICA DE LOS EFECTOS DE TEMPERATURA A 15 Y 30°C, EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO DURANTE LA INCUBACION A 3-6 Y 12 SEMANAS DE LOS SUELOS TESTIGOS. (p.p.m.)

SITIO	TRES SEMANAS		SEIS SEMANAS		DOCE SEMANAS	
	15°C.	30°C.	15°C.	30°C.	15°C.	30°C.
SAMANIEGO	77,0	92,2	77,0	98,0	47,6	207,2
LA UNION	64,4	82,6	77,0	109,4	31,5	39,2
CHACHAGUI	99,4	51,0	117,6	84,0	84,0	127,4
BOTANA	103,6	98,0	39,2	107,8	48,3	81,2
CUJACAL	112,0	96,0	98,0	117,6	40,6	109,2
LA LAGUNA	68,6	58,8	72,8	86,8	112,0	102,2
OBONUCO	79,8	68,4	85,4	100,8	39,2	112,0
ANTENA GALERAS	99,2	65,8	133,0	161,6	100,8	113,4
PANTANO GALERAS	77,0	70,0	131,6	99,4	83,8	133,0
FRAILEJON GALERAS	128,8	80,2	148,4	149,8	180,2	133,0
N=10	$\bar{X}$=91,05	$\bar{X}$=76,3	$\bar{X}$=98,0	$\bar{X}$=111,5	$\bar{X}$=71,8	$\bar{X}$=115,7

Diferencia observada para tres semanas: 14,75 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 34,04; 1% = 48,98

Diferencia observada para seis semanas: 13,52 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 42,52; 1% = 61,13

Diferencia observada para 12 semanas : 43,98 N.S.
Valores de Duncan; 5% = 79,36; 1% = 114,08

No hubo diferencia significativa en la mineralización, bajo diferentes temperaturas en suelos sin tratamientos.

N.S. = No significativo.

TABLA XI.

COMPARACION ESTADISTICA DE LOS EFECTOS DE TEMPERATURA A 15 y 30ºC, EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO DURANTE LA INCUBACION A 3-6 Y 12 SEMANAS DE LOS SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO. (p.p.m.)

SITIO	TRES SEMANAS		SEIS SEMANAS		DOCE SEMANAS	
	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	84,0	92,4	100,8	124,4	70,0	113,4
LA UNION	99,4	78,4	95,2	117,6	130,2	180,6
CHACHAGUI	121,3	89,6	133,0	211,4	130,2	180,6
BOTANA	85,4	88,2	112,0	112,6	92,4	112,0
CUJACAL	88,4	77,0	169,6	148,4	99,4	126,0
LA LAGUNA	107,4	64,4	114,8	121,8	84,0	80,0
OBONUCO	79,8	63,0	109,2	121,4	78,4	116,2
ANTENA GALERAS	113,4	63,0	114,8	127,4	88,2	130,2
PANTANO GALERAS	81,2	84,0	142,8	159,6	101,8	155,4
FRAILEJON GALERAS	134,0	87,4	152,6	196,0	165,2	197,4
N=10	$\bar{X}$=99,47	$\bar{X}$=78,74	$\bar{X}$=124,48	$\bar{X}$=144,06	$\bar{X}$=98,66	$\bar{X}$=132,88

Diferencia observada para tres semanas: 20,73 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 36,41; 1% = 52,34

Diferencia observada para seis semanas: 19,58 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 54,59; 1% = 78,47

Diferencia observada para doce semanas: 34,22 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 47,48; 1% = 68,26

No existe diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, bajo diferentes temperaturas, en suelos tratados con aluminio.

N.S. No significativo.

TABLA XII.

COMPARACION ESTADISTICA DE LOS EFECTOS DE TEMPERATURA A 15 Y 30ºC, EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO DURANTE LA INCUBACION A 3-6 Y 12 SEMANAS DE LOS SUELOS TRATADOS CON HIERRO. (p.p.m.)

SITIO	TRES SEMANAS		SEIS SEMANAS		DOCE SEMANAS	
	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	84,0	78,4	135,8	121,8	91,0	93,8
LA UNION	74,2	103,6	81,2	110,6	77,0	99,4
CHACHAGUI	89,2	82,6	94,2	107,8	99,4	102,2
BOTANA	91,0	77,0	84,0	109,0	84,0	107,8
CUJACAL	85,4	68,6	86,0	112,0	84,0	103,6
LA LAGUNA	71,4	70,0	85,4	91,2	75,6	100,8
OBONUCO	72,8	91,6	65,8	102,2	84,0	99,4
ANTENA GALERAS	91,0	72,8	82,4	106,4	84,0	126,4
PANTANO GALERAS	85,4	72,8	151,2	79,8	70,0	126,0
FRAILEJON GALERAS	124,6	86,8	130,2	197,4	116,0	152,0
N=10	$\bar{X}$=86,94	$\bar{X}$=80,42	$\bar{X}$=99,70	$\bar{X}$=114,82	$\bar{X}$=86,50	$\bar{X}$=11,14

Diferencia observada para tres semanas: 6,52 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 43,58; 1% = 48,76

Diferencia observada para seis semanas: 15,12 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 43,58; 1% = 62,65

Diferencia observada para doce semanas: 24,64 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 40,38; 1% = 58,05

No existe diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, bajo diferentes temperaturas, en suelos tratados con hierro.

N.S. No significativo.

TABLA XIII.

COMPARACION ESTADISTICA DE LOS EFECTOS DE TEMPERATURA A 15 Y 30ºC, EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO DURANTE LA INCUBACION A 3-6 Y 12 SEMANAS DE SUELOS TRATADOS CON COBRE. (p.p.m.)

SITIO	TRES SEMANAS		SEIS SEMANAS		DOCE SEMANAS	
	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.
SARANIEGO	70,0	84,0	82,6	109,2	91,0	99,4
LA UNION	71,4	64,4	92,4	92,9	58,8	82,6
CHACHAGUI	113,4	84,0	109,2	147,0	37,8	128,8
BOTANA	75,6	106,4	84,0	120,0	63,0	99,4
CUJACAL	79,8	75,6	85,4	121,8	80,5	84,0
LA LAGUNA	67,4	56,0	89,6	106,4	61,6	71,4
OBONUCO	75,8	63,0	84,0	92,4	64,4	75,6
ANTENA GALERAS	75,6	77,0	123,2	99,6	96,6	107,8
PANTANO GALERAS	84,0	61,6	96,6	106,4	85,4	93,8
FRAILEJON GALERAS	113,4	102,2	158,6	162,4	126,0	154,0
N=10	$\bar{X}$=82,64	$\bar{X}$=77,42	$\bar{X}$=100,56	$\bar{X}$=115,81	$\bar{X}$=76,51	$\bar{X}$=99,68

Diferencia observada para tres semanas: 5,22 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 31,93; 1% = 45,90

Diferencia observada para seis semanas: 15,25 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 46,59; 1% = 66,97

Diferencia observada para doce semanas: 23,17 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 36,03; 1% = 51,79

No existe diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, bajo diferentes temperaturas, en suelos tratados con cobre.

N.S. No significativo.

TABLA XIV.

COMPARACION ESTADISTICA DE LOS EFECTOS DE TEMPERATURA A 15 Y 30ºC, EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO DURANTE LA INCUBACION A 3-6 Y 12 SEMANAS DE SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO (p.p.m.)

SITIO	TRES SEMANAS		SEIS SEMANAS		DOCE SEMANAS	
	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	71,4	81,2	128,8	108,0	56,0	131,6
LA UNION	94,6	91,0	112,0	120,4	46,2	135,8
CHACHAGUI	96,6	78,4	138,6	217,0	45,5	123,2
BOTANA	77,0	98,0	102,2	106,4	77,0	109,2
CUJACAL	98,0	93,8	131,6	140,0	91,0	112,0
LA LAGUNA	72,8	63,2	75,6	79,8	72,8	84,0
OBONUCO	71,4	85,4	105,0	117,6	84,0	91,0
ANTENA GALERAS	98,0	108,6	155,4	167,0	176,4	149,8
PANTANO GALERAS	96,6	95,2	121,0	154,0	184,8	135,8
FRAILEJON GALERAS	133,0	98,0	166,0	190,4	157,5	149,6
N=10	$\bar{X}$=90,94	$\bar{X}$=89,28	$\bar{X}$=125,68	$\bar{X}$=140,06	$\bar{X}$=99,12	$\bar{X}$=122,20

Diferencia observada para tres semanas: 1,66 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 36,48; 1% = 52,44

Diferencia observada para seis semanas: 15,38 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 52,73; 1% = 75,80

Diferencia observada para doce semanas: 23,08 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 45,08; 1% = 64,81

No existe diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, bajo diferentes temperaturas, en suelos tratados con molibdeno.

N.S. No significativo.

TABLA XV.

COMPARACION ESTADISTICA DE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE TRES SEMANAS A UNA TEMPERATURA DE 15°C.

SITIO	TRES SEMANAS				
	Testigo	Aluminio	Hierro	Cobre	Molibdeno
SAMANIEGO	77,0	84,0	84,0	70,0	71,0
LA UNION	64,4	99,4	74,2	71,4	94,6
CHACHAGUI	99,4	121,9	89,6	113,4	96,6
BOTANA	103,6	85,4	91,0	75,6	77,0
CUJACAL	112,0	88,4	85,4	79,8	98,0
LA LAGUNA	68,6	107,8	71,4	67,4	72,8
OBONUCO	79,8	79,8	72,8	75,8	71,4
ANTENA GALERAS	99,9	113,4	91,0	75,6	98,0
PANTANO GALERAS	77,0	81,2	85,4	84,0	96,6
FRAILEJON GALERAS	128,8	134,4	124,6	113,4	133,0
N = 10	$\bar{X}$=91,05	$\bar{X}$=99,51	$\bar{X}$=86,94	$\bar{X}$=82,64	$\bar{X}$=90,94

Diferencia observada = 16,87 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 49,69; 1% = 72,74

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, durante tres semanas al medio ambiente en suelos con diferentes tratamientos y su correspondiente testigo.

N.S. = No significativo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA
PASTO - COLOMBIA
BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

TABLA XVI.

COMPERACION ESTADISTICA DE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE TRES SEMANAS A UNA TEMPERATURA DE 30ºC.

SITIO	TRES SEMANAS				
	Testigo	Aluminio	Hierro	Cobre	Molibdeno
SAMANIEGO	95,2	92,4	78,4	84,0	81,2
LA UNION	82,6	78,4	103,6	64,4	91,0
CHACHAGUI	51,0	89,6	82,6	84,0	78,4
BOTANA	98,0	88,2	77,0	106,4	98,0
GUJACAL	96,6	77,0	68,6	75,6	93,8
LA LAGUNA	58,8	64,4	70,0	56,0	63,2
OBONUCO	68,4	63,0	91,6	63,0	85,4
ANTENA GALERAS	65,8	63,0	72,8	77,0	108,6
PANTANO GALERAS	70,0	84,0	72,8	61,6	95,2
FRAILEJON GALERAS	80,2	87,4	86,8	102,2	98,0
N = 10	$\bar{X}$=76,66	$\bar{X}$=78,74	$\bar{X}$=80,42	$\bar{X}$=77,42	$\bar{X}$=89,28

Diferencia observada: 12,62 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 44,31; 1% = 64,87

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, durante tres semanas a 30ºC, en suelos con diferentes tratamientos y su correspondiente testigo.

N.S. = No significativo.

TABLA XVII.

COMPARACION ESTADISTICA DE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A UNA TEMPERATURA DE 15ºC.

SITIO	SEIS SEMANAS				
	Testigo	Aluminio	Hierro	Cobre	Molibdeno
SAMANIEGO	77,0	100,8	135,8	82,6	128,8
LA UNION	77,0	95,2	81,2	92,4	112,0
CHACHAGUI	117,6	133,0	94,2	109,2	138,6
BOTANA	39,2	112,0	84,0	84,0	102,2
CUJACAL	98,0	169,6	86,8	85,4	131,6
LA LAGUNA	72,8	114,8	85,4	89,6	75,6
OBONUCO	85,4	109,2	65,8	84,0	105,0
ANTENA GALERAS	133,0	114,8	82,4	123,2	155,4
PANTANO GALERAS	131,6	142,8	151,2	96,6	121,0
FRAILEJON GALERAS	148,4	152,6	130,2	158,6	166,6
N = 10	$\bar{X}$=98,00	$\bar{X}$=124,48	$\bar{X}$=99,70	$\bar{X}$=100,56	$\bar{X}$=123,68

Diferencia observada: 26,48 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 60,72; 1% = 88,90

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, durante seis semanas al medio ambiente en suelos con diferentes tratamientos y su correspondiente testigo.

N.S. No significativo.

TABLA XVIII.

COMPARACION ESTADISTICA DE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A UNA TEMPERATURA DE 30ºC.

SITIO	SEIS SEMANAS				
	Testigo	Aluminio	Hierro	Cobre	Molibdeno
SAMANIEGO	98,0	124,6	121,8	109,2	108,0
LA UNION	109,4	117,6	110,6	92,9	120,4
CHACHAGUI	84,0	211,0	107,8	147,0	217,0
BOTANA	107,8	112,0	119,0	120,0	106,4
CUJACAL	117,6	148,4	112,0	121,8	140,0
LA LAGUNA	86,8	121,8	91,2	106,4	79,8
OBONUCO	100,8	121,8	102,2	92,4	117,6
ANTENA GALERAS	161,6	127,4	106,4	99,6	167,0
PANTANO GALERAS	99,4	159,6	79,8	106,4	154,0
FRAILEJON GALERAS	149,8	196,0	197,4	162,4	190,4
N = 10	$\bar{X}$=111,52	$\bar{X}$=144,06	$\bar{X}$=114,82	$\bar{X}$=115,81	$\bar{X}$=140,06

Diferencia observada: 32,54 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 69,60; 1% = 101,90

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, durante seis semanas a 30ºC, en suelos con diferentes tratamientos y su correspondiente testigo.

N.S. No significativo.

TABLA XIX.

COMPARACION ESTADISTICA DE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, EN RELACION A SU TESTIGO, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A UNA TEMPERATURA DE 15ºC.

SITIO	DOCE SEMANAS				
	Testigo	Aluminio	Hierro	Cobre	Molibdeno
SAMANIEGO	47,6	70,0	91,0	91,0	56,0
LA UNION	31,5	77,0	77,0	58,8	46,2
CHACHAGUI	84,0	130,2	99,4	37,8	45,5
BOTANA	48,3	92,4	84,0	63,0	77,0
CUJACAL	40,6	99,4	84,0	80,5	91,0
LA LAGUNA	112,0	84,0	75,6	61,6	72,8
OBONUCO	39,2	78,4	84,0	64,4	84,0
ANTENA GALERAS	100,8	88,2	84,0	96,6	176,4
PANTANO GALERAS	93,8	101,8	70,0	85,4	184,4
FRAILEJON GALERAS	130,2	165,2	116,0	126,0	157,5
N = 10	$\bar{X}$=72,80	$\bar{X}$=98,66	$\bar{X}$=86,50	$\bar{X}$=76,51	$\bar{X}$=99,08

Diferencia observada: 26,28 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 48,37; 1% = 70,81

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno durante doce semanas al medio ambiente en suelos con diferentes tratamientos y su correspondiente testigo.

N.S. No significativo.

TABLA XX.

COMPARACION ESTADISTICA DE LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS EN RELACION A SU TESTIGO, PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A UNA TEMPERATURA DE 30ºC.

	DOCE SEMANAS				
SITIO	Testigo	Aluminio	Hierro	Cobre	Molibdeno
SAMANIEGO	207,2	113,4	93,8	99,4	131,6
LA UNION	39,2	117,6	99,4	82,6	135,8
CHACHAGUI	127,4	180,6	102,2	128,8	123,2
BOTANA	81,2	112,0	107,8	99,4	109,2
CUJACAL	109,2	126,0	103,6	84,0	112,0
LA LAGUNA	102,2	80,0	100,8	71,4	84,0
OBONUCO	112,0	116,2	99,4	75,6	91,0
ANTENA GALERAS	113,4	130,2	126,4	107,8	149,8
PANTANO GALERAS	133,0	155,4	126,0	93,8	135,8
FRAILEJON GALERAS	133,0	197,4	152,6	154,0	149,6
N = 10	$\bar{X}$=115,78	$\bar{X}$=132,88	$\bar{X}$=111,20	$\bar{X}$=99,68	$\bar{X}$=122,20

Diferencia observada: 33,20 N.S.

Valores de Duncan 5% = 64,43; 1% = 94,33

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, durante doce semanas a 30ºC, en suelos con diferentes tratamientos y su correspondiente testigo.

N.S. No significativo.

Las cantidades de aluminio y hierro adicionadas no afectaron la mineralización del nitrógeno. En primer lugar significaría que los microorganismos, están adaptados para soportar elevadas concentraciones de aluminio y hierro, ambos elementos esenciales, en suelos de países tropicales. Muy posiblemente esta sea una característica distintiva del comportamiento entre poblaciones microbiales de los países del trópico y de los existentes en países de zonas templadas.

El que los microorganismos no demuestren tener problemas con el hierro, probablemente se debe, a que la población heterotrófica ataca a las sales de hierro y éste se precipita una vez separado de la sal. Además, se sabe que el hierro es necesario para la respiración de los microorganismos (Meiklejohn, 49).

Por el contrario como el aluminio está asociado con la acidez del suelo (Jiménez y Ocampo, 41), las teorías aceptadas (Alexander, 2), señalan que la mineralización del nitrógeno y en especial la nitrificación disminuye al aumentar la acidez. No obstante hay datos en la literatura (Blasco y Cornfield, 13, 14), que sugieren una acción distinta del aluminio, incluso estimulante de la nitrificación. En este sentido Mutatkar y Pritchett (54), dicen que la actividad de la enzima ureasa y el proceso de amonificación no parecen ser afectados por las concentraciones de hidrógeno y aluminio.

Estas consideraciones más los resultados encontrados en la presente tesis sugieren que la acción del aluminio en la mineralización del nitrógeno, tal como se presenta en las teorías aceptadas, debe sufrir una reconsideración.

Las adiciones de cobre y molibdeno tampoco variaron la producción del N-Mineral, concordando con el trabajo de Premi y Cornfield (63).

Parece que los oligoelementos no producen resultados que atraigan el interés. Posiblemente los niveles existentes en el suelo son suficientes para la actividad microbial, y las cantidades que se añadan al suelo no la afectan.

4.4 N-MINERAL EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA SUELOS QUE FUERON INCUBADOS POR PERIODO DE 3-6 Y 12 SEMANAS A 15 Y 30°C.

Las Tablas XXI a XXV, muestran cierta consistencia en cuanto a que la mejor mineralización se produjo a las seis semanas de incubación. Ello significa un incremento constante de actividad en las seis primeras semanas, superada luego en actividad o al menos en parte, por el incremento de la población que se alimenta a expensas de los productos de la mineralización.

Como se indicó en la Revisión de Literatura, la descomposición de los materiales orgánicos del suelo se puede medir por la producción de CO_2 (Birch, 8; Blasco, 10).

4.5 EFECTO DE LOS PERIODOS DE INCUBACION EN LA PRODUCCION DE CO_2.

En las Tablas XXVI a XXVIII, se presentan los datos correspondientes a las medidas del CO_2.

Las relaciones estadísticas tomando como base las Tablas XXIX a XLIII, permiten decir que: la producción de CO_2, dentro del mismo periodo de incubación no influyó en la descomposición de la materia orgánica, hecho consecuente con los resultados obtenidos para la mineralización del nitrógeno.

Por otro lado la producción de CO_2, tiende a aumentar a medida

TABLA XXI.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS TESTIGOS A TEMPERATURAS DIFERENTES.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION			30ºC. SEMANAS DE INCUBACION		
	3	6	12	3	6	12
SAMANIEGO	77,0	77,0	47,6	95,2	98,0	207,2
LA UNION	64,4	77,0	31,5	82,6	109,4	39,2
CHACHAGUI	99,4	117,6	84,0	51,0	84,0	127,4
BOTANA	103,6	39,2	43,8	98,0	107,8	81,2
CUJACAL	112,0	98,0	40,6	96,6	117,6	109,2
LA LAGUNA	68,6	72,8	112,0	58,8	86,8	102,2
OBONUCO	79,8	85,4	39,2	68,4	100,8	112,0
ANTENA GALERAS	99,9	133,0	100,8	65,8	161,6	113,4
PANTANO GALERAS	77,0	131,6	93,8	70,0	99,4	133,4
FRAILEJON GALERAS	128,8	148,4	130,2	80,2	149,8	133,0
N=10	$\bar{X}$=91,05	$\bar{X}$=98,00	$\bar{X}$=72,80	$\bar{X}$=76,60	$\bar{X}$=1150	$\bar{X}$=115,70

Diferencia observada: a 15ºC: 25,20 N.S.
Valores de Duncan 5% = 42,68; 1% = 62,11

Diferencia observada a 30ºC: 39,12 N.S.
Valores de Duncan 5% = 50,10; 1% = 72,90

No hubo diferencia significativa en la mineralización, bajo diferentes períodos de incubación.

N.S. No significativo.

TABLA XXII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION, DE SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO A TEMPERATURAS DIFERENTES.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
SAMANIEGO	84,0	100,8	70,0	92,4	124,6	113,4
LA UNION	99,4	95,2	77,0	78,4	117,6	117,6
CHACHAGUI	121,3	133,0	130,2	89,6	211,4	180,6
BOTANA	85,4	112,0	92,4	88,2	112,0	112,0
CUJACAL	84,8	169,6	99,4	77,0	148,4	126,0
LA LAGUNA	107,8	114,8	84,0	64,4	121,8	80,0
OBONUCO	79,8	109,2	78,4	63,0	121,8	116,2
ANTENA GALERAS	113,4	114,8	88,2	63,0	127,4	130,2
PANTANO GALERAS	81,2	142,8	101,8	84,0	159,6	155,4
FRAILEJON GALERAS	134,4	152,6	165,2	87,4	196,0	197,4
N=10	$\bar{X}$=99,51	$\bar{X}$=124,48	$\bar{X}$=99,66	$\bar{X}$=78,74	$\bar{X}$=144,06	$\bar{X}$=132,88

Diferencia observada a 15ºC: 25,82 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 52,53; 1% = 76,44
No existe diferencia significativa en la mineralización, bajo diferentes períodos de incubación a 15ºC.

Diferencia observada a 30ºC: 63,2
Valores de Duncan: 5% = 59,71; 1% = 86,89
Sí existe diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno a diferentes períodos y temperatura de 30ºC.

N.S. No significativo.

TABLA XXIII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO, DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS TRATADOS CON HIERRO A TEMPERATURAS DIFERENTES.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION			30ºC. SEMANAS DE INCUBACION		
	3	6	12	3	6	12
SAMANIEGO	84,0	135,8	91,0	78,4	121,8	93,8
LA UNION	74,2	81,2	77,0	103,6	110,6	99,4
CHACHAGUI	89,6	94,2	99,4	82,6	107,8	102,4
BOTANA	91,0	84,0	84,0	77,0	119,0	107,8
CUJACAL	85,4	86,8	84,0	68,6	112,0	103,6
LA LAGUNA	71,4	85,4	75,6	70,0	91,2	100,8
OBONUCO	72,8	65,8	84,0	91,6	102,2	99,4
ANTENA GALERAS	91,0	82,4	84,0	72,8	106,4	126,4
PANTANO GALERAS	85,4	151,2	70,0	72,8	79,8	126,0
FRAILEJON GALERAS	124,6	130,2	116,0	86,8	197,4	152,6
N=10	$\bar{X}$=86,94	$\bar{X}$=99,70	$\bar{X}$=86,50	$\bar{X}$=80,42	$\bar{X}$=114,82	$\bar{X}$=11,22

Diferencia observada a 15ºC: 13,20 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 44,22; 1% = 64,34

Diferencia observada a 30ºC: 34,40 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 50,26; 1% = 73,14

No hubo diferencia significativa en el nitrógeno mineralizado bajo diferentes períodos de incubación y temperaturas de 15 y 30ºC.

N.S. No significativo.

TABLA XXIV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL NITROGENO MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS TRATADOS CON COBRE A TEMPERATURAS DIFERENTES.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION			30ºC. SEMANAS DE INCUBACION		
	3	6	12	3	6	12
SAMANIEGO	70,3	82,0	91,0	84,0	109,2	99,4
LA UNION	71,4	92,4	58,8	64,4	92,9	82,6
CHACHAGUI	113,4	109,2	37,8	84,0	147,0	128,8
BOTANA	75,6	84,0	63,0	106,4	120,0	99,4
GUJACAL	79,8	85,4	80,5	75,6	121,8	84,0
LA LAGUNA	67,4	89,6	61,6	56,0	106,4	71,4
OBONUCO	75,8	84,0	64,4	63,0	92,4	75,6
ANTENA GALERAS	75,6	123,2	96,6	77,0	99,6	107,8
PANTANO GALERAS	84,0	96,6	85,4	61,0	106,4	93,8
FRAILEJON GALERAS	113,4	158,6	126,0	102,6	162,4	154,0
N=10	$\bar{X}$=82,64	$\bar{X}$=100,56	$\bar{X}$=76,51	$\bar{X}$=77,46	$\bar{X}$=115,81	$\bar{X}$=99,68

Diferencia observada a 15ºC. = 24,05 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 42,31; 1% = 61,57

Diferencia observada a 30ºC. = 38,35 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 48,12; 1% = 70,03

No hubo diferencia de nitrógeno mineralizado bajo diferentes períodos de incubación y temperaturas de 15 y 30ºC.

N.S. No significativo.

TABLA XXV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL NITROGENO MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION, DE SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO, A TEMPERATURAS DIFERENTES.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
SAMANIEGO	71,4	128,8	56,0	81,2	108,0	131,6
LA UNION	94,6	112,0	46,2	91,0	120,4	135,8
CHACHAGUI	96,6	138,6	45,5	78,4	217,0	123,2
BOTANA	77,0	102,2	77,0	98,0	106,0	109,2
CUJACAL	98,0	131,6	91,0	93,8	140,0	112,0
LA LAGUNA	72,8	75,6	72,8	63,2	79,8	84,0
OBONUCO	71,4	105,6	84,0	85,4	117,6	91,0
ANTENA GALERAS	98,0	155,4	179,6	106,6	167,0	149,8
PANTANO GALERAS	96,6	121,0	184,8	95,2	154,0	135,8
FRAILEJON GALERAS	133,0	166,0	157,5	98,0	190,4	149,6
N=10	$\bar{X}$=90,94	$\bar{X}$=123,74	$\bar{X}$=99,12	$\bar{X}$=89,28	$\bar{X}$=140,06	$\bar{X}$=122,20

Diferencia observada a 15ºC: 32,80 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 48,12; 1% = 70,03

Diferencia observada a 30ºC: 50,78 N.S.
Valores de Duncan: 5% = 57,91; 1% = 84,27

No hubo diferencia significativa de nitrógeno mineralizado en suelos tratados con molibdeno a temperaturas diferentes.

N.S. No significativo.

TABLA XXVI.

COMPARACION CUANTITATIVA DE CO_2 EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, QUE PERMANECIERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE TRES SEMANAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS. VALORES EXPRESADOS EN mg. DE CO_2/10 grs. DE SUELO.

SITIO	15ºC. TRATAMIENTO DE Al	Fe	Cu	Mo	SIN TRATAMIENTO	30ºC. TRATAMIENTO DE Al	Fe	Cu	Mo	SIN TRATAMIENTO
SAMANIEGO	11,2	16,9	9,4	22,2	16,9	11,8	8,3	11,4	25,7	21,5
LA UNION	9,6	8,8	8,5	14,5	15,6	13,2	15,4	11,0	15,6	14,7
CHACHAGUI	10,5	13,6	13,6	19,1	11,0	20,9	20,6	12,1	12,5	10,7
BOTANA	10,3	9,2	12,7	21,5	17,6	11,2	20,0	18,2	13,4	18,7
CUJACAL	9,6	10,7	11,4	20,2	17,8	12,3	15,6	8,8	15,6	22,0
LA LAGUNA	8,3	8,3	8,4	12,3	9,4	9,2	10,3	12,3	10,1	8,3
OBONUCO	11,0	9,9	10,7	14,0	16,2	14,0	12,7	14,9	15,1	12,2
ANTENA GALERAS	11,4	18,0	15,4	22,4	21,3	17,6	11,8	12,1	27,5	24,2
PANTANO GALERAS	11,6	23,3	13,4	20,6	18,4	32,5	12,5	10,5	12,1	27,2
FRAILEJON GALERAS	13,8	17,6	16,5	14,5	14,3	16,7	12,9	16,0	18,0	19,5

TABLA XXVII.

COMPARACION CUANTITATIVA DE CO_2 EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, QUE PERMANECIERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE SEIS SEMANAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS. VALORES EXPRESADOS EN mg. DE CO_2/10 grs. DE SUELO.

SITIO	15ºC. TRATAMIENTO DE Al	Fe	Cu	Mo	SIN TRATAMIENTO	30ºC. TRATAMIENTO DE Al	Fe	Cu	Mo	SIN TRATAMIENTO
SAMANIEGO	21,34	17,60	18,48	28,16	23,98	27,78	19,14	18,26	24,20	27,06
LA UNION	14,96	17,16	16,50	23,76	22,66	17,82	18,48	13,86	28,10	18,26
CHACHAGUI	24,86	27,28	18,26	28,16	26,40	27,28	31,02	29,70	40,26	32,78
BOTANA	22,00	19,80	18,48	20,46	25,74	21,12	26,40	20,40	29,70	35,20
GUJACAL	18,26	16,94	17,38	28,38	24,42	18,92	21,12	19,80	31,24	33,88
LA LAGUNA	11,44	17,60	12,54	16,28	17,48	15,18	12,98	14,30	16,72	23,54
OBONUCO	20,02	17,82	21,12	20,02	23,10	18,48	25,52	16,50	22,22	26,62
ANTENA GALERAS	23,32	19,80	27,28	34,54	25,52	24,64	28,38	20,24	38,28	29,04
PANTANO GALERAS	27,72	22,44	23,10	31,68	29,26	25,08	23,54	20,24	33,88	27,72
FRAILEJON GALERAS	28,60	24,64	24,64	29,92	25,74	31,02	34,76	25,30	30,58	37,62

TABLA XXVIII.

COMPARACION CUANTITATIVA DE CO_2 EN SUELOS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS, QUE PERMANECIERON INCUBADOS DURANTE UN PERIODO DE DOCE SEMANAS, A DIFERENTES TEMPERATURAS. VALORES EXPRESADOS EN mg. DE CO_2/10 Gr. DE SUELO.

SITIO	15ºC. TRATAMIENTO DE Al	Fe	Cu	Mo	SIN TRATAMIENTO	30ºC. TRATAMIENTO DE Al	Fe	Cu	Mo	SIN TRATAMIENTO
SAMANIEGO	24,20	23,32	20,90	33,44	28,88	26,86	27,74	26,86	35,22	38,20
LA UNION	42,68	20,86	23,10	36,30	32,12	25,98	24,44	25,32	26,20	35,44
CHACHAGUI	42,68	38,94	42,68	52,36	34,98	42,26	37,64	38,74	56,12	41,82
BOTANA	27,28	29,48	31,90	36,74	33,36	27,30	27,52	28,40	39,18	44,02
CUJACAL	26,62	22,00	32,56	29,92	39,82	38,30	28,18	28,18	41,16	40,72
LA LAGUNA	19,36	24,42	20,02	23,76	25,08	23,12	21,36	22,90	30,82	27,74
OBONUCO	25,52	30,36	22,88	37,18	40,92	27,08	33,24	24,00	29,72	36,54
ANTENA GALERAS	36,08	36,52	27,28	48,84	47,52	39,18	42,04	31,70	51,50	46,66
PANTANO GALERAS	38,72	36,08	28,82	37,84	38,50	39,84	34,56	24,22	42,70	38,96
FRAILEJON GALERAS	40,92	40,96	36,74	53,02	46,74	46,70	44,50	40,90	58,20	38,70

TABLA XXIX.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, SIN TRATAMIENTO DURANTE TRES SEMANAS, A TEMPERATURAS DIFERENTES.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	16,94	21,56
LA UNION	15,62	14,74
CHACHAGUI	11,00	10,78
BOTANA	11,16	18,78
CUJACAL	17,82	22,00
LA LAGUNA	9,46	8,36
OBONUCO	16,28	12,10
ANTENA GALERAS	21,34	24,20
PANTANO GALERAS	18,48	27,28
FRAILEJON GALERAS	14,36	19,58
N=10	$\bar{X}$=15,85	$\bar{X}$=17,93

Diferencia observada: 2,08 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 6,68; 1% = 9,61

No existe diferencia significativa en la compración estadistica de suelo sin tratamiento a diferentes temperaturas.

N.S. No significativo.

TABLA XXX.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE ALUMINIO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE TRES SEMANAS.

SITIO	15ºC	30ºC.
SAMANIEGO	11,22	11,88
LA UNION	9,68	13,20
CHACHAGUI	10,56	20,90
BOTANA	10,34	11,22
CUJACAL	9,68	12,32
LA LAGUNA	8,36	9,24
OBONUCO	11,06	14,02
ANTENA GALERAS	11,44	17,60
PANTANO GALERAS	11,66	32,56
FRAILEJON GALERAS	13,86	16,72
N=10	$\bar{X}$=10,79	$\bar{X}$=15,97

Diferencia observada: 5,18 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 5,37; 1% = 8,55

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2 a diferentes temperaturas en suelos tratados con aluminio.

N.S. No significativo.

TABLA XXXII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE COBRE BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE TRES SEMANAS.

SITIO	15°C.	30°C.
SAMANIEGO	9,46	11,44
LA UNION	8,58	11,00
CHACHAGUI	13,64	12,10
BOTANA	12,76	18,26
CUJACAL	11,44	8,80
LA LAGUNA	8,40	12,32
OBONUCO	10,78	14,96
ANTENA GALERAS	15,40	12,10
PANTANO GALERAS	13,42	10,56
FRAILEJON GALERAS	16,50	16,06
N=10	$\bar{X}$=12,04	$\bar{X}$=12,76

Diferencia observada: 0,72 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 4,89; 1% = 7,03

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con cobre.

N.S. No significativo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA
PASTO - COLOMBIA
BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

TABLA XXXIII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE MOLIBDENO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE TRES SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	22,22	25,74
LA UNION	14,52	16,52
CHACHAGUI	19,14	12,54
BOTANA	21,56	13,42
CUJACAL	20,24	15,62
LA LAGUNA	12,32	10,12
OBONUCO	14,08	15,18
ANTENA GALERAS	22,44	27,50
PANTANO GALERAS	20,68	12,10
FRAILEJON GALERAS	14,52	18,04
N=10	$\bar{X}$=18,17	$\bar{X}$=16,69

Diferencia observada: 1,48 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 6,8; 1% = 9,8

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con molibdeno.

N.S. No significativo.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA
PASTO - COLOMBIA
BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

TABLA XXXIV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, SIN NINGUNA ADICION BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE SEIS SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	23,08	27,06
LA UNION	22,66	18,26
CHACHAGUI	26,40	32,78
BOTANA	25,74	35,20
CUJACAL	24,42	33,80
LA LAGUNA	17,38	23,54
OBONUCO	23,10	26,62
ANTENA GALERAS	25,52	29,04
PANTANO GALERAS	29,26	27,72
FRAILEJON GALERAS	25,74	37,62
N=10	$\bar{X}$=24,33	$\bar{X}$=29,16

Diferencia observada: 4,83 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 10,68; 1% = 15,36

No existe diferencia significativa entre la cantidad de CO_2, a temperaturas diferentes durante seis semanas.

N.S. No significativo.

TABLA XXXV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE ALUMINIO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE SEIS SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	21,34	27,78
LA UNION	14,96	17,82
CHACHAGUI	24,86	27,28
BOTANA	22,00	21,12
CUJACAL	18,26	18,92
LA LAGUNA	11,44	15,18
OBONUCO	20,02	18,48
ANTENA GALERAS	23,32	24,64
PANTANO GALERAS	27,72	25,08
FRAILEJON GALERAS	28,60	31,02
N=10	$\bar{X}$=21,25	$\bar{X}$=22,73

Diferencia observada: 1,48 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 8,80; 1% = 12,65

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con aluminio.

N.S. No significativo.

TABLA XXXVI

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON APLICACION DE HIERRO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE SEIS SEMANAS

SITIO	15°C.	30°C.
SAMANIEGO	17,60	19,14
LA UNION	17,16	18,48
CHACHAGUI	27,28	31,02
BOTANA	19,80	26,40
GUJACAL	16,94	21,12
LA LAGUNA	17,60	12,98
OBONUCO	17,82	25,52
ANTENA GALERAS	19,80	28,38
PANTANO GALERAS	22,44	23,54
FRAILEJON GALERAS	24,64	34,76
N=10	$\bar{X}$=20,11	$\bar{X}$=24,13

Diferencia observada: 4,02 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 8,8; 1% = 12,65

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con hierro.

N.S. No significativa.

TABLA XXXVII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE COBRE BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE SEIS SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	18,48	18,25
LA UNION	16,50	13,86
CHACHAGUI	18,26	29,70
BOTANA	18,48	20,46
CUJACAL	17,38	19,80
LA LAGUNA	12,54	14,30
OBONUCO	21,12	16,50
ANTENA GALERAS	27,28	20,24
PANTANO GALERAS	23,10	20,24
FRAILEJON GALERAS	24,64	25,30
N=10	$\bar{X}$=19,78	$\bar{X}$=19,86

Diferencia observada: 0,08 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 7,87; 1% = 11,31

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con cobre.

N.S. No significativo.

TABLA XXXVIII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE MOLIBDENO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE SEIS SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	28,16	24,20
LA UNION	23,76	28,10
CHACHAGUI	28,16	40,25
BOTANA	20,46	29,70
CUJACAL	28,38	31,24
LA LAGUNA	16,28	16,72
OBONUCO	20,02	22,22
ANTENA GALERAS	34,54	38,28
PANTANO GALERAS	31,68	33,88
FRAILEJON GALERAS	29,92	30,58
N=10	$\bar{X}$=26,14	$\bar{X}$=29,52

Diferencia observada: 3,38 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 10,07; 1% = 15,91

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con molibdeno.

N.S. No significativo.

TABLA XXXIX.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, SIN NINGUNA ADICION BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE DOCE SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	28,88	38,20
LA UNION	32,12	35,44
CHACHAGUI	34,98	41,82
BOTANA	33,66	44,02
GUJACAL	39,82	40,72
LA LAGUNA	25,08	27,74
OBONUCO	40,92	36,54
ANTENA GALERAS	47,52	46,66
PANTANO GALERAS	38,50	38,96
FRAILEJON GALERAS	46,74	38,70
N=10	$\bar{X}$=36,82	$\bar{X}$=38,88

Diferencia observada: 2,06 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 15,07; 1% = 21,66

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos sin ningún tratamiento.

N.S. No significativo.

TABLA XL.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE ALUMINIO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE DOCE SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	24,20	26,86
LA UNION	28,16	25,98
CHACHAGUI	42,68	42,26
BOTANA	27,28	27,30
CUJACAL	26,62	38,30
LA LAGUNA	29,36	23,12
OBONUCO	36,52	27,08
ANTENA GALERAS	36,08	39,18
PANTANO GALERAS	38,72	39,84
FRAILEJON GALERAS	40,92	46,70
N=10	$\bar{X}$=30,95	$\bar{X}$=33,66

Diferencia observada: 2,71 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 12,89; 1% = 18,53

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con aluminio.

N.S. No significativo.

TABLA XLI.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO CON ADICION DE HIERRO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE DOCE SEMANAS.

SITIO	15°C.	30°C.
SAMANIEGO	23,32	27,74
LA UNION	20,86	24,44
CHACHAGUI	38,94	37,64
BOTANA	29,48	27,52
CUJACAL	22,00	28,18
LA LAGUNA	24,42	21,36
OBONUCO	30,36	33,24
ANTENA GALERAS	36,52	41,04
PANTANO GALERAS	36,08	34,56
FRAILEJON GALERAS	40,96	44,50
N=10	$\bar{X}$=30,29	$\bar{X}$=32,09

Diferencia observada: 2,71 N.S.

Valores de Duncan: 5% =12,38; 1% = 17,80

No existe diferencia significativa entre la producción de Co_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con hierro.

N.S. No significativo.

TABLA XLII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE COBRE BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE DOCE SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	20,90	26,86
LA UNION	23,10	25,32
CHACHAGUI	42,68	38,74
BOTANA	31,90	28,40
CUJACAL	32,56	28,18
LA LAGUNA	20,02	22,90
OBONUCO	22,88	24,00
ANTENA GALERAS	27,28	31,70
PANTANO GALERAS	28,82	24,22
FRAILEJON GALERAS	36,74	40,90
N=10	$\bar{X}$=28,69	$\bar{X}$=29,12

Diferencia observada: 0,43 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 11,48; 1% = 16,51

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2 a diferentes temperaturas en suelos tratados con cobre.

N.S. No significativo.

TABLA XLIII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL CO_2 EN Mgrs/10 grs. DE SUELO EN LA MINERALIZACION DEL NITROGENO, CON ADICION DE MOLIBDENO BAJO DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE DOCE SEMANAS.

SITIO	15ºC.	30ºC.
SAMANIEGO	13,44	35,22
LA UNION	36,30	26,20
CHACHAGUI	52,36	56,12
BOTANA	36,74	39,18
CUJACAL	29,92	41,16
LA LAGUNA	23,76	30,82
OBONUCO	37,18	29,72
ANTENA GALERAS	48,84	51,50
PANTANO GALERAS	37,84	42,70
FRAILEJON GALERAS	53,02	58,20
N=10	$\bar{X}$=38,94	$\bar{X}$=41,08

Diferencia observada: 2,14 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 16,0; 1% = 23,0

No existe diferencia significativa entre la producción de CO_2, a diferentes temperaturas en suelos tratados con molibdeno.

N.S. No significativo.

que pasan los períodos de incubación. Este resultado apoya lo indicado en la parte relativa a la mineralización del nitrógeno, en el sentido de que el aumento del CO_2 significa un aumento en la población que necesita nutrimentos extras del suelo, en este caso, parte del nitrógeno mineralizado.

Cuantitativamente los resultados del CO_2 son aceptables, incluso superan a algunas de las producciónes dadas por Blasco (10), para los suelos del Valle del Cauca lo que significa, como señalan, Urbina et al. (71), que los microorganismos de los suelos volcánicos son bastante activos.

4.6 RELACIONES ENTRE MINERALIZACION Y PRODUCCION DE CO_2.

En las Tablas XLIV a LVIII se muestran las relaciones entre la mineralización del nitrógeno y la producción de CO_2. Para una mejor comparación visual de los resultados se incluyen las figuras 3 a 17.

Al incluir el N-mineralizado, los valores de $N\text{-}NH_3$ y $N\text{-}NO_3$, la correlación con el CO_2 producido lógicamente no puede ser significativa, al menos en la gran mayoría de los casos, porque la producción del $N\text{-}NO_3$ es realizada por microorganismos quimioautotróficos obligatorios que obtienen su carbón por asimilación del CO_2, (Blasco, 10).

Era por tanto, un resultado esperado pero que se deseaba constatar, ya que la literatura es muy escasa en este tipo de correlaciones. La correlación tenderá a alejarse de 1 a medida que la nitrificación aumente, mientras que se aproximará a 1 con el dominio de la amonificación. Esta relación inversa fue encontrada por Escobar y Martínez (34), en suelos del Putumayo.

TABLA XLIV.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS SIN TRATAMIENTO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	16,94	77,00	1304,38	286,96	5929,00
LA UNION	16,62	64,40	1070,33	276,22	4147,36
CHACHAGUI	11,00	99,40	1093,40	121,00	9880,36
BOTANA	17,16	103,60	1777,78	294,47	10732,96
GUJACAL	17,82	112,00	1995,84	317,55	12544,00
LA LAGUNA	9,46	68,60	648,96	89,49	4705,96
OBONUCO	16,28	79,80	1299,14	265,04	6368,04
ANTENA GALERAS	21,34	99,90	2131,87	455,40	9980,01
PANTANO GALERAS	18,48	77,00	1492,96	341,51	5929,00
FRAILEJON GALERAS	14,36	128,80	1849,57	206,21	16589,44
	Σ=158,46	Σ=891,10	Σ=14594,23	Σ=2653,85	Σ=86806,13

"r" obtenido = 0,4608 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS SIN TRATAMIENTO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	21,56	95,2	2052,51	464,83	9063,04
LA UNION	14,74	82,6	1217,52	217,27	6822,76
CHACHAGUI	10,78	51,0	549,78	116,21	2601,00
BOTANA	18,70	98,0	1832,60	349,69	9604,00
GUJACAL	22,00	96,6	2125,20	484,00	9331,56
LA LAGUNA	8,36	58,8	491,57	69,80	3457,44
OBONUCO	12,10	68,4	827,64	146,41	4678,56
ANTENA GALERAS	24,20	65,8	1592,36	585,64	4329,64
PANTANO GALERAS	27,28	70,0	1909,00	744,20	4900,00
FRAILEJON GALERAS	19,58	80,2	1570,32	383,38	6432,04
	Σ=179,30	Σ=766,6	Σ=14169,40	Σ=3561,52	Σ=61220,04

"r" obtenido = 0,09685 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA XLV.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	11,22	84,0	942,48	125,89	7056,00
LA UNION	909,68	99,4	962,19	93,70	9880,36
CHACHAGUI	10,56	121,3	1280,93	111,51	14713,69
BOTANA	10,34	85,4	883,04	106,92	7293,16
CUJACAL	9,68	88,4	855,71	93,70	7814,56
LA LAGUNA	8,36	107,8	901,21	69,89	11620,84
OBONUCO	11,06	79,8	882,59	122,32	6368 ,04
ANTENA GALERAS	11,44	113,4	1297,30	130,87	12859,56
PANTANO GALERAS	11,66	81,2	946,79	135,96	6593,44
FRAILEJON GALERAS	13,86	134,4	1862,78	192,10	18063,36
	Σ=107,86	Σ=995,1	Σ=10815,02	Σ=1182,86	Σ=102263,01

"r" obtenido = 0,3258 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	11,88	92,4	1097,71	141,13	8537,76
LA UNION	13,20	78,4	1034,88	174,24	6146,56
CHACHAGUI	20,90	89,6	1872,64	436,81	8028,16
BOTANA	11,22	88,2	989,60	125,89	7779,24
CUJACAL	12,32	77,0	948,64	151,78	5929,00
LA LAGUNA	9,24	64,4	595,06	85,38	4147,36
OBONUCO	14,02	63,0	883,26	196,56	3969,00
ANTENA GALERAS	17,60	63,0	1108,80	309,76	3969,00
PANTANO GALERAS	32,56	84,0	2735,04	1060,15	7056,00
FRAILEJON GALERAS	16,72	87,4	1461,33	279,56	7638,76
	Σ=159,66	Σ=787,4	Σ=12726,96	Σ=2961,26	Σ 63200,84

"r" obtenido = 0,2776 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA XLVI.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON HIERRO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	16,94	84,0	1422,96	286,96	7056,00
LA UNION	8,80	74,2	652,96	77,44	5515,64
CHACHAGUI	13,64	89,6	1222,14	186,05	8028,16
BOTANA	9,24	91,0	840,84	85,38	8281,00
CUJACAL	10,78	85,4	920,61	116,21	7293,16
LA LAGUNA	8,36	71,4	596,90	69,89	5097,96
OBONUCO	9,90	72,8	720,72	98,01	5299,84
ANTENA GALERAS	18,04	91,00	1641,64	325,44	8281,00
PANTANO GALERAS	23,32	85,4	1991,53	543,82	7293,16
FRAILEJON GALERAS	17,60	124,6	2192,96	309,76	15521,16
	Σ=136,62	Σ=869,4	Σ=12203,26	Σ=2098,96	Σ=77661,08

"r" obtenido = 0,4686 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON HIERRO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	8,36	78,4	655,42	69,89	6146,56
LA UNION	15,40	103,6	1595,44	237,17	10732,96
CHACHAGUI	20,68	82,6	1708,17	427,66	6822,76
BOTANA	20,02	77,0	1541,54	400,80	5929,00
CUJACAL	15,62	68,6	1071,53	243,98	4705,96
LA LAGUNA	10,34	70,0	723,80	106,92	4900,00
OBONUCO	12,76	91,6	1168,82	162,82	8390,56
ANTENA GALERAS	11,88	72,8	864,86	141,13	5299,84
PANTANO GALERAS	12,54	72,8	912,91	157,25	5299,84
FRAILEJON GALERAS	12,98	86,8	1126,66	168,48	7534,24
	Σ=140,58	Σ=804,2	Σ=11369,15	Σ=2116,10	Σ 65761,72

"r" obtenido = 0,1633 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA XLVII.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON COBRE QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	9,46	70,0	662,20	89,49	4900,00
LA UNION	8,58	71,4	612,61	73,62	5097,96
CHACHAGUI	13,64	113,4	1546,78	186,05	12859,96
BOTANA	12,76	75,6	964,66	162,82	5715,36
CUJACAL	11,44	79,8	912,91	130,87	6368,04
LA LAGUNA	8,40	67,4	566,16	70,56	4542,76
OBONUCO	10,78	75,8	817,12	116,21	5745,64
ANTENA GALERAS	15,40	75,6	1164,24	237,16	5715,36
PANTANO GALERAS	13,42	84,0	1127,28	180,10	7056,00
FRAILEJON GALERAS	16,50	113,4	1871,10	272,25	12859,56
	Σ=120,38	Σ=826,4	Σ=10245,06	Σ=1519,13	Σ=70860,24

"r" obtenido = 0,7003
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Significativo al nivel del 1%

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) DE p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON COBRE QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	11,44	84,0	960,96	130,87	7056,00
LA UNION	11,00	64,4	708,40	121,00	4147,36
CHACHAGUI	12,10	84,0	1016,40	146,41	7056,00
BOTANA	18,26	106,4	1942,86	333,43	11320,96
CUJACAL	8,80	75,6	665,28	77,40	5715,36
LA LAGUNA	12,32	56,0	689,92	151,78	3136,00
OBONUCO	14,96	63,0	942,48	223,80	3969,00
ANTENA GALERAS	12,10	77,0	931,70	146,41	5929,00
PANTANO GALERAS	10,56	61,6	650,49	111,51	3794,56
FRAILEJON GALERAS	16,06	102,2	1641,33	257,92	10444,84
	Σ=127,60	Σ=774,2	Σ=10149,82	Σ=2393,53	Σ=62569,08

"r" obtenido = 0,1910 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA XLVIII.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	22,22	71,4	1586,41	493,73	5097,96
LA UNION	14,52	94,6	1373,59	210,83	8949,16
CHACHAGUI	19,14	96,6	1848,92	366,34	9331,56
BOTANA	21,56	77,0	1660,12	464,83	5929,00
CUJACAL	20,24	98,0	1983,52	409,66	9604,00
LA LAGUNA	12,32	72,8	896,90	151,78	5299,84
OBONUCO	14,08	71,4	1005,31	198,25	5097,96
ANTENA GALERAS	22,44	98,0	2199,12	503,55	9604,00
PANTANO GALERAS	20,68	96,6	1997,69	427,66	9331,56
FRAILEJON GALERAS	14,52	133,0	1931,16	210,83	17689,00
	=181,72	=909,4	=16482,84	=3437,46	85934,04

"r" obtenido = 0,05732 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE TRES SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	25,74	81,20	2090,08	662,65	6593,44
LA UNION	15,62	91,00	1421,42	243,98	8281,00
CHACHAGUI	12,54	78,40	983,14	157,25	6146,56
BOTANA	13,42	98,00	1315,16	180,10	9604,00
CUJACAL	15,62	93,80	1465,16	243,98	8798,44
LA LAGUNA	10,12	63,20	639, 58	102,41	3994,24
OBONUCO	15,18	85,40	1296,37	230,43	7293,16
ANTENA GALERAS	27,50	108,60	2986,50	756,25	11793,96
PANTANO GALERAS	12,10	95,20	1151,92	146,41	9063,04
FRAILEJON GALERAS	18,04	98,00	1767,92	325,44	9604,00
	=165,68	=892,80	=15117,25	=2948,80	=81171,84

"r" obtenido = 0,5725 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA XLIX.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS SIN TRATAMIENTO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	23,98	77,00	1846,46	575,04	5929,00
LA UNION	22,66	77,00	1744,82	5134,76	5929,00
CHACHAGUI	26,40	117,60	3104,64	696,96	5829,76
BOTANA	25,74	39,20	1009,01	662,55	1536,64
CUJACAL	24,42	98,00	2393,16	596,34	9604,00
LA LAGUNA	17,38	72,80	1972,74	533,61	7293,16
OBONUCO	23,10	85,40	1972,74	533,61	7293,16
ANTENA GALERAS	25,52	133,00	3394,16	651,27	17689,00
PANTANO GALERAS	29,26	131,60	3850,62	856,15	17318,56
FRAILEJON GALERAS	25,74	148,40	3819,82	662,55	22022,56
	Σ=244,50	Σ=980,00	Σ 24400,69	Σ 10671,29	Σ=95424,84

"r" obtenido = 0,094 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS SIN TRATAMIENTO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	27,06	98,00	2651,88	732,42	9604,00
LA UNION	18,26	109,40	1997,64	333,43	11968,36
CHACHAGUI	32,78	84,00	2753,52	1074,53	7056,00
BOTANA	35,20	107,80	3794,56	1239,04	11620,84
CUJACAL	33,88	117,60	3984,29	1147,85	13829,76
LA LAGUNA	23,54	86,80	2043,27	554,13	7534,24
OBONUCO	26,62	100,80	2683,30	708,62	10160,64
ANTENA GALERAS	29,04	161,60	4692,86	843,32	26114,56
PANTANO GALERAS	27,72	99,40	2755,37	768,40	9870,36
FRAILEJON GALERAS	37,62	149,80	5635,48	1415,26	22440,04
	Σ=291,72	Σ=1115,20	Σ=32992,17	Σ=8816,82	Σ=130208,80

"r" obtenido = 0,3432 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA L.

RELACION mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	21,34	100,80	2151,07	455,40	10160,64
LA UNION	14,96	95,20	1424,19	223,80	9063, 64
CHACHAGUI	24,86	113,00	3306,38	618,02	17689,00
BOTANA	22,00	112,00	2464,00	484,00	12544,00
CUJACAL	18,26	169,60	3096,90	333,43	28764,16
LA LAGUNA	11,44	114,80	1313,31	130,87	13179,04
OBONUCO	20,02	109,20	2186,18	400,80	11924,64
ANTENA GALERAS	23,32	114,80	2677,14	543,82	25103,68
PANTANO GALERAS	27,72	142,80	3958,42	768,40	20391,84
FRAILEJON GALERAS	28,60	152,60	4364,36	817,96	23286,76
	Σ=212,52	Σ=1244,80	Σ=25941,85	Σ=4776,50	Σ=176883,30

"r" obtenido = 0,2146 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	27,78	124,60	3461,39	743,85	15525,16
LA UNION	17,82	117,60	2095,63	317,55	13829,76
CHACHAGUI	27,28	211,40	5766,99	744,20	44689,96
BOTANA	21,12	112,00	2365,44	446,05	12544,00
CUJACAL	18,92	148,40	2807,73	357,97	22022,56
LA LAGUNA	15,18	121,80	1848,92	230,43	14837,24
OBONUCO	18,48	121,80	2250,86	341,51	14835,24
ANTENA GALERAS	24,64	127,40	3139,14	607,13	16230,76
PANTANO GALERAS	25,08	159,60	4002,77	629,01	25472,16
FRAILEJON GALERAS	31,02	196,00	6079,92	962,24	38418,00
	Σ=227,32	Σ=1440,60	Σ=33818,79	Σ=5380,04	Σ=218400,84

"r" obtenido = 0,5886 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA LI.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON HIERRO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	17,60	135,80	2390,08	309,76	18441,64
LA UNION	17,16	81,20	1393,39	294,47	6593, 44
CHACHAGUI	27,28	94,20	2569,78	744,20	8873,64
BOTANA	19,80	84,00	1663,20	392,04	7056,00
CUJACAL	16,94	86,80	1470,39	286,93	7534,24
LA LAGUNA	17,60	85,40	1503,04	309,76	7293,16
OBONUCO	17,82	65,80	1172,56	317,55	4329,64
ANTENA GALERAS	19,80	82,40	1635,52	392,04	6789,76
PANTANO GALERAS	22,44	151,20	3392,93	503,55	22861,44
FRAILEJON GALERAS	24,64	130,20	3208,13	607,13	16952,04
	Σ=201,08	Σ=997,00	Σ=20395,02	Σ=4157,43	Σ=106725,00

"r" obtenido = 0,3799 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. no significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON HIERRO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	19,14	121,80	2331,25	366,34	14835,24
LA UNION	18,48	110,60	2043,89	341,51	12232,36
CHACHAGUI	31,02	107,80	3343,96	962,24	11620,84
BOTANA	26,40	119,00	3141,60	696,96	14161,00
CUJACAL	21,12	112,00	2365,44	446,05	12554,00
LA LAGUNA	12,98	91,20	1183,78	168,48	8317,44
OBONUCO	25,52	102,20	2608,14	651,27	10444,84
ANTENA GALERAS	28,28	106,40	3019,63	805,42	11320,96
PANTANO GALERAS	23,54	79,80	1878,49	554,13	6368,04
FRAILEJON GALERAS	34,76	197,40	6861,62	1208,26	38966,76
	Σ=241,34	Σ=1148,20	Σ=28777,80	Σ 6200,66	Σ=140821,48

"r" obtenido = 0,7651 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA LII.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON COBRE QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	18,48	82,60	1526,45	341,51	6822,76
LA UNION	16,52	92,40	1526,45	272,91	8537,76
CHACHAGUI	18,26	109,20	1993,99	333,43	11934,64
BOTANA	18,48	84,00	1552,32	341,51	7056,00
CUJACAL	17,38	85,40	1484,25	302,06	7293,16
LA LAGUNA	12,54	89,60	1123,58	157,25	8028,16
OBONUCO	21,12	84,00	1174,08	446,05	7056,00
ANTENA GALERAS	27,28	123,20	3360,90	744,20	15178,24
PANTANO GALERAS	23,10	96,60	2231,46	533,61	9331,56
FRAILEJON GALERAS	24,64	158,60	3907,90	607,13	25153,96
	Σ=197,80	Σ1005,60	Σ=20481,38	Σ=4079,65	Σ=106382,24

"r" obtenido = 0,6299 N.S.
"r" tabulado al 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON COBRE QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	18,26	109,20	1993,99	333,43	11924,64
LA UNION	13,86	92,90	1287,59	192,10	8630,41
CHACHAGUI	21,70	147,00	4365,00	882,09	21609,00
BOTANA	20,46	120,00	2455,20	418,61	14400,00
CUJACAL	19,80	121,80	2411,64	392,04	14835,24
LA LAGUNA	14,30	106,40	1521,52	204,49	11320,96
OBONUCO	16,50	92,40	1524,60	272,25	8537,76
ANTENA GALERAS	20,24	99,60	2015,90	409,66	9920,16
PANTANO GALERAS	20,24	106,40	2153,54	409,66	11320,96
FRAILEJON GALERAS	25,30	162,40	4108,72	640,09	26373,76
	Σ=198,66	Σ=1158,10	Σ=23838,60	Σ=4154,42	Σ=138872,89

"r" obtenido = 0,8368
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Estadísticamente es significativo al nivel del 5 y 1%.

TABLA LIII.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	28,16	128,80	3627,01	792,99	16589,44
LA UNION	23,76	112,00	2661,12	564,54	12544,00
CHACHAGUI	28,16	138,60	3902,98	792,99	19209,96
BOTANA	20,46	102,20	2091,01	418,61	10444,84
CUJACAL	28,38	131,60	3734,81	805,42	17318,56
LA LAGUNA	16,28	75,60	1230,77	265,04	5715, 36
OBONUCO	20,02	105,00	2102,10	400,80	11025,00
ANTENA GALERAS	34,54	155,40	5365,52	1193,01	24149,16
PANTANO GALERAS	31,68	121,00	3833,28	1003,62	14641,00
FRAILEJON GALERAS	29,92	166,00	4966,72	895,21	27556,00
	Σ=261,36	Σ=1236,20	Σ=33517,32	Σ=7132,23	Σ=158792,32

"r" obtenido = 0,8790
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Altamente significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE SEIS SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	24,20	108,00	2613,60	585,64	11664,00
LA UNION	28,10	120,40	3383,24	789,61	14496,16
CHACHAGUI	40,26	217,00	8736,42	1620,87	47089,00
BOTANA	29,70	106,40	3160,08	882,09	11320,96
CUJACAL	31,24	140,00	4373,60	975,94	19600,00
LA LAGUNA	16,72	89,80	1334,27	279,56	6368,04
OBONUCO	22,22	117,60	2613,07	493,73	13829,76
ANTENA GALERAS	38,28	167,00	6392,76	1465,36	27889,00
PANTANO GALERAS	33,88	154,00	5217,52	1147,85	23716,00
FRAILEJON GALERAS	30,58	190,40	5822,43	935,14	36252,16
	Σ=295,18	Σ=1400,60	Σ=43646,99	Σ=9175,79	Σ=212225,08

"r" obtenido = 0,8556
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Altamente significativo.

TABLA LIV.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS SIN TRATAMIENTO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	28,88	47,60	1374,69	834,05	2265,76
LA UNION	32,12	31,50	1011,78	1031,69	992,25
CHACHAGUI	32,98	84,00	2938,32	1223,60	7056,00
BOTANA	33,66	48,30	1625,78	1133,00	2332,89
CUJACAL	39,82	40,60	1616,69	1585,63	1648,36
LA LAGUNA	25,08	112,00	2808,96	629,01	12544,00
OBONUCO	40,92	39,20	1604,06	1674,45	1536,64
ANTENA GALERAS	47,52	100,80	4790,02	2258,15	10160,64
PANTANO GALERAS	38,50	93,80	3611,30	1482,25	8798,44
FRAILEJON GALERAS	46,74	130,20	6085,55	2184,63	16952,04
	Σ=368,22	Σ=728,00	Σ=27467,15	Σ=14036,46	Σ=64287,02

"r" obtenido = 0,508 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS SIN TRATAMIENTO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	38,20	207,20	7915,04	1459,24	42931,84
LA UNION	35,44	39,20	1389,25	1255,99	1536,64
CHACHAGUI	41,82	127,40	5327,87	1748,91	16230,76
BOTANA	44,02	81,20	3574,42	1937,76	6593,44
CUJACAL	40,72	109,20	4446,62	1658,12	11924,64
LA LAGUNA	27,64	102,20	2835,03	769,51	10444,44
OBONUCO	36,54	112,00	4092,48	1335,17	12544,00
ANTENA GALERAS	46,66	113,40	5291,24	2177,16	12859,56
PANTANO GALERAS	38,96	133,00	5181,68	1517,88	17689,00
FRAILEJON GALERAS	38,70	133,00	5147,10	1497,69	17689,00
	Σ=388,80	Σ=1157,80	Σ=45200,73	Σ=15357,43	Σ=150443,32

"r" obtenido = 0,09333 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

TABLA LV.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	24,20	70,00	1694,00	585,64	4900,00
LA UNION	28,16	77,00	2168,32	792,99	5929,00
CHACHAGUI	42,68	130,20	5556,94	1821,58	16952,04
BOTANA	27,28	92,40	2520,67	7744,20	8537,76
CUJACAL	26,62	99,40	2146,03	708,52	9880,36
LA LAGUNA	19,36	84,00	1626,24	374,81	7056,00
OBONUCO	25,52	78,40	2000,77	651,21	6146,56
ANTENA GALERAS	36,08	88,20	3182,26	1301,77	7779,24
PANTANO GALERAS	38,72	101,80	3941,70	1499,24	10363,24
FRAILEJON GALERAS	40,92	165,20	6759,98	1674,45	27291,04
	Σ=309,54	Σ=986,60	Σ=32096,41	Σ=10154,51	Σ 104835,24

"r" obtenido = 0,7515
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Estadísticamente significativo al nivel del 1%.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	26,86	113,40	3045,92	721,46	12859,56
LA UNION	25,98	117,60	3055,25	674,96	13829,76
CHACHAGUI	42,26	180,60	7632,16	1785,95	32616,36
BOTANA	27,30	112,00	3057,60	745,29	12544,00
CUJACAL	38,30	126,00	4825,80	1466,89	15576,00
LA LAGUNA	23,12	80,00	1849,60	532,53	6400,00
OBONUCO	27,08	116,20	3146,70	733,33	13502,44
ANTENA GALERAS	39,18	130,20	5101,24	1535,07	16952,04
PANTANO GALERAS	39,84	155,40	6191,14	1587,23	24149,16
FRAILEJON GALERAS	46,70	197,40	9218,58	2180,89	38966,77
	Σ=336,62	Σ=1328,80	Σ=47123,99	Σ=11965,56	Σ=187696,08

"r" obtenido = 0,8738
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Altamente significativo.

TABLA LVI.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON HIERRO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 15°C.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	23,32	91,0	2122,12	543,82	8281,00
LA UNION	20,86	77,0	1606,22	4351,40	5929,00
CHACHAGUI	38,94	99,40	3870,64	1516,32	9080,36
BOTANA	29,48	84,00	2476,32	859,07	7056,00
CUJACAL	22,00	84,00	1848,00	484,00	7056,00
LA LAGUNA	24,42	75,60	1846,15	596,34	5715,36
OBONUCO	30,36	84,00	2550,24	921,73	7056,00
ANTENA GALERAS	36,52	84,00	3067,68	1333,71	7056,00
PANTANO GALERAS	36,08	70,00	2527,60	1301,77	4900,00
FRAILEJON GALERAS	40,96	116,00	7276,96	1677,72	13456,00
	Σ=302,94	Σ=865,00	Σ=29191,93	Σ=13595,88	Σ=75585,72

"r" obtenido = 0,1627 N.S.

"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646

"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319

N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON HIERRO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 30°C.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	27,74	93,80	2602,01	769,51	8798,44
LA UNION	24,44	99,40	2429,34	597,31	9880,36
CHACHAGUI	37,64	102,20	3846,81	1416,77	10444,84
BOTANA	27,52	107,80	2966,66	757,35	11620,84
CUJACAL	28,18	103,60	2919,45	794,11	10732,96
LA LAGUNA	21,36	100,80	2156,09	456,25	10160,64
OBONUCO	33,24	99,40	3304,06	1104,90	9880,36
ANTENA GALERAS	42,04	126,40	5313,86	1767,36	15976,96
PANTANO GALERAS	34,56	126,00	4354,56	1194,39	15876,00
FRAILEJON GALERAS	44,50	152,60	6790,70	1980,25	23286,76
	Σ=321,22	Σ=1112,00	Σ=36680,54	Σ=10838,20	Σ=126658,16

"r" obtenido = 0,7688

"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646

"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319

Altamente significativo.

TABLA LVII.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON COBRE QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 15ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	20,90	91,10	1901,90	436,81	8281,00
LA UNION	23,10	58,80	1358,28	533,61	3457,44
CHACHAGUI	42,68	37,80	1613,30	1821,58	1428,84
BOTANA	31,90	63,00	2009,70	1017,61	3969,00
CUJACAL	32,56	80,50	2621,08	1060,15	6480,25
LA LAGUNA	20,02	61,60	1233,23	400,80	3794,56
OBONUCO	22,80	64,40	1473,47	523,49	7941,92
ANTENA GALERAS	27,28	96,60	2635,25	744,20	9331,56
PANTANO GALERAS	28,82	85,40	2461,23	830,59	7293,16
FRAILEJON GALERAS	36,74	126,00	4629,24	1349,83	15876,00
	Σ=286,88	Σ=765,10	Σ=21946,68	Σ=8718,68	Σ 67853,73

"r" obtenido = 0,005862 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% =0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON COBRE QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	26,86	99,40	2669,88	721,46	9880,36
LA UNION	25,32	82,60	2091,43	641,10	6822,75
CHACHAGUI	38,74	128,80	4989,71	1500,79	11589,44
BOTANA	28,40	99,40	2822,96	800,56	9080,36
CUJACAL	28,18	84,00	2367,12	794,11	7056,00
LA LAGUNA	22,90	71,40	1635,06	524,41	5097,97
OBONUCO	24,00	75,60	1814,40	576,00	5715,36
ANTENA GALERAS	31,70	107,80	3417,26	1008,89	11620,84
PANTANO GALERAS	24,22	93,80	2271,84	586,61	8798,44
FRAILEJON GALERAS	40,90	154,00	6298,60	1672,81	23716,00
	Σ=291,22	Σ=996,80	Σ=30378,26	Σ=8828,74	Σ=104377,52

"r" obtenido = 0,9982
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
Altamente significativo.

TABLA LVIII.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO QUE PERMANECIERON INCUBADOS POR UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 15ºC.

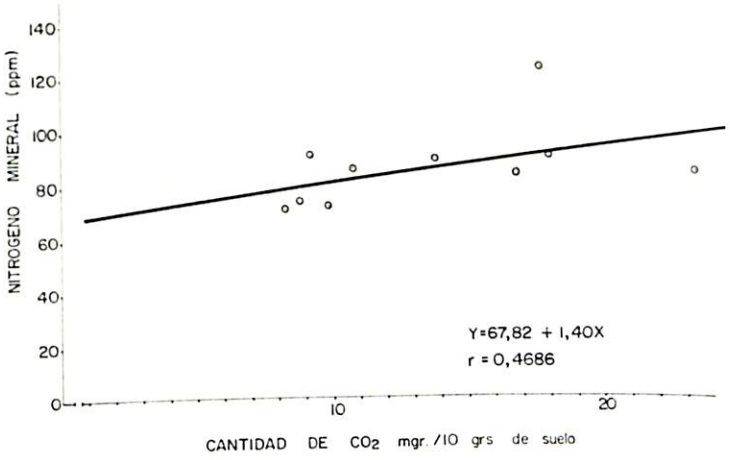
SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	33,44	56,00	1872,64	1118,23	3136,00
LA UNION	33,30	46,20	1677,06	1317,69	2134,44
CHACHAGUI	52,36	45,50	2382,38	2741,60	2070,25
BOTANA	36,74	77,00	2828,98	1349,83	5929,00
CUJACAL	29,92	91,00	2722,72	895,21	8281,00
LA LAGUNA	23,76	72,80	1729,73	564,54	5299,84
OBONUCO	37,18	84,00	3123,12	1382,35	7056,00
ANTENA GALERAS	48,84	176,40	8615,38	2385,35	31116,96
PANTANO GALERAS	37,84	184,80	6992,83	1431,87	34151,04
FRAILEJON GALERAS	53,02	157,50	8350,65	2811,12	24805,25
	Σ=389,40	Σ=991,20	Σ=40295,49	Σ=15997,79	Σ=123979,78

"r" obtenido = 0,481 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S. No significativo.

RELACION ENTRE mg. DE CO_2 (X) Y p.p.m. DE N-MINERALIZADO (Y), EN SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO QUE PERMANECIERON INCUBADOS A UN PERIODO DE DOCE SEMANAS A 30ºC.

SITIO	X	Y	XY	X^2	Y^2
SAMANIEGO	35,22	131,60	4634,95	1240,45	17318,56
LA UNION	26,20	135,80	3557,96	686,44	18441,64
CHACHAGUI	56,12	123,20	6913,98	3149,45	15178,24
BOTANA	39,18	109,20	4278,46	1535,07	11924,64
CUJACAL	41,16	102,00	4609,92	1694,15	12594,00
LA LAGUNA	30,82	84,00	2588,88	949 ,87	7056,00
OBONUCO	29,72	91,00	2704,52	883,28	8281,00
ANTENA GALERAS	51,50	149,80	7714,70	2652,25	22440,04
PANTANO GALERAS	40,70	135,80	5798,66	1823,29	18441,64
FRAILEJON GALERAS	58,26	149,60	8706,72	3387,24	22380,16
	Σ= 410,82	Σ=1222,00	Σ=51508,75	Σ=18001,49	Σ=154905,92

"r" obtenido = 0,5697 N.S.
"r" tabulado al nivel del 5% = 0,7646
"r" tabulado al nivel del 1% = 0,6319
N.S.= No significativo.



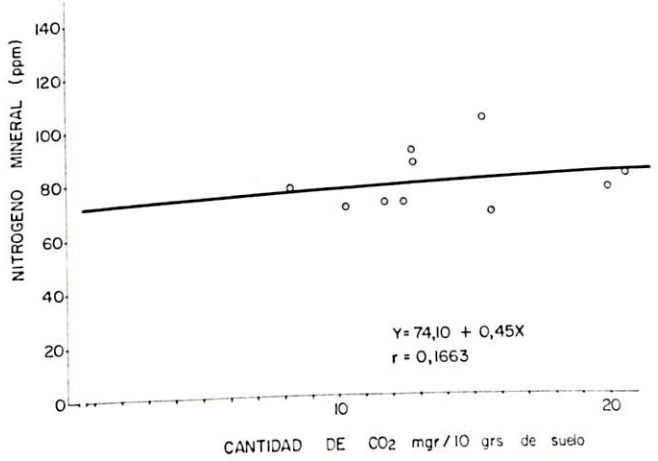


Figure 3. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos sin tratamiento que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz

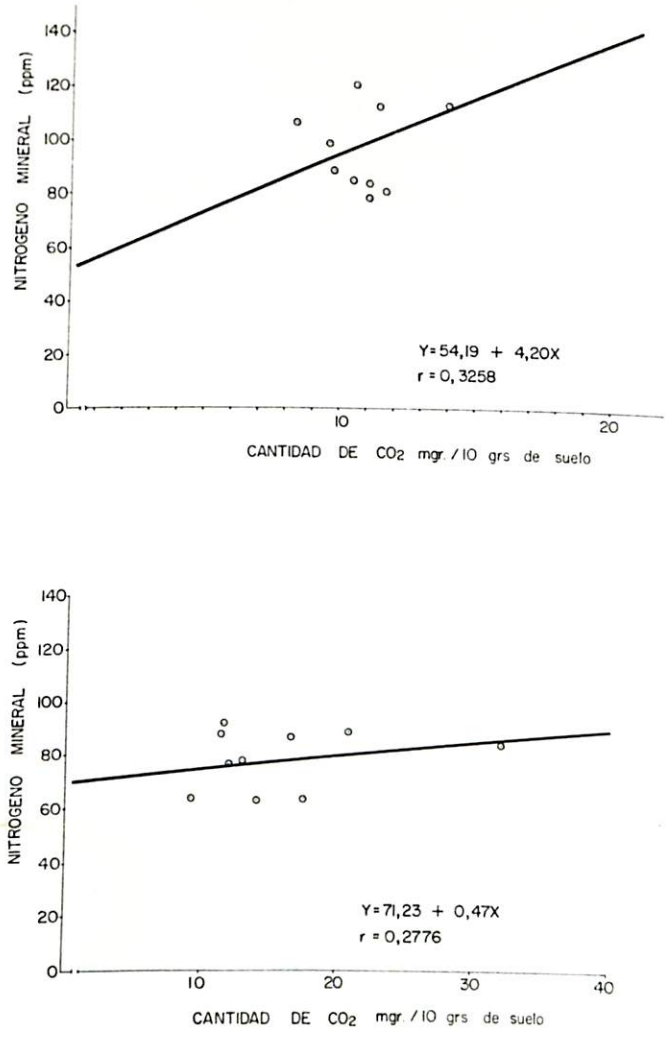
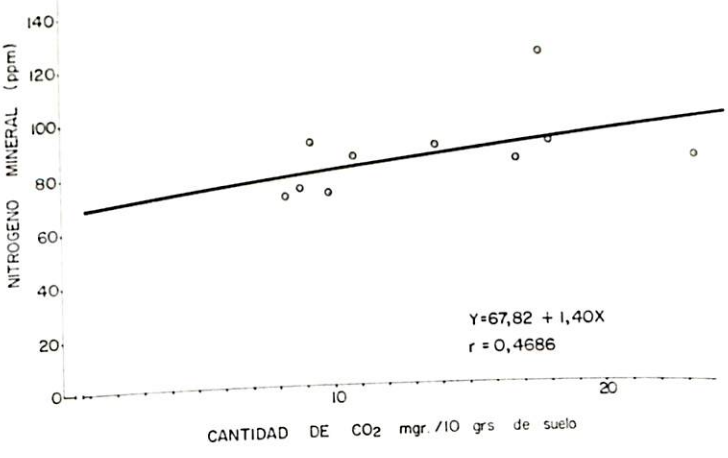


Figura 4. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con aluminio, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz.



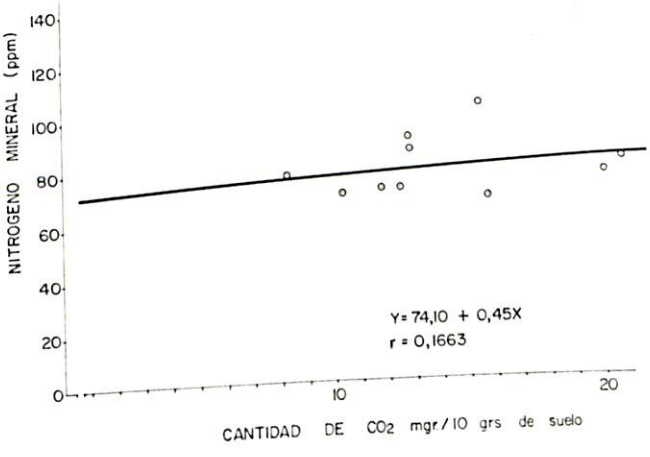
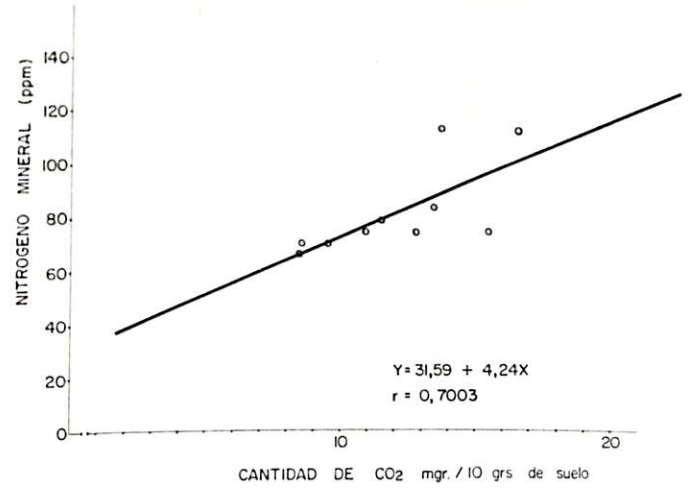


Figura 5. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con hierro, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



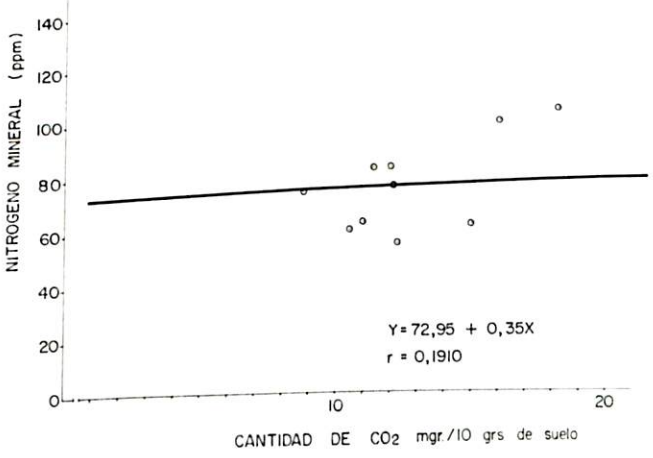
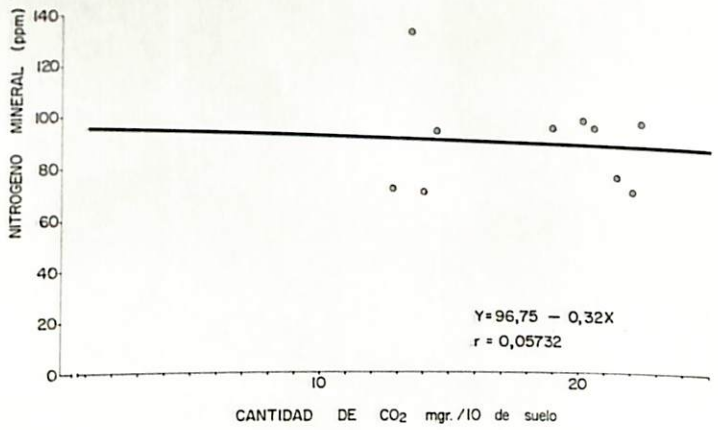


Figura 6. Relaciones: CO_2 : N-mineralizado en suelos tratados con cobre que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



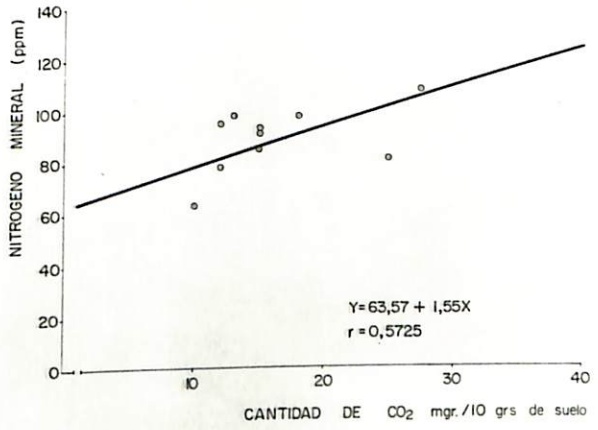
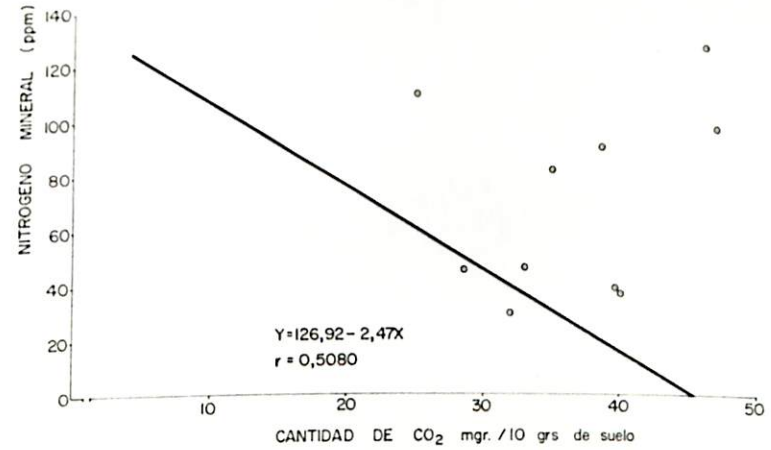


Figura 7. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos tratados con molibdeno, que permanecieron incubados por un período de tres semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



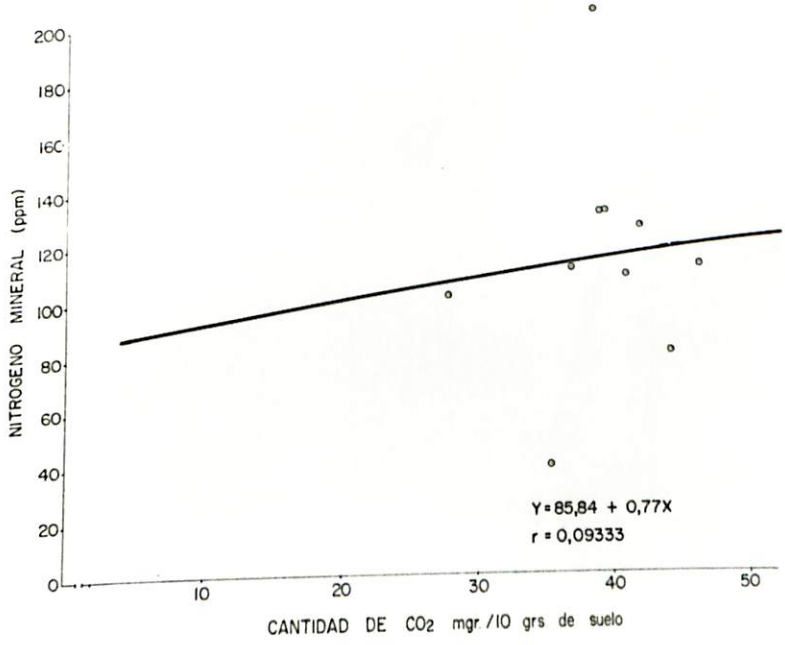


Figura 8. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos sin tratamiento, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz

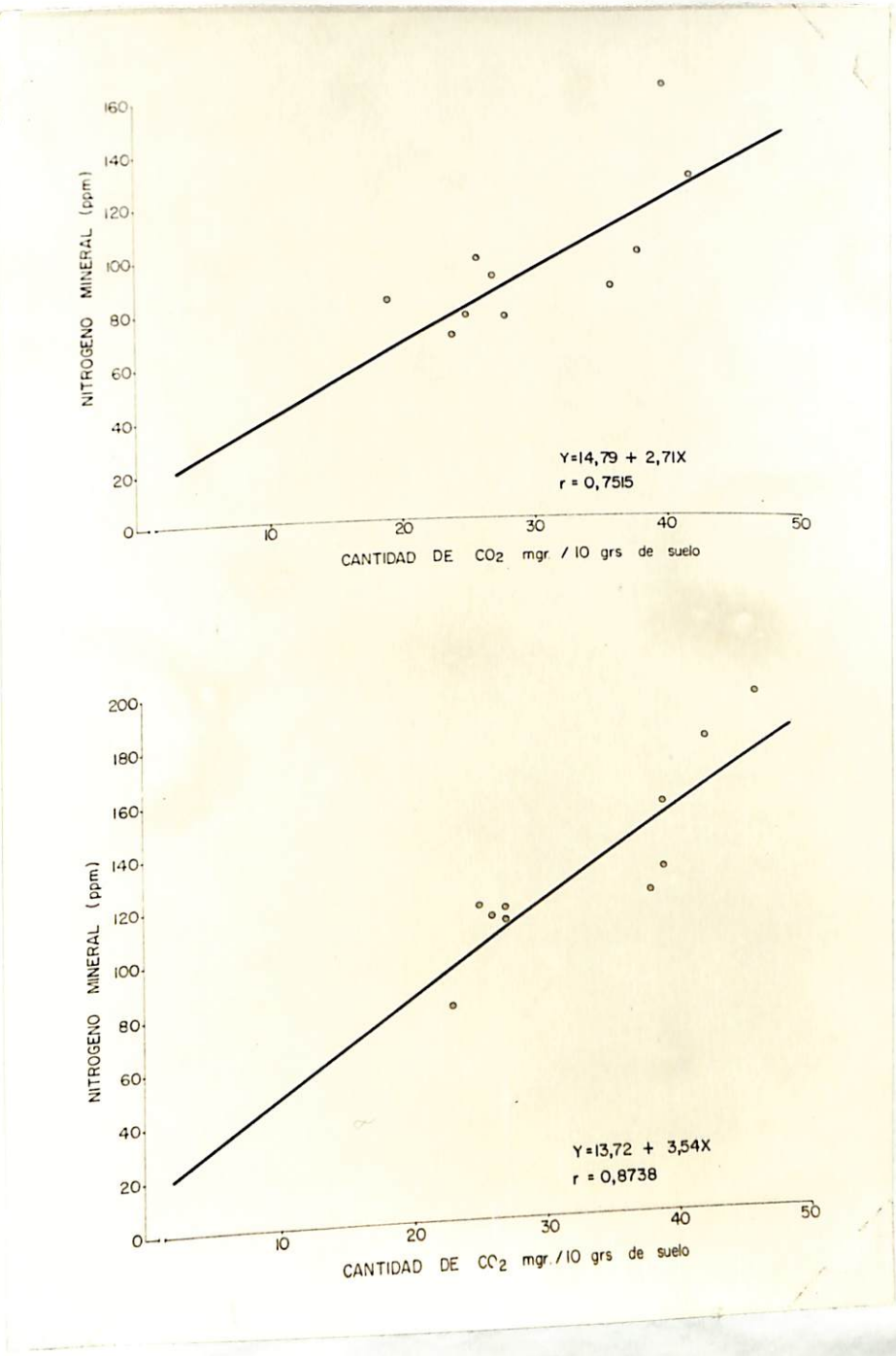
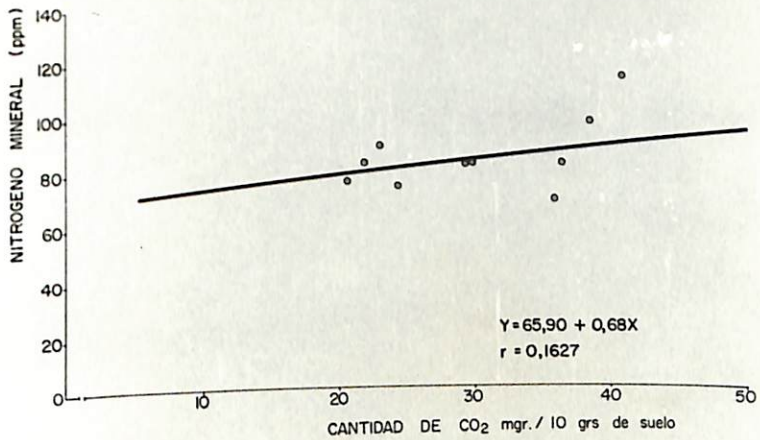


Figura 9. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de aluminio que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



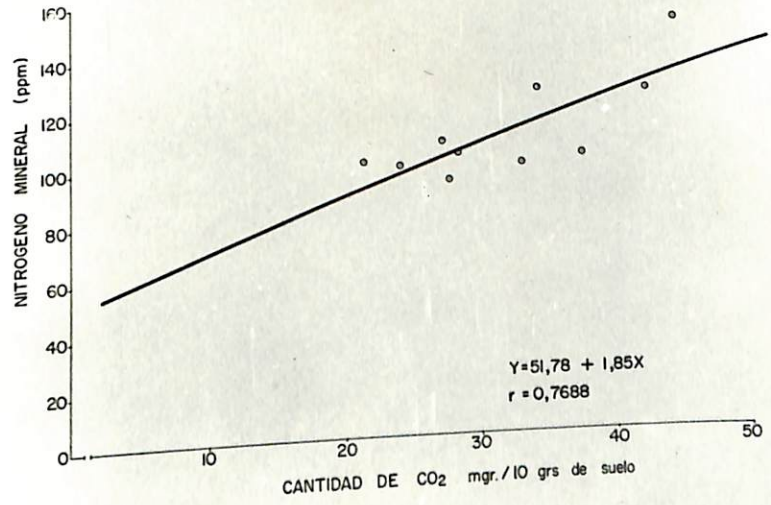
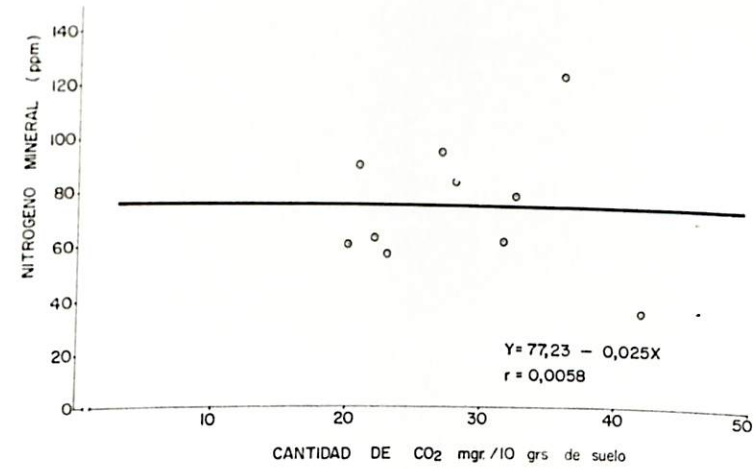


Figura 10. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de hierro, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



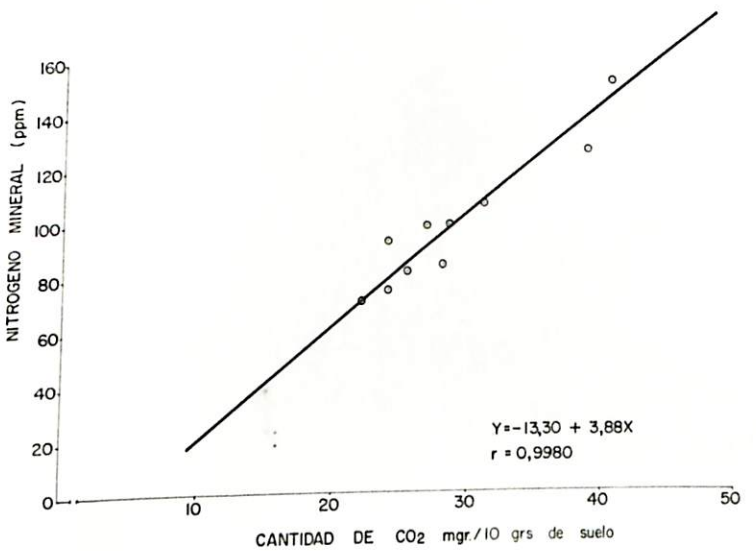


Figura 11. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de cobre que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz.

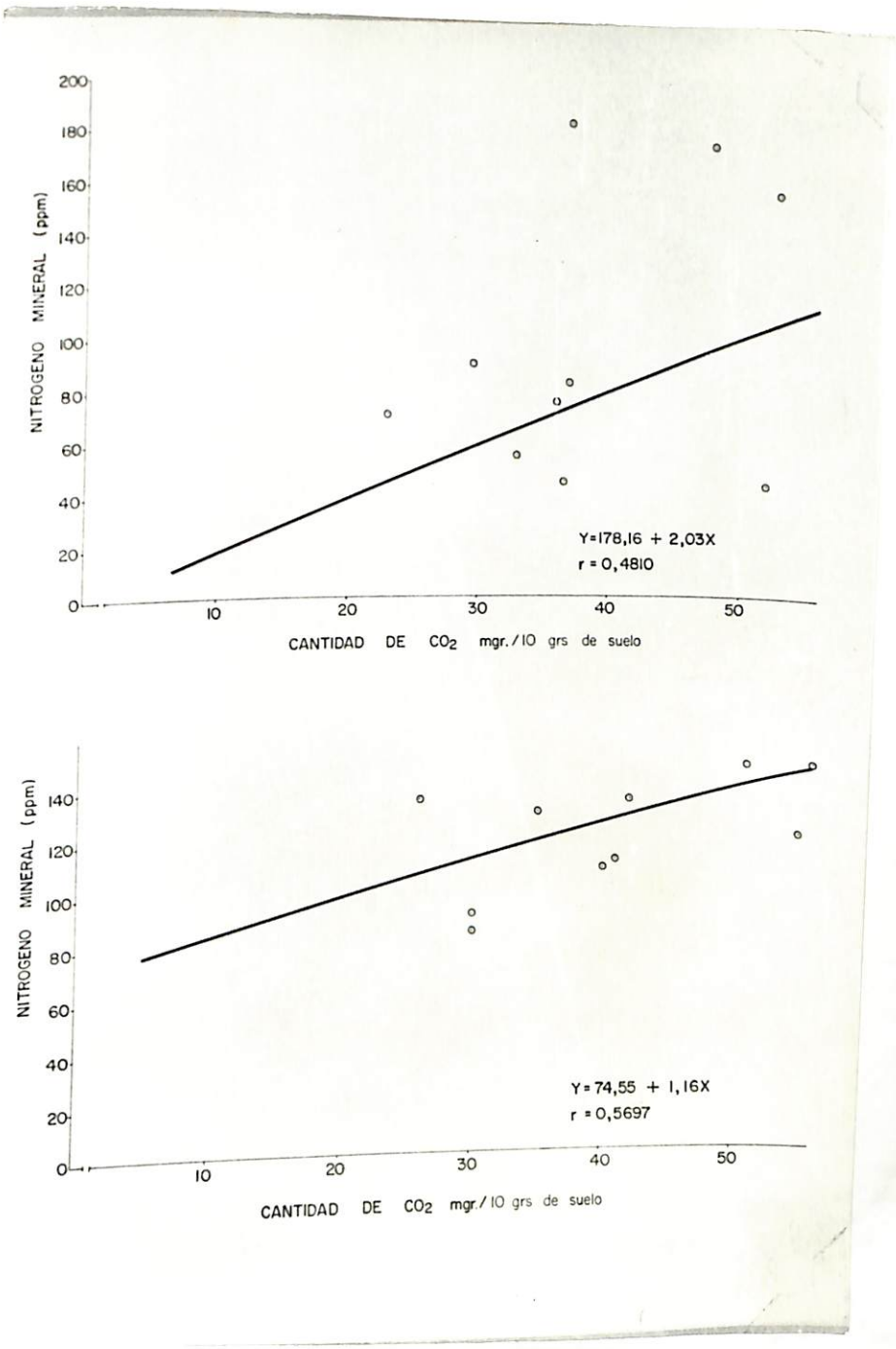
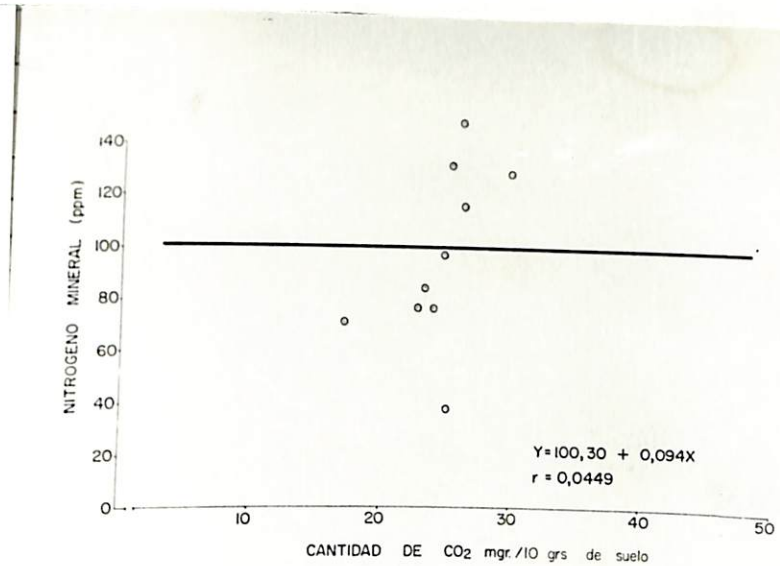


Figura 12. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de molibdeno, que permanecieron incubados por un período de seis semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



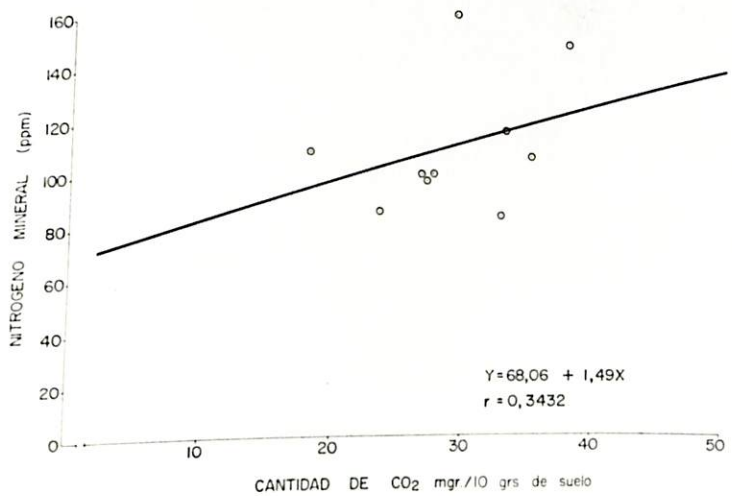


Figura 13. Relaciones: CO_2: N-mineral en suelos sin tratamientos que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz

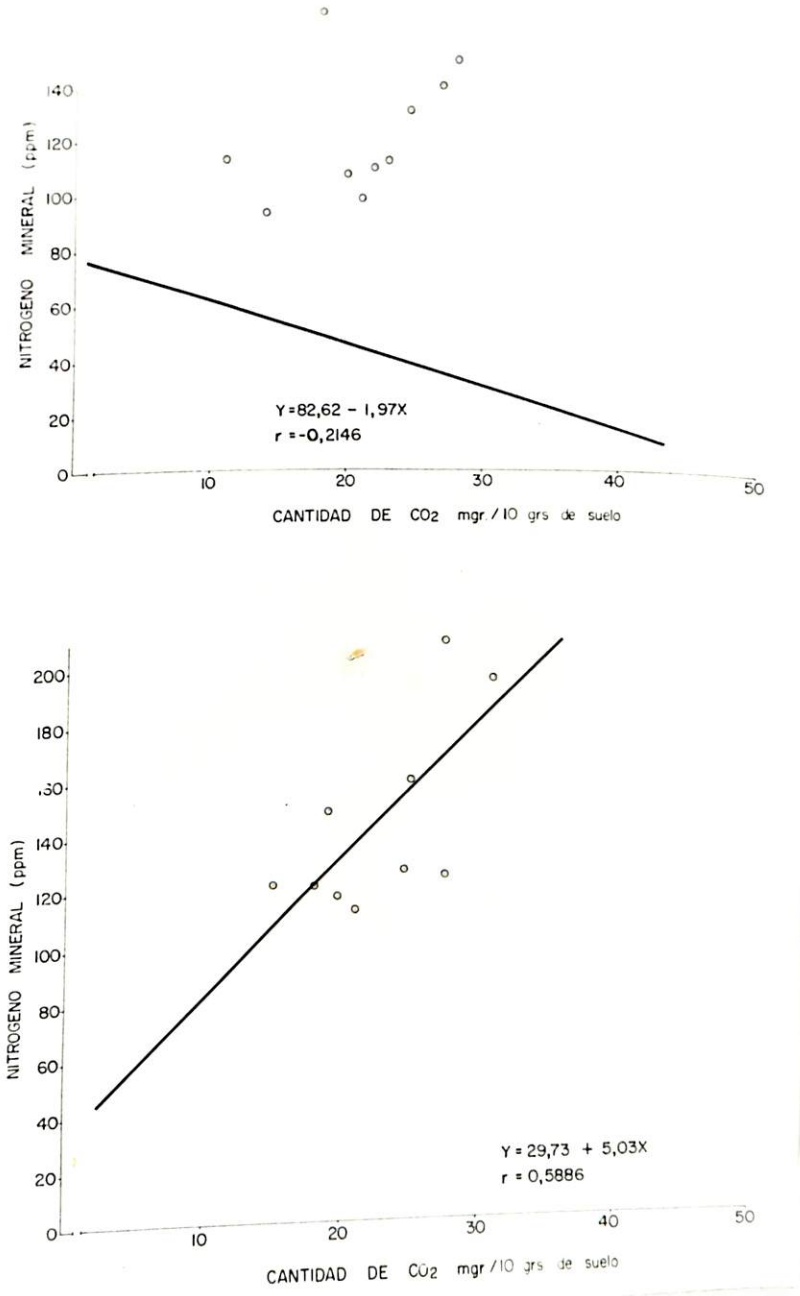
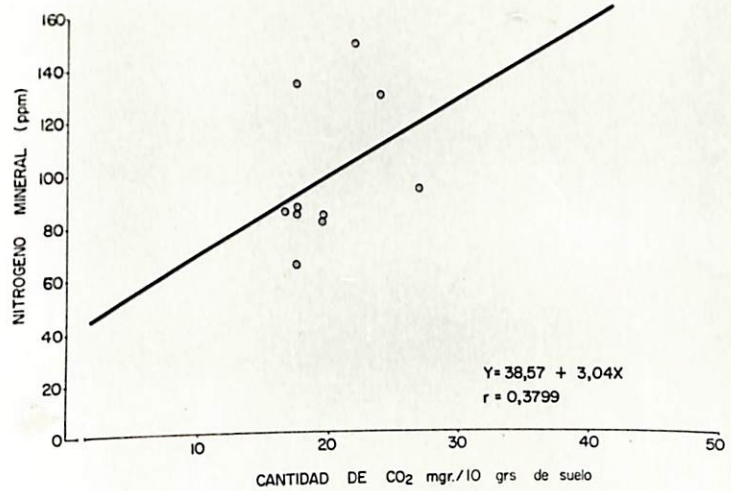


Figura 14. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de aluminio que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz



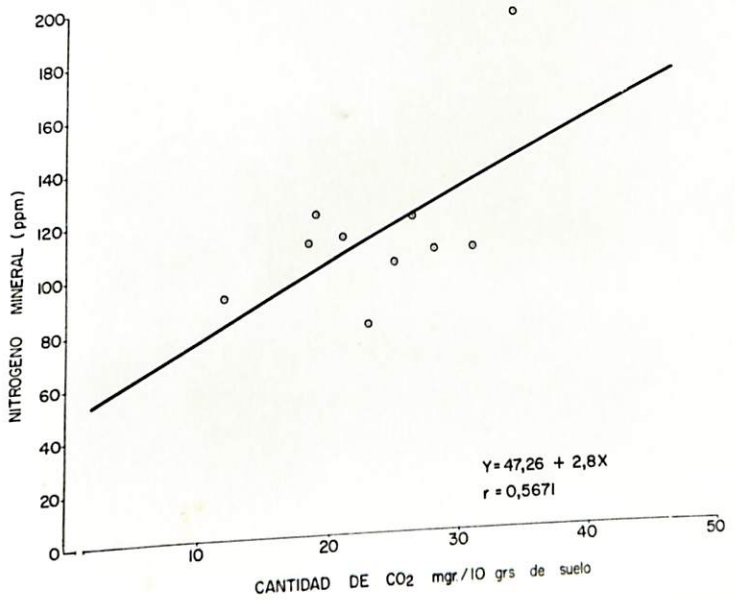


Figura 15. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamiento de hierro, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz

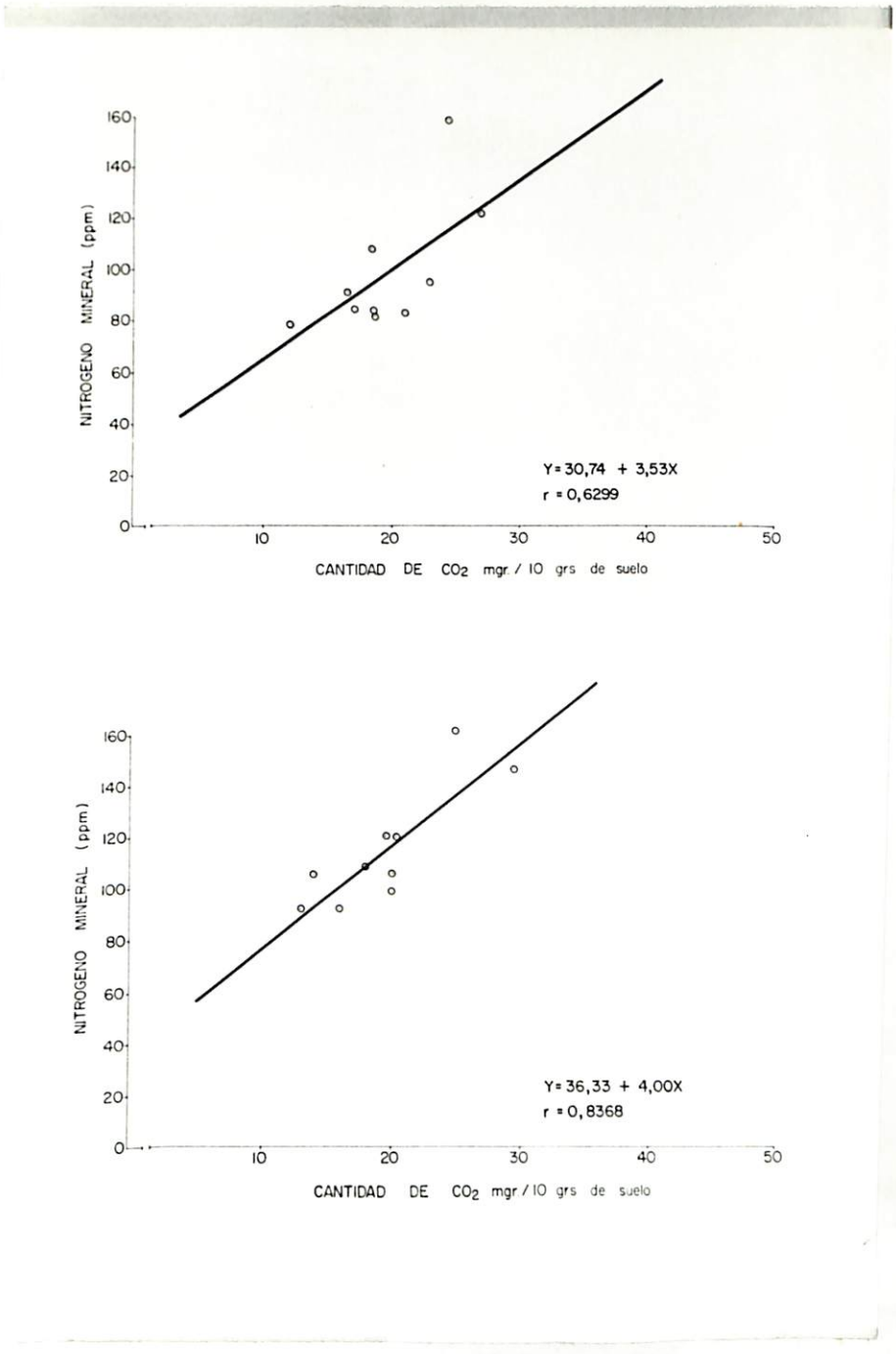


Figura 16. Relaciones: CO_2: N-mineral en suelos con tratamiento de cobre que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz

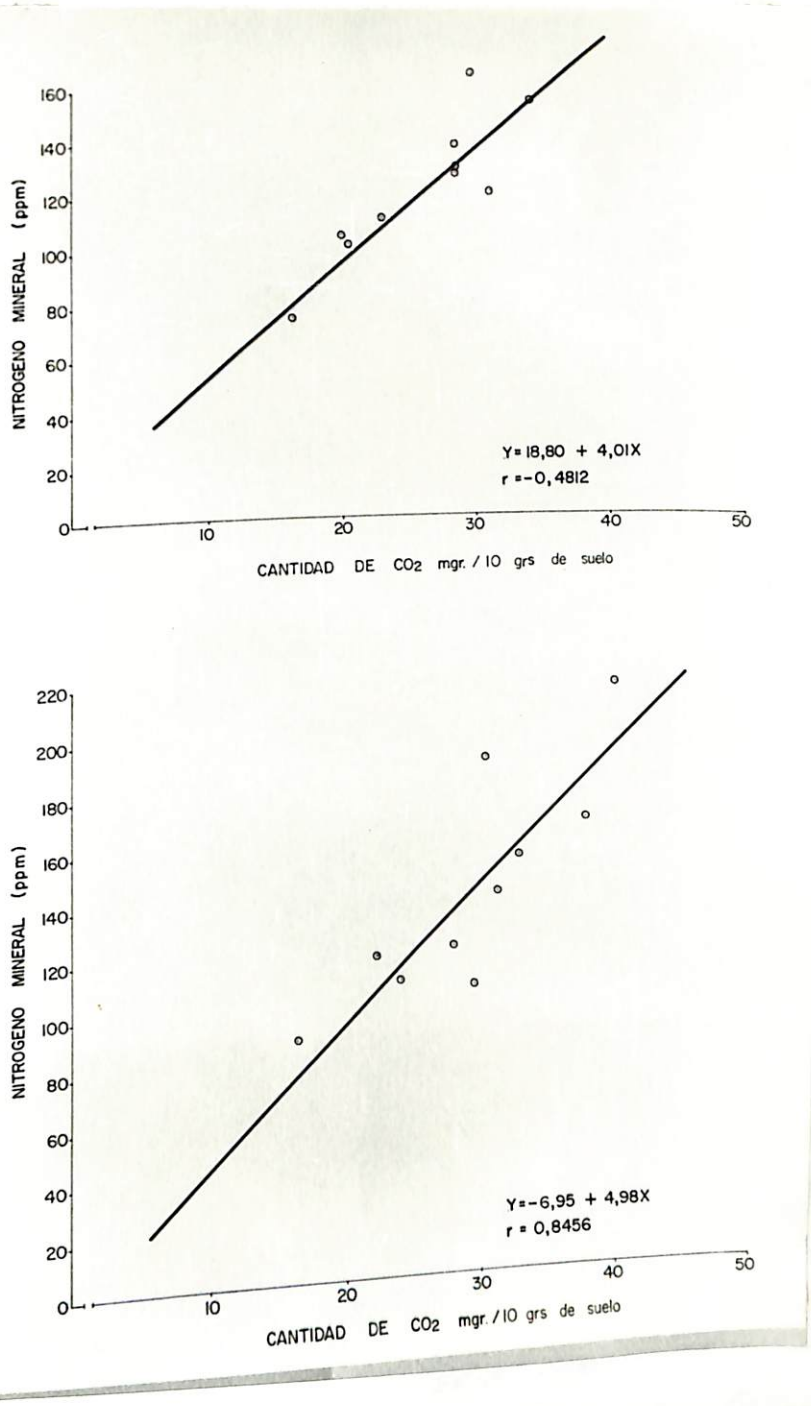


Figura 17. Relaciones: CO_2: N-mineralizado en suelos con tratamientos de molibdeno, que permanecieron incubados por un período de doce semanas a 15 y 30°C.

Foto: I. Santacruz.

4.7 DIAGRAMA DE LOS DISTINTOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Para una mayor objetividad de los resultados, se incluyen las figuras 18 a 27, donde se comparan los diferentes resultados del nitrógeno mineralizado para diversos tratamientos, períodos de incubación y temperaturas correspondientes a cada una de las muestras estudiadas.

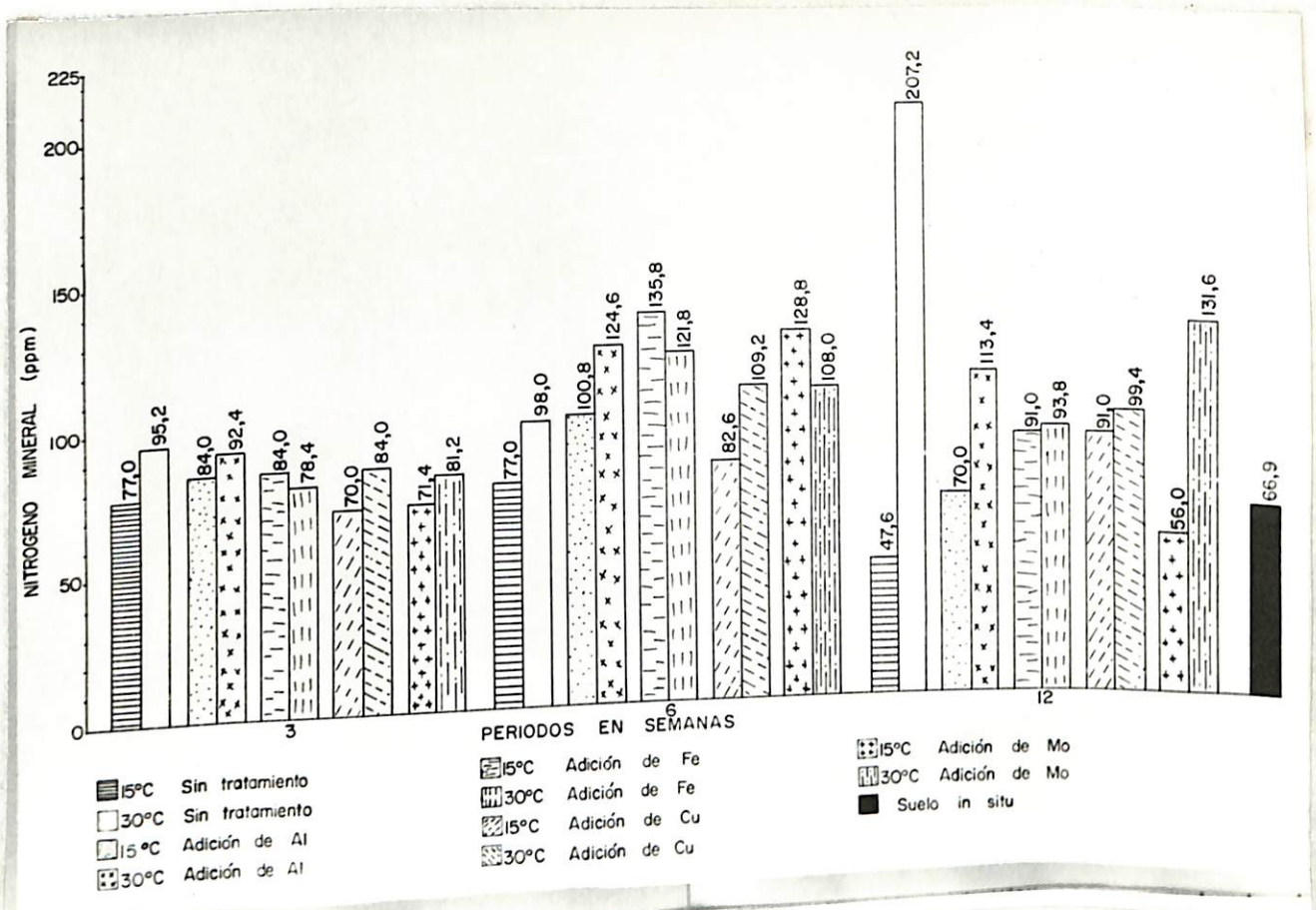


Figura 18. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Samaniego, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

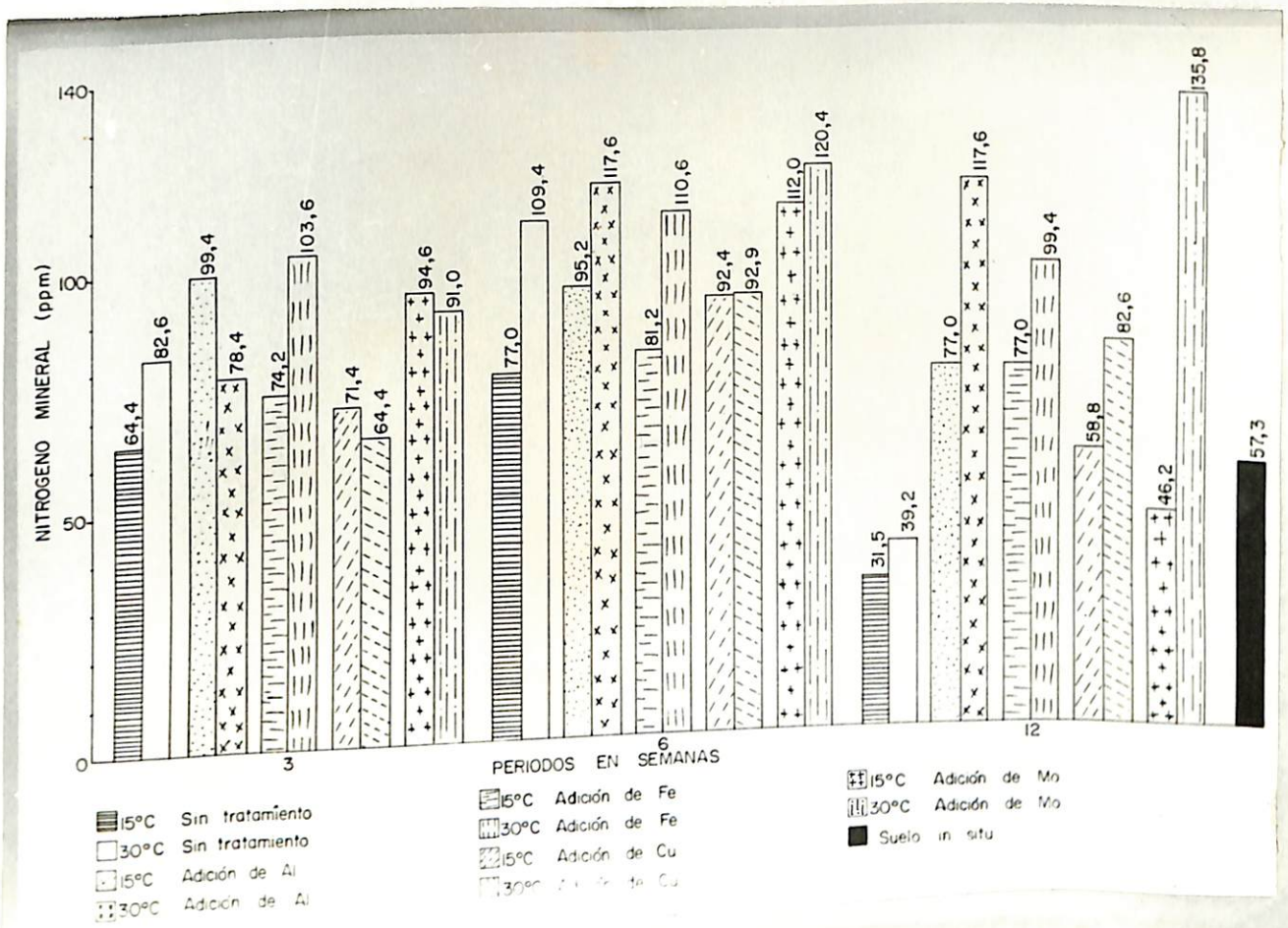


Figura 19. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de la unión, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

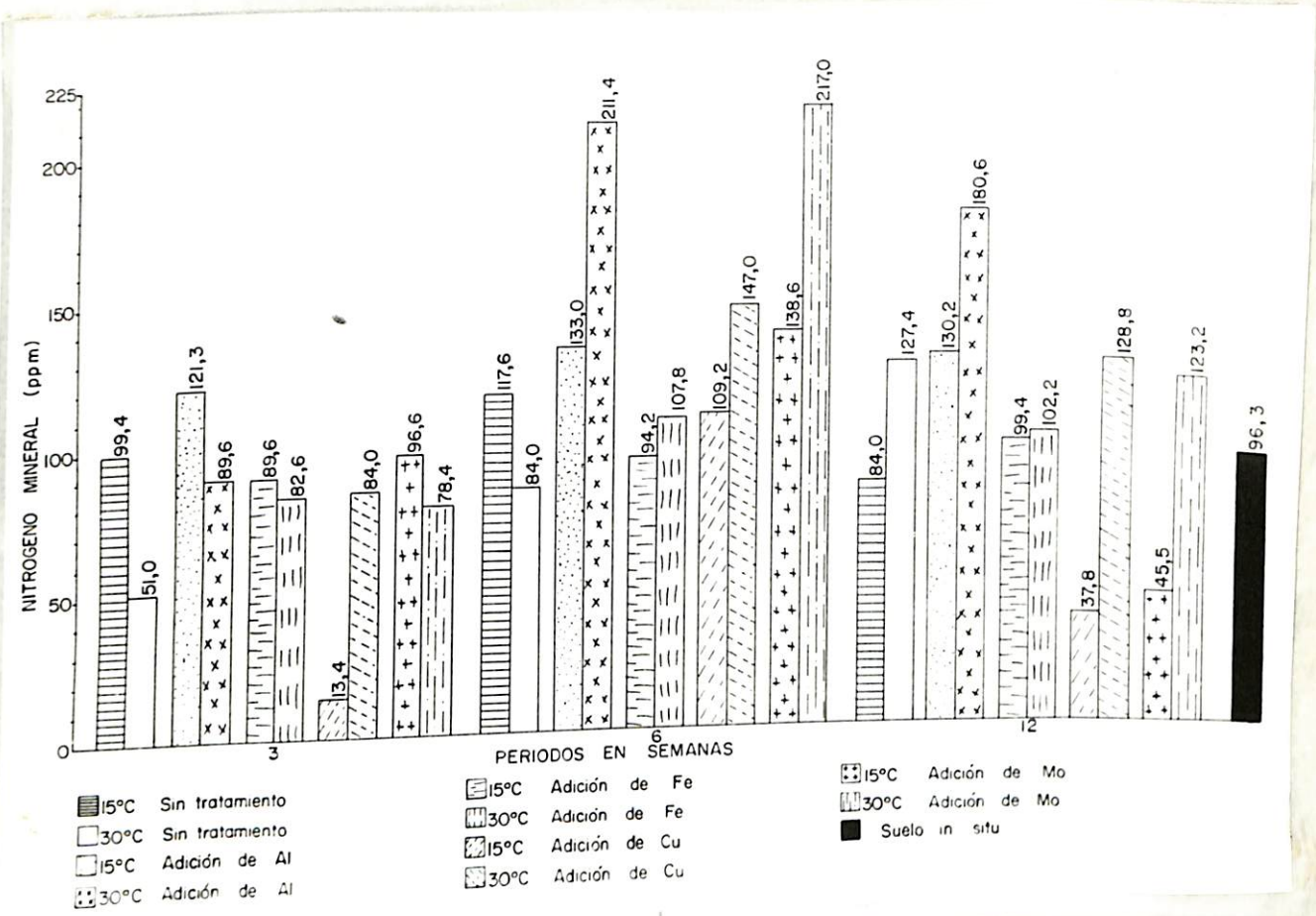


Figura 20. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Chachagüí para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

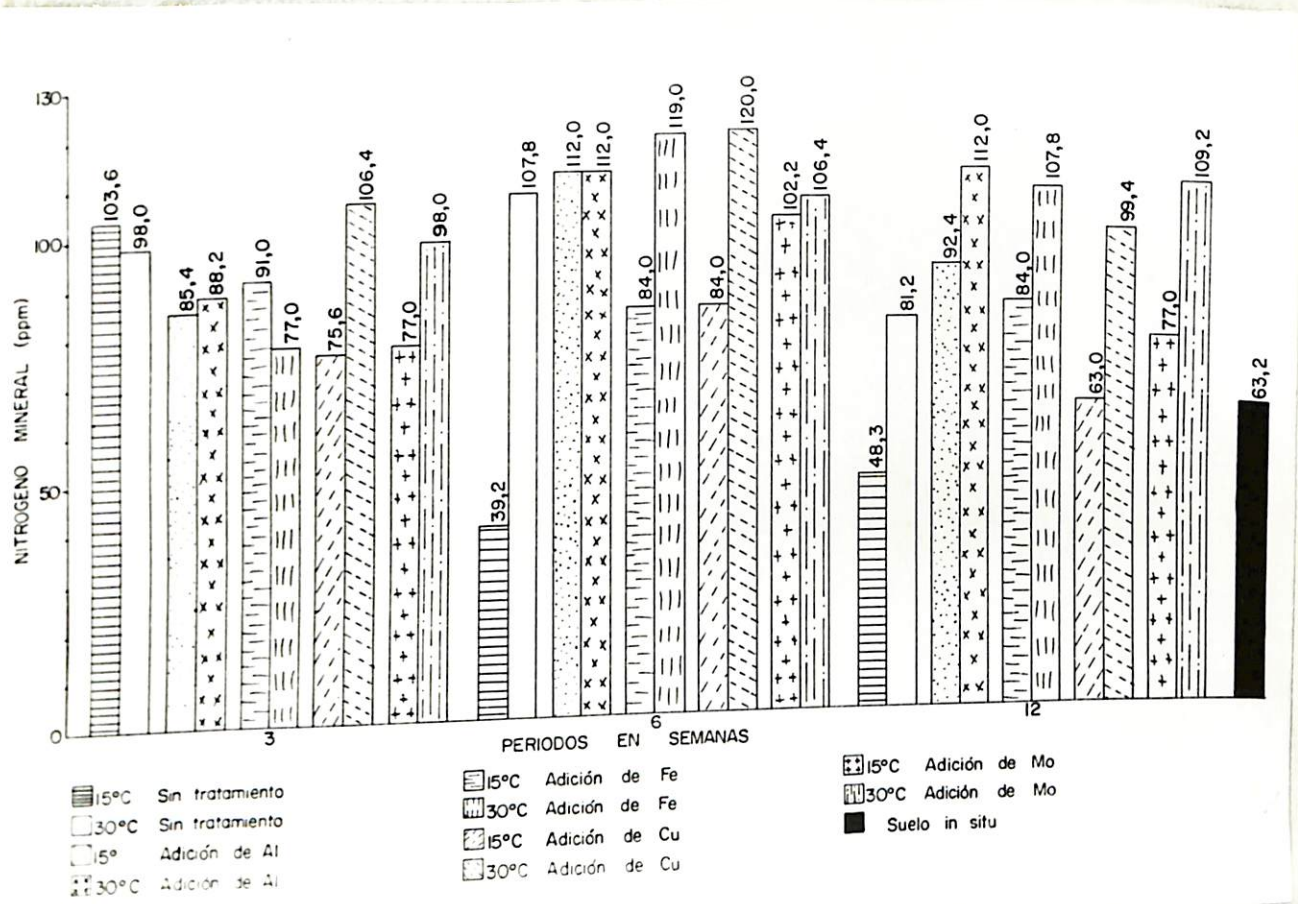


Figura 21. Gráficas del N-mineralizado correspondientes a las muestras de Botana, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

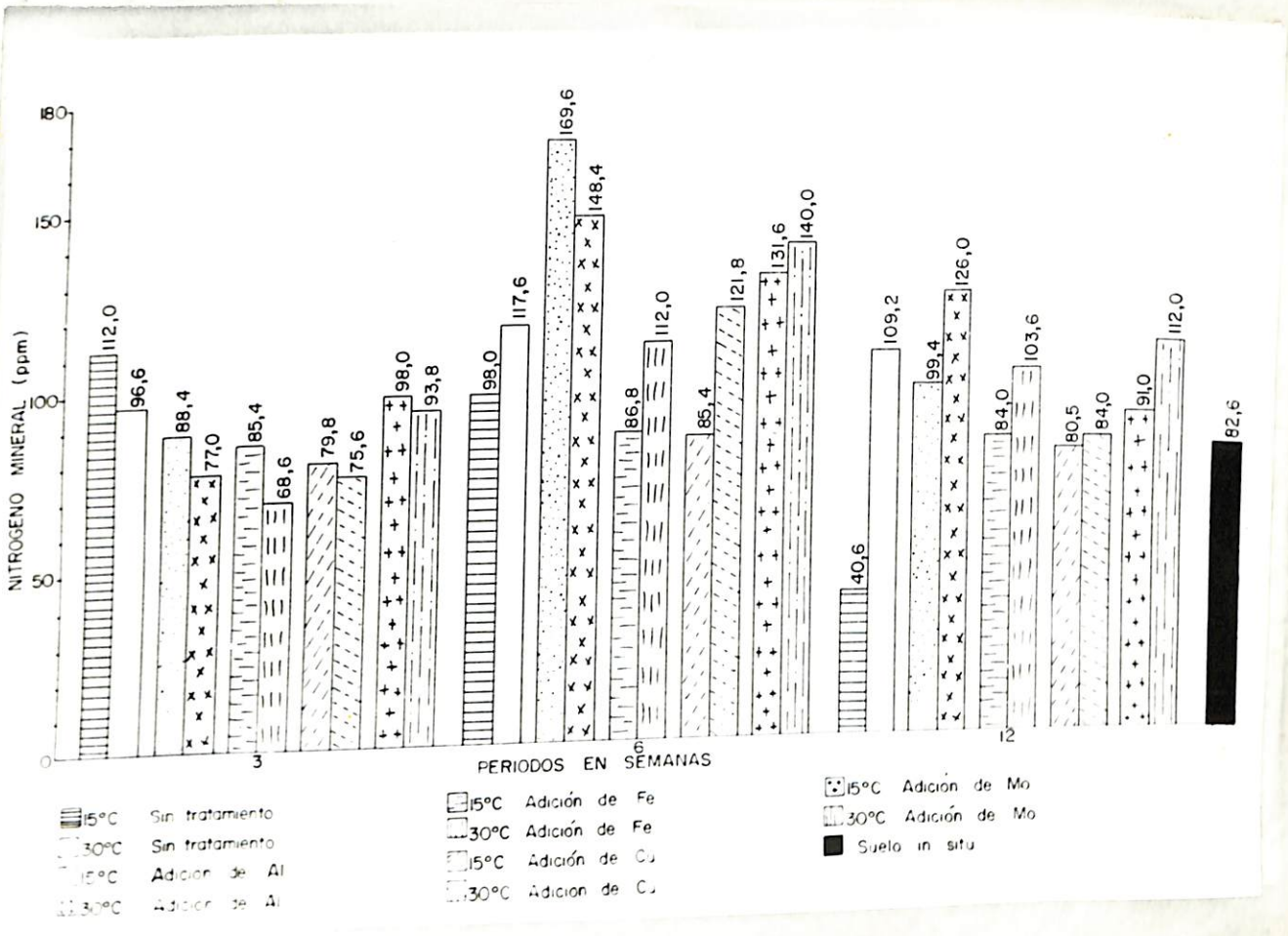


Figura 22. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Cujacal, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

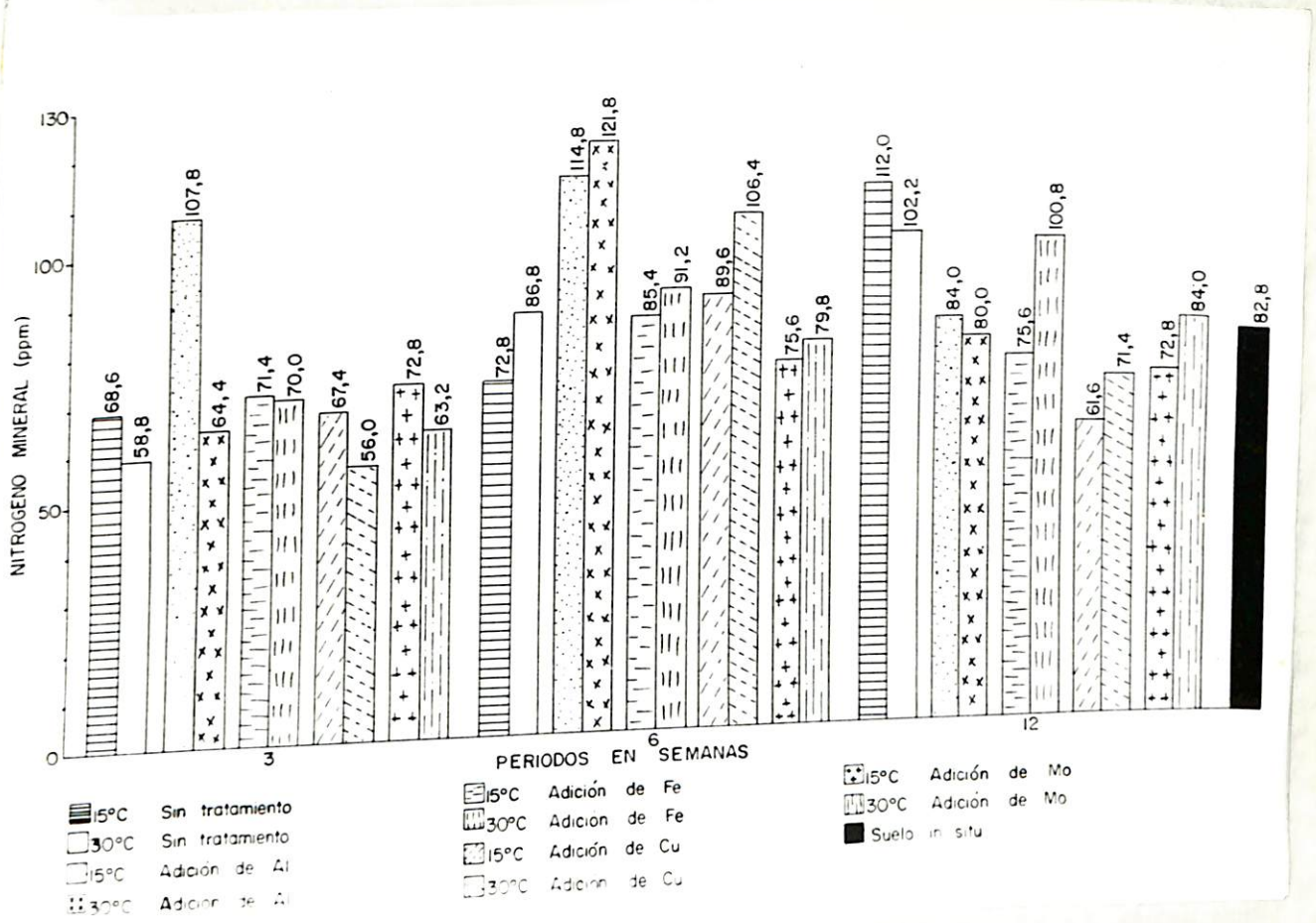


Figura 23. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de La Laguna, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

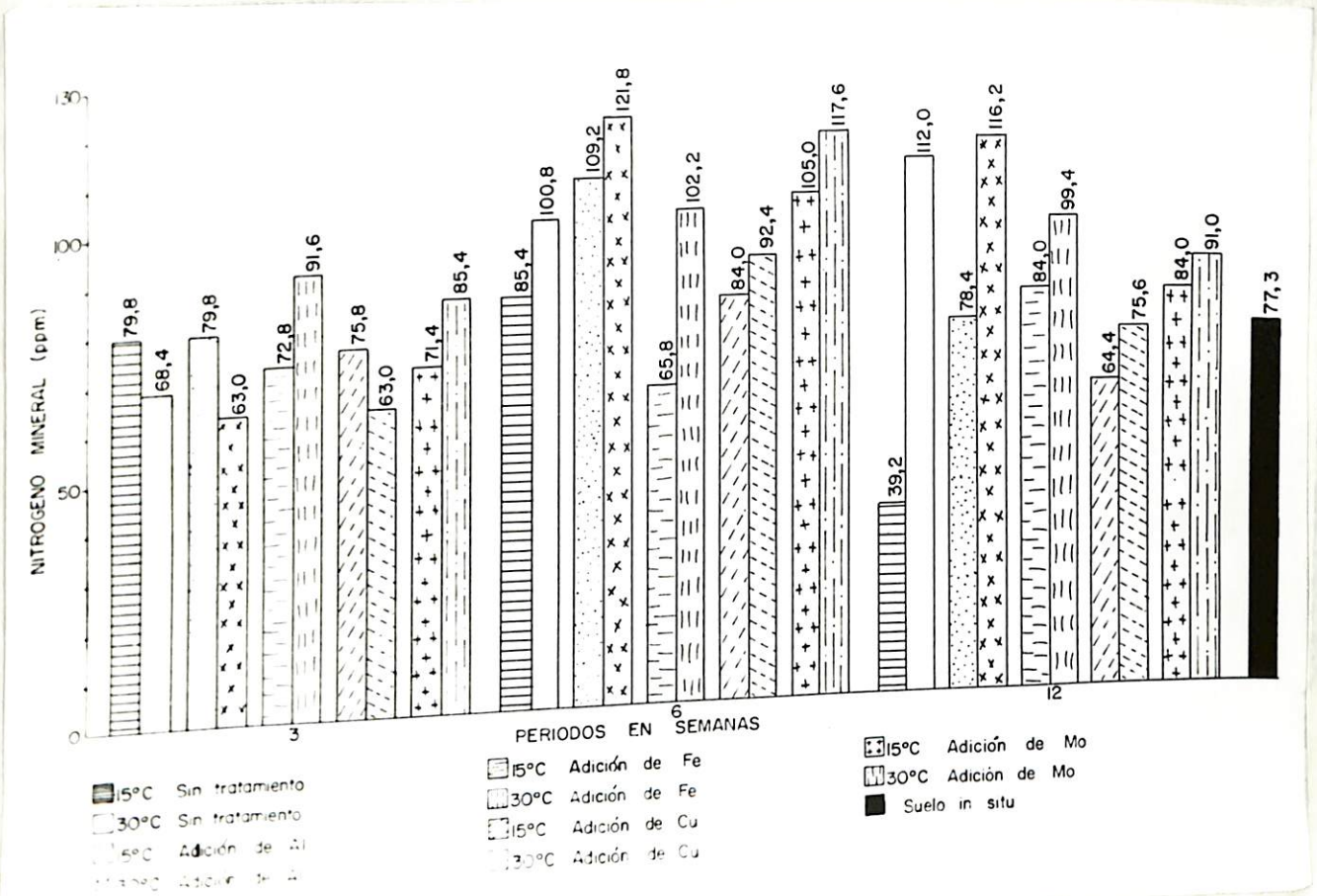


Figura 24. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Obonuco, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
BIBLIOTECA
BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

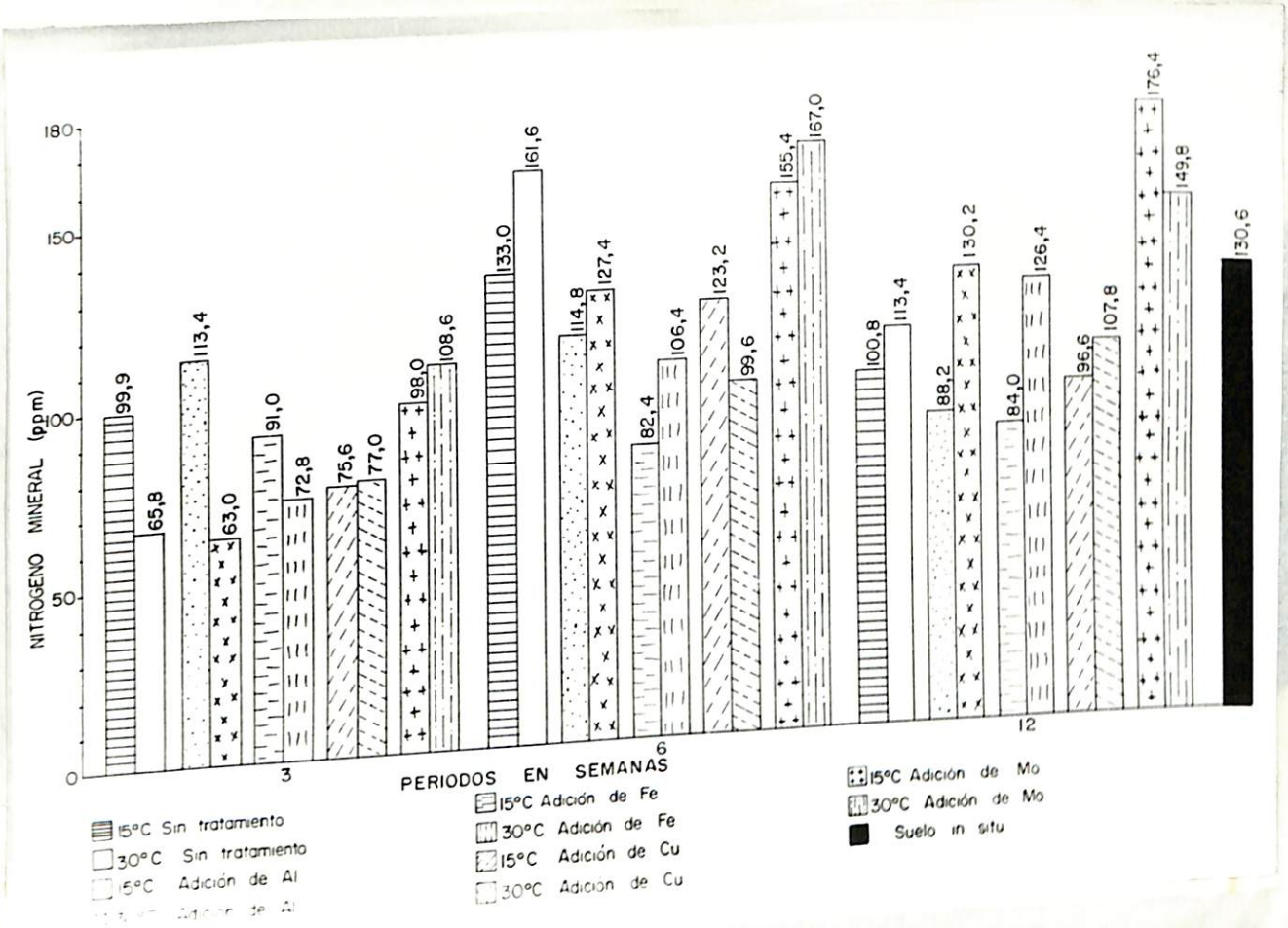


Figura 25. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Antena Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA
PASTO - COLOMBIA
BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

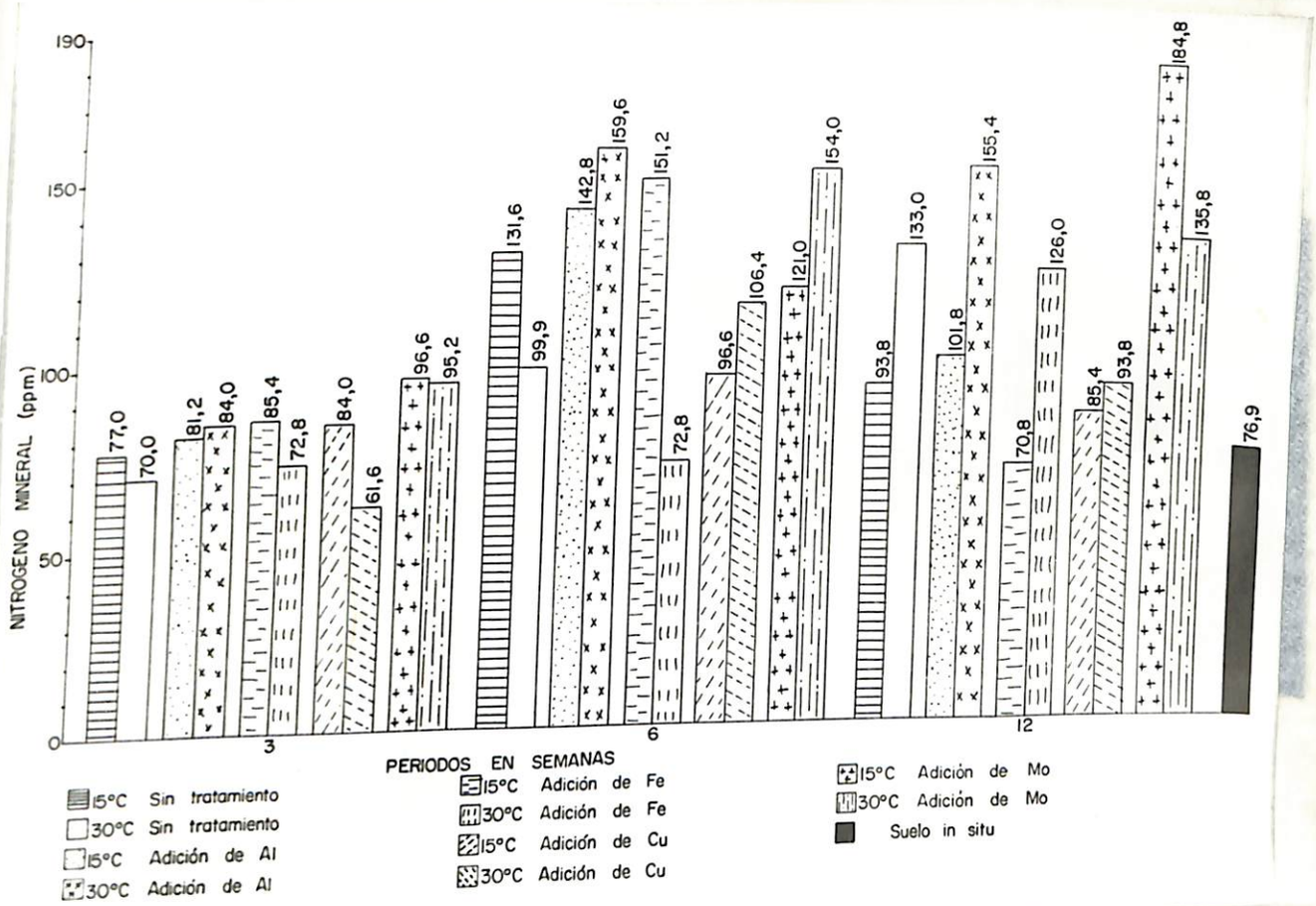


Figura 26. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Pantano Caleras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

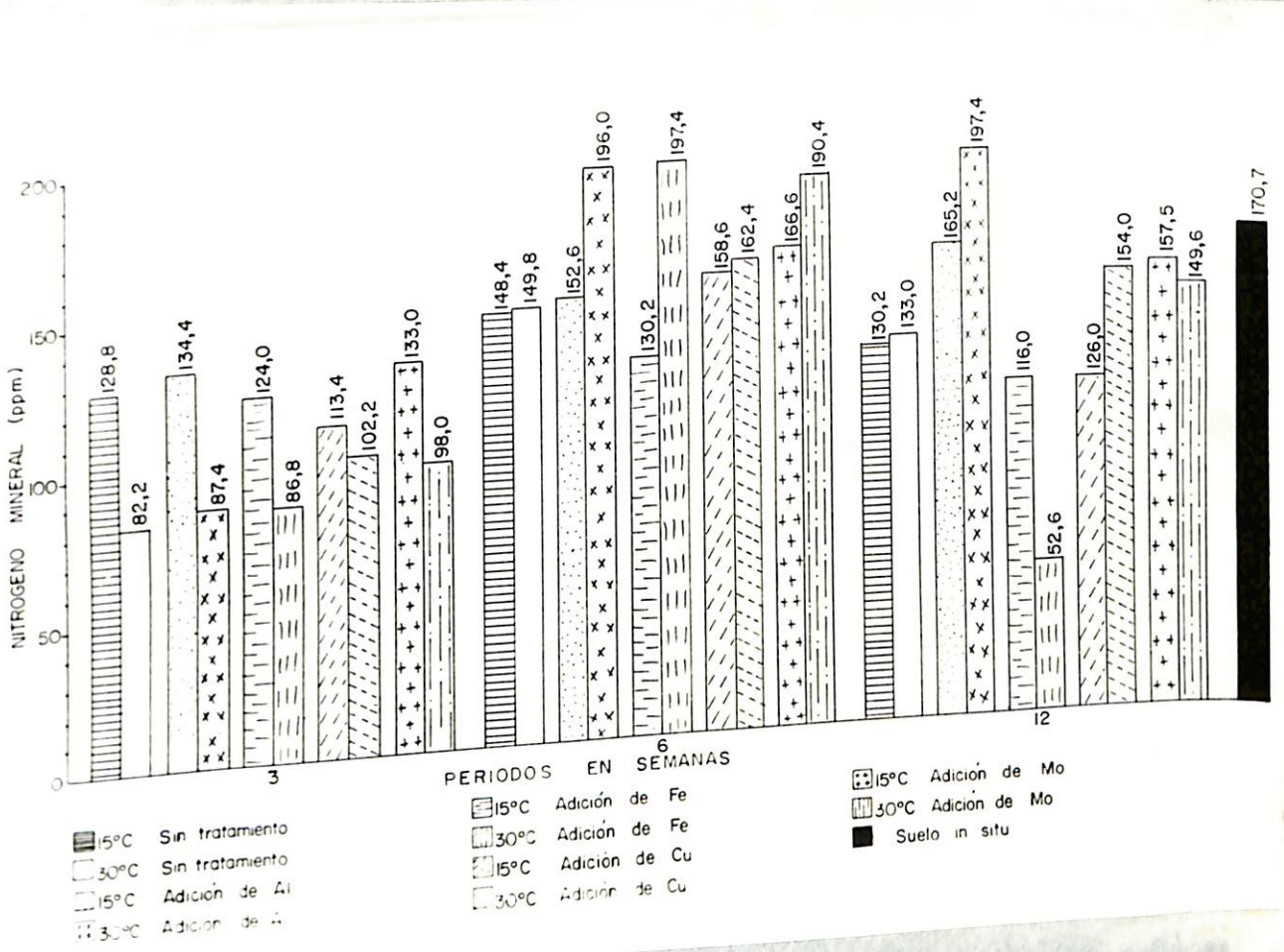


Figura 27. Gráficas del N-mineralizado correspondiente a las muestras de Frailejón Galeras, para diferentes tratamientos, períodos de incubación y temperaturas.

Foto: I. Santacruz

V. CONCLUSIONES

1. La producción de $N-NH_3$ y $N-NO_3$ es, cuantitativamente bastante similar en los suelos estudiados. Por tanto el N-mineral es dependiente, casi por igual del proceso de amonificación y nitrificación.

2. La nitrificación puede considerarse como buena mientras la amonificación sea baja, atribuíble a la inmovilización del $N-NH_3$, por los residuos lignificados y por los microorganismos.

3. La variación en la temperatura de 15ºC a 30ºC, no influyó en la mineralización del nitrógeno.

4. Estadísticamente se demostró que las adiciones de aluminio, cobre, hierro y molibdeno no influyeron en los resultados de la mineralización del nitrógeno.

5. Se destaca el hecho de que el aluminio, no produjo con relación al testigo, una disminución en la amonificación. Este resultado está en contradicción con las teorías aceptadas tradicionalmente, de la mineralización del nitrógeno, especialmente de la nitrificación.

6. La mejor mineralización se produjo después de seis semanas de incubación.

7. La producción de CO_2, no fue alterada por la adición de aluminio, hierro, cobre y molibdeno.

8. La producción del CO_2, mostró tendencia a aumentar a medida que transcurrieron las semanas de incubación, demostrativo del aumento de la

población y la actividad de los microorganismos.

9. La correlación entre el nitrógeno mineralizado y el CO_2, producido es baja debido a que en el N-mineral se incluye el $N-NO_3$, producido por los microorganismos quimioautotróficos obligatorios.

10. La población microbial de los suelos estudiados aparece como resistente al efecto de la acidificación y con un aceptable potencial de actividad.

VI. RESUMEN

Los suelos utilizados en la presente investigación, son derivados de cenizas volcánicas, localizados en Nariño, S.W. de Colombia. En estos suelos ácidos el N-mineralizado parece ser formado en partes iguales por la amonificación y la nitrificación.

Las adiciones de 0.3% de aluminio, hierro, cobre y molibdeno no afectaron las producciones de $N\text{-}NH_3$ y $N\text{-}NO_3$. En cambio si se pudo notar que las adiciones de aluminio no reducen la producción del $N\text{-}NO_3$. También se encontró que el N-mineralizado no se incrementó cuando la temperatura se cambió de 15 a 30°C.

La evolución del CO_2 se incrementa a medida que transcurren los períodos de incubación, debido a la gran actividad y crecimiento de la población microbial, a 12 - 6 y 3 semanas.

SUMMARY

Soils derived from volcanic ashes used in this study are located in Nariño. S.W. Colombia. In this acid soils N-mineralization appeared to be equally dependent from ammonification and nitrification processes.

Addition of 0.3% of aluminium, copper, iron, and molybdenum did not affect either the production or $N\text{-}NH_3$ o $N\text{-}NO_3$. It should be noted that addition of aluminium did not reduce the production of $N\text{-}NO_3$. Also it was found that N-mineralized did not increase when the temperature was shifted from 15°C to 30°C. CO_2 evolution increased with the time of incubation, this meaning a breater activity and population of microorganisms at 12 than at 3 or 6 weeks period of incubation.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, M. 1961. Introduction to soil microbiology. Wiley. New York. 472p.

2. ANDERSON, J.M. 1964. The metabolism of hydroxylamine to nitrite by Nitrosomonas. Biochem. Jour. 21:8-17.

3. _____. 1964. Studies on the oxidation of ammonia to hydroxylamine by Nitrosomonas. Biochem. Jour. 22:1c - 3c

4. _____. 1965. Studies on the oxidation of ammonia by Nitrosomonas. Biochem. Jour. 25:688 - 698.

5. BEAR, F.A. 1963. Química del suelo. (Trad. Inglés J. de la Rubia) Interciencia, Madrid. 435p.

6. BECK, T. 1968. Microbiologie des boden. Bayerischer LV Munchen. 452p.

7. BERGERSEN, F. 1960. Biochemical pathways in legume root nodule nitrogen fixation. Bacteriol. Rev. 24:246-250.

8. BIRCH, H.F. 1958. The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability. Plant. and Soil. 10:9 - 31.

9. BLASCO, M. 1970. Microbiología de suelos. IICA. Turrialba. 247p.

10. _____. 1966. Studies on some aspects of nitrogen in the soils of Colombia. Ph.D. Thesis, University of London. 311p.

11. _____. 1971. Efecto de la humedad sobre la mineralización del carbono en suelos volcánicos de Costa Rica. Turrialba. 21 (En prensa).

12. BLASCO, M. y CORNFIELD, A.H. 1967. NH_3-N, NO_3-N y N-Mineral en suelos del Valle del Cauca, con y sin adición de CO_3Ca, y producción de CO_2. Acta Agronómica. 17:55 - 61.

13. _____. 1966. Stimulation of nitrification following temporary acidification, Nature. 210:1187 - 1188.

14. _____. 1971. Nitrification in saline soils acidified with aluminium sulphate. Geoderma. (en prensa).

15. _____. 1966. Volatilization of nitrogen as ammonia from acid soils. Nature. 212: 1279 - 1280.

16. _____. 1967. Effect of soil moisture content during incubation on the nitrogen mineralization characteristics of the soils of Colombia. Geoderma. 1:19-25.

17. BLASCO, M., BONORQUEZ, N. y C. LLANOS. 1968. Transformaciones microbiológicas del fósforo en los suelos volcánicos del Purace. Acta Agronómica. 18:1 - 6.

18. BOON, B. y LAUDELOUT, H. 1962. Kinetics of nitrite oxidation by Nitrobacter Winogradsky. Biochem. Jour. 85:440 - 447.

19. BORNEMISZA, E. y R. PINEDA. 1969. Minerales amorfos y mineralización del nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. III. Panel sobre suelos derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. FAO-IICA, Turrialba. B-7:1 - 7.

20. BREMNER, J.M. 1967. Nitrogenous compounds. In McLaren A. D. y Petersen. G.H. ed. Soil biochemistry. Dekker, New York. 19-66p.

21. BREMNER, J.M. y SHAW, K. 1955. Determination of ammonia and nitrate

in soil. Jour. Agric. Sci. 46:320 - 328.

22. BROADBENT, F.E., JACKMAN, R.H. y MC NICOLL, J. 1964. Mineralization of carbon and nitrogen in some New Zealand allophanic soils. Soil Sci. 98:118 - 128.

23. BROCK, T.D. 1966. Principles of microbial ecology. Prentice-Hall, Englewood, N.J. 306p.

24. _____. 1970. Biology of microorganisms. Prentice-Hall, Englewood, cliffs, N.J. 737p.

25. CAMPBELL, N.E.R. y LEES, H. 1967. The nitrogen cycle. In Mc Laren A.D. y Peterson, G.H. ed. Soil biochemistry. Dekker, New York. 194-215p.

26. CORDOBA, H., MELO, M. y PRIETO, J. 1970. Lixiviación y Volatilización del nitrógeno en algunos suelos del Departamento de Nariño, Tesis de Grado, ITA, Universidad de Nariño. 106p.

27. CORNFIELD, A.H. 1961. Carbon dioxide production during incubation of soils treated with cellulose as a possible index of nitrogen status of soils. Jour. Sci. Food Agric. 12:763-765.

28. _____. 1952. The mineralization of nitrogen of soils during incubation: Influence of pH, total nitrogen and organic carbon content. Jour. Sci. Food Agric. 3:343-349.

29. _____. 1959. Mineralization of organic nitrogen compounds in soils as related to soil pH. Jour. Sci. Food Agric. 10:27-28.

30. _____. 1961. A simple technique for determining mineralization of carbon during incubation of soils treated with organic

materials. Plant and soils. 14:90-93.

31. CHAMDRA, P. 1962. Note on the effect of shifting temperatures on nitrification in a loam Soil. Canad. Jour. Soil Sci. 42:314-315.

32. EKPETE, D.N. y CORNFIELD, A.H. 1965. Effect of varying static and changing moisture levels during incubation on the mineralization of carbon in soil. Jour Agric Sci. 64:200-218.

33. ERNST, J.W. y MASSEY, H.F. 1960. The effect of several factors on volatilisation of ammonia formed from urea in soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24:87-90.

34. ESCOBAR, E. y MARTINEZ, N. 1970. Efectos de las adiciones de calcio y celulosa en la amonificación y nitrificación de los suelos del Putumayo. Colombia. Tesis de Grado, I.T.A., Universidad de Nariño. 200p.

35. EYLAR, O.R. y SCHMIDT, E.L. 1959. A surgey of heterotrophic microorganisms from soil for ability to frm nitrite and nitrate. Jour. Gen. Microbiol. 20:473-481.

36. FREDERICK, L.R. 1956. The formation of nitrate from ammonia nitrogen in soil. 1. Efect of temperature. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20:496-500.

37. _____. 1957. Formation of nitrate from ammonium nitrogen in soils. 2. Effect of pupulation of nitrifiers. Soils. Sci. 83:481-485.

38. GEL'MAN, N., LUKOYANOVA, M.A. y OSTROVSKII, D.N. 1967. Respiration and fosforilation of bacteria (Trad. Ruso, G.B. Pinchot) Plenum Press, New York. 238p.

39. HARMSEN, G.W. y VAN SCHREVEN, D.A. 1955. Mineralization of organic nitrogen in soil. Adv. Agron. 7:299-398.

40. HARROW, B. y MAZUR, A. 1967. Bioquímica básica. (Trad. inglés M. T. Toral). 9 ed. Interamericana, México. 546p.

41. JIMENEZ, J. y OCAMPO, M. 1970. El aluminio en el suelo. Tesis de Grado, I.T.A., Universidad de Nariño. 93p.

42. KOSAKA, J. HONDA, C. e ISEKI, A. 1962. Transformation of humus in upland soils, Japan, Soil Sci. Plant nutr. 8:23-28.

43. KRASIL'NIKOV, N.A. 1961. Soil microorganisms and nigher plants. USDA, Washington. 474p.

44. LEES, H. 1948. The effect of zinc and copper on soil nitrification. Biochem. Jour. 42:534-538.

45. LEES, H. y SIMPSON, J.R. 1957. The biochemistry of nitrifiying organisms. 5. Nitrite oxidation by Nitrobacter. Biochem. Jour. 65: 297-305.

46. MARCHAL, E. 1893. Sur la production de l'ammoniaque dans le sol por les microbes. Bull. Acad. Roy-Belg. 25:727-771.

47. MARSHALL, K.C. y ALEXANDER, R.M. 1962. Nitrification by Aspergillus flavus. Jour. Bacteriol. 83:572-578.

48. MEIKLEJOHN, J. 1953. The nitrifying bacteria. A review. Jour. Soil Sci. 4:59-68.

49. _____. 1953. Iron and the nitrifying bacteria. Jour. Gen. Microbiol. 8:58-65.

50. MILLER, R.D. y JOHNSON. D.D. 1964. The effect of soil moisture tension on carbon dioxide evolution. Nitrification and nitrogen mineralization. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 28:644-647.

51. MOLINA, C.E. 1969. Estudios sobre algunos aspectos del nitrógeno en los suelos del Altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño. 68p. (Tesis no publicada).

52. MORA, E. y LEGARDA, L. 1969. Estudios de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionados con las formaciones ecológicas. (Tesis de grado). I.T.A., Universidad de Nariño. 150p.

53. MUTATKAR, V.K. y PRITCHETT, W.L. 1966. Influence of added aluminium on carbon dioxide production in tropical Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30:343-346.

54. _____. 1967. Effects of added aluminium on some soil microbial processes and on the growth of oats (Avena sativa) in arredondo fine sand. Soil Sci. 103:39-46.

55. NICHOLAS, D.J.D. 1963. The metabolism of inorganic nitrogen and its compounds in microorganisms. Biol. Rev. 38:530-568.

56. NOMMIK, H. y NIISSON, K.O. 1963. Fixation of ammonia by organic fraction of the soil. Acta Agric. Scand. 13:371-390.

57. OVERREIN, L.N. 1970. Tracer studies on nitrogen immobilization - mineralization relation ships in forest raw humus. Plant and Soil. 32:478-500.

58. _____. 1970. Immobilization and mineralization of tracer nitrogen in forest raw humus. Plant and Soil. 32:207-220.

59. PANTOJA, C. 1969. Fraccionamiento de fósforo en algunos suelos de clima medio del Departamento de Nariño. Universidad de Nariño. 111p. (Tesis no publicada).

60. PARKER, M.B. 1964. Molybdenum, Georgia Agric. Exp. Sta. Bull. No. 26:42-52.

61. PARKINSON, D. y COUPS, E. 1963. Microbial activity in podzol. In Doekesn, J. y J. vander Drift ed. Soil organisms. North. Holland, Amsterdam. 167-175p.

62. PINEDA, R. 1969. Mineralización del nitrógeno orgánico en algunos suelos de Costa Rica. M.Sc. Tesis, IICA, TURRIALBA, 79p.

63. PREMI, P.R. y CORNFIELD, A.H. 1969. Effects of addition copper, manganese, zinc and chromium compounds on ammonification and nitrification during incubation of soil. Plant and soil. 31:345-352.

64. REUSS, J.O. y SMITH, R.L. 1965. Chemicals reactions on nitrites in acid soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29:267-270.

65. RUSCHELL, A.P. y da EIRA, P.A. 1968. Fixaçao simbiotica do nitrogenio na soja (Glycine max (L) Merril), influence da adiçao de calcio ao solo e molibdenio ao revestimento da semente. In IV Reuniao Latinoamerica sobre inoculantes para leguminosas. Porto Alegre, Brasil. 232-244p.

66. SCHENKEL, G. 1969. Problemas de la acidez en suelos chilenos derivados de cenizas volcánicas. In Panel sobre Suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. B-9:1-11.

67. SCHLOESING, T. y MUNTZ, A. 1877. Sur la nitrification par les ferments organises. Comp. Rend. Acad. Sci. Paris. 84:301-303.

68. SCHULMAN, M.P. 1961. Purines and pyrimidines. In Grenberg. G.M. ed. Metabolic pathways. Academic Press. Vol. II:13-89.

69. SKUJINS, J.L. 1967. Enzymes in soil. In Mc Laren, A.D. y Petersen, G.H. ed. Soil biochemistry. Dekker, New York. 371-414.

70. TAN, K.H. 1966. On the pedogenetic role of organic matter in volcanic ash soils under tropical conditions. Soil Sci. Plant Nutr. 12:34-38.

71. URBINA, A., San MARTIN, E. y SCHAEFER, R. 1970. La actividad metabólica de algunos grupos fisiológicos de microbios en suelos Ñadis de Chile. Agricultura Técnica. 29:145-160.

72. VAN SCHREVEN, D.A. 1964. A comparison between the effect of fresh and dried organica materials added to soil on carbon and nitrogen mineralization. Plant and Soil. 20:149-165.

73. _____. 1968. Mineralisation of the carbon and nitrogen of plant material added to soil and of the soil humus during incubation following periodic drying and reveting of the soil. Plant and Soil. 28:226-241.

74. WADA, K. e INOUE, T. 1967. Retention of humic substences derived from rotted cloves leaves in soil containing montmorillonite and allophane. Soil Sci. Plant Nutr. 13:10-16.

75. WAKSMAN, S.A. 1952. Soil microbiology. Wiley, New York. 365p.

76. WARINTONG, R. 1879. On nitrification. Part II. Jour. Chem. Soc. 35:429-456.

77. WINOGRADSKY, S.N. 1890. Sur les organismes de la nitrification. Com.

Rend. Acad. Sci. Paris. 110:1013-1016.

78. WINOGRADSKY, S. N. 1891. Recherches sur les organismes de la nitrification. Ann Inst. Pasteur. 5:577-616.

79. _____. 1891. Sur la formation et l'oxydation des nitrites pendant la nitrification. Com. Rend. Acad. Sci. Paris. 113: 89-92.

80. _____. 1949. Microbiologie du sol. Masson, Paris. 861p.

TABLA I.

CONTENIDO EXTRACTIVO DEL PARENQUIMA MADERA, EXPRESADO PORCENTUALMENTE DE LOS OXIDOS TOTALES DE UNA MUESTRA SECADA A 130° Y 105°.

CASA	130°			105°		
	A	S	M	A	S	M
Arabinosa	0,6	0,52	0,56	0,6	0,52	0,56
D. Xilosa	0,84	0,46	0,65	0,84	0,46	0,65
Galactosa	0,8	0,48	0,64	0,8	0,48	0,64
Suma	2,24	1,46	1,85	2,24	1,46	1,85

Diferencia observada a 130°. = 0,39 n.s.

Valores de Duncan: 5% = 111,76; 1% = 155,68

Diferencia observada a 105°. = 0,39 n.s.

Valores de Duncan: 5% = 168,67; 1% = 378,56

No hubo diferencia significativa en la disminución del diferente correspondiente a dioxo de sodio entre = 1% y 105°. respectivamente.

n.s. = no significativo.

TABLA I.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE, DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE LOS SUELOS TESTIGOS DE CLIMA CALIDO A 15°C Y 30°C.

SITIO	15°C. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30°C. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
SAMANIEGO	77,0	77,0	47,6	95,2	98,0	20,7
LA UNION	64,4	64,4	31,5	82,6	109,4	39,2
CHACHAGUI	99,4	99,4	84,0	51,0	84,0	127,4
N=3	$\bar{X}$=80,2	$\bar{X}$=80,2	$\bar{X}$=54,36	$\bar{X}$=76,2	$\bar{X}$=97,1	$\bar{X}$=124,6

Diferencia observada a 15°C. = 25,84 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 117,78; 1% = 270,76

Diferencia observada a 30°C. = 48,34 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 164,67; 1% = 378,56

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno correspondiente a climas de suelo cálido a 15 y 30°C. respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA II.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION, DE SUELOS DE CLIMA CALIDO, TRATADOS CON ALUMINIO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
SAMANIEGO	84,0	100,8	70,0	92,4	124,60	113,4
LA UNION	99,4	95,2	77,0	78,4	117,60	117,6
CHACHAGUI	121,3	133,0	130,2	89,6	211,40	180,6
N=3	$\bar{X}$=101,56	$\bar{X}$=109,66	$\bar{X}$=92,40	$\bar{X}$=86,80	$\bar{X}$=151,20	$\bar{X}$=137,2

Diferencia observada a 15ºC. = 17,26 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 163,76; 1% = 376,46

Diferencia observada a 30ºC. = 64,40 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 208,64; 1% = 479,64

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno para suelos de clima cálido, tratados con aluminio a temperaturas de 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA III.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS DE CLIMA CALIDO TRATADOS CON HIERRO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION			30ºC. SEMANAS DE INCUBACION		
	3	6	12	3	6	12
SAMANIEGO	84,0	135,8	91,0	78,4	121,8	93,8
LA UNION	74,2	81,2	77,0	103,6	110,6	99,4
CHACHAGUI	89,6	94,2	99,4	82,6	107,8	102,2
N=3	$\bar{X}$=82,60	$\bar{X}$=103,73	$\bar{X}$=89,13	$\bar{X}$=88,20	$\bar{X}$=113,40	$\bar{X}$=98,46

Diferencia observada a 15ºC. = 21,13 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 149,02; 1% = 342,58

Diferencia observada a 30ºC. = 35,20 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 162,54; 1% = 373,66

No hubo diferencia significativa en suelos de clima cálido tratados con hierro a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA IV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS DE CLIMA CALIDO TRATADOS CON COBRE A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
SAMANIEGO	70,0	82,6	91,0	84,0	109,2	99,4
LA UNION	71,4	92,4	58,8	64,4	92,9	82,6
CHACHAGUI	113,4	109,2	37,8	84,0	147,0	128,8
N=3	$\bar{X}$=84,93	$\bar{X}$=94,73	$\bar{X}$=62,53	$\bar{X}$=77,45	$\bar{X}$=116,36	$\bar{X}$=103,60

Diferencia observada a 15ºC. = 32,20 N.S.

Valores de Duncan a 5% = 132,82; 1% = 305,34

Diferencia observada a 30ºC. = 38,90 N.S.

Valores de Duncan 5% = 162,90; 1% = 374,50

No hubo diferencia significativa en suelos de clima cálido tratados con cobre a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA V.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO, DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION, DE SUELOS DE CLIMA CALIDO TRATADOS CON MOLIBDENO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
SAMANIEGO	71,4	128,8	56,0	81,2	108,0	131,6
LA UNION	94,6	112,0	46,2	91,0	120,4	135,8
CHACHAGUI	96,6	138,6	45,5	78,4	217,0	123,2
N=3	$\bar{X}$=87,53	$\bar{X}$=126,46	$\bar{X}$=49,23	$\bar{X}$=83,53	$\bar{X}$=148,46	$\bar{X}$=130,20

Diferencia observada a 15ºC = 77,23 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 153,95; 1% = 353,92

Diferencia observada a 30ºC = 64,93 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 213,63; 1% = 491,12

No hubo diferencia significativa en suelos de clima cálido tratados con molibdeno a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA VI.

OMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO, DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE LOS SUELOS TES TIGOS DE CLIMA FRIO TRATADOS A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
BOTANA	103,6	39,2	48,3	98,0	107,8	81,2
CUJACAL	112,0	98,0	40,6	96,0	117,6	109,2
LA LAGUNA	68,6	72,8	112,0	58,8	86,8	102,2
OBONUCO	79,8	85,4	39,2	68,4	100,8	112,0
N=4	$\bar{X}$=91,00	$\bar{X}$=73,85	$\bar{X}$=60,02	$\bar{X}$=78,05	$\bar{X}$=103,25	$\bar{X}$=101,15

Diferencia observada a 15ºC. = 28,98 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 78,84; 1% = 148,92

Diferencia observada a 30ºC. = 25,20 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 98,05; 1% = 185,21

No hubo diferencia significativa en suelos testigos de clima frio a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA VII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO, DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS DE CLIMA FRIO TRATADOS CON ALUMINIO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
BOTANA	85,4	112,0	92,4	88,2	112,0	112,0
CUJACAL	88,4	169,6	99,4	77,0	148,4	126,0
LA LAGUNA	107,8	114,8	84,0	64,4	121,8	80,0
OBONUCO	79,8	109,2	78,4	63,0	121,8	116,0
N=4	$\bar{X}$=90,35	$\bar{X}$=126,40	$\bar{X}$=88,55	$\bar{X}$=73,15	$\bar{X}$=126,0	$\bar{X}$=108,55

Diferencia observada a 15ºC. = 37,85 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 107,28; 1% = 202,64

Diferencia observada a 30ºC. = 52,85 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 109,17; 1% = 206,21

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno en suelos de clima frío tratados con aluminio a 15 y 30ºC. respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA VIII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO, DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS DE CLIMA FRIO TRATADOS CON HIERRO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
BOTANA	91,0	84,0	84,0	77,0	119,0	107,8
CUJACAL	85,4	86,8	84,0	68,6	112,0	103,6
LA LAGUNA	71,4	85,4	75,0	70,0	91,2	100,8
ORONUCO	72,8	65,8	84,0	91,6	102,2	99,4
N=4	$\bar{X}$=80,15	$\bar{X}$=80,50	$\bar{X}$=81,90	$\bar{X}$=76,80	$\bar{X}$=106,10	$\bar{X}$=102,90

Diferencia observada a 15ºC: 1,75 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 83,34; 1% = 157,42

Diferencia observada a 30ºC: 29,30 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 99,54; 1% = 88,02

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno en suelos de clima frio, tratados con hierro a 15 y 30ºC respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA IX.

MPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS DE CLIMA FRIO TRATADOS CON COBRE A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
BOTANA	75,6	84,0	63,0	106,4	120,0	99,4
GUAJACAL	79,8	85,4	80,5	75,6	121,8	84,0
LA LAGUNA	67,4	89,6	61,6	56,0	106,4	71,4
OBONUCO	75,8	84,0	64,4	63,0	92,4	75,6
N=4	$\bar{X}$=74,65	$\bar{X}$=85,75	$\bar{X}$=67,37	$\bar{X}$=75,25	$\bar{X}$=110,15	$\bar{X}$=82,60

Diferencia observada a 15ºC. = 20,40 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 79,65; 1% = 150,45

Diferencia observada a 30ºC. = 34,90 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 93,91; 1% = 177,39

No hubo diferencia significativa en la mineralización del nitrógeno, en suelos de clima frío tratados con cobre a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA X.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS DE CLIMA FRIO TRATADOS CON MOLIBDENO A 15 Y 30ºK.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
BOTANA	77,0	102,2	77,0	98,0	106,4	109,2
CUJACAL	98,0	131,6	91,0	93,8	140,0	112,0
LA LAGUNA	72,8	75,6	72,8	63,2	79,8	84,0
OBONUCO	71,4	105,0	84,0	85,4	117,6	91,0
N=4	$\bar{X}$=79,80	$\bar{X}$=103,8	$\bar{X}$=81,20	$\bar{X}$=85,10	$\bar{X}$=110,95	$\bar{X}$=99,05

Diferencia observada a 15ºC. = 23,80 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 91,89; 1% = 173,57

Diferencia observada a 30ºC. = 25,85 N.S.

Valores de Duncan; 5% = 102,24; 1% = 193,12

No hubo diferencia significativa en suelos de clima frío tratados con molibdeno a 15 y 30ºC respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA XI.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE LOS SUELOS TESTIGOS CORRESPONDIENTES A REGIONES DE PARAMO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION			30ºC. SEMANAS DE INCUBACION		
	3	6	12	3	6	12
ANTENA GALERAS	99.9	133,0	100,8	65,8	161,6	113,4
PANTANO GALERAS	77,0	131,6	93,8	70,0	99,4	133,0
FRAILEJON GALERAS	128,8	148,4	130,2	80,2	149,8	133,0
N-3	$\bar{X}$=101,90	$\bar{X}$=137,66	$\bar{X}$=108,26	$\bar{X}$=72,00	$\bar{X}$=102,70	$\bar{X}$=126,46

Diferencia observada a 15ºC. = 35,76 N.S.

Valores de Duncan; 5% = 189,39; 1% = 435,40

Diferencia observada a 30ºC. = 54,46 N.S.

Valores de Duncan; 5% = 167,47; 1% = 385,00

No hubo diferencia significativa en suelos correspondientes a páramo sin ningún tratamiento a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA XII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS TRATADOS CON ALUMINIO, CORRESPONDIENTES A REGIONES DE PARAMO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
ANTENA GALERAS	113,4	114,8	88,2	63,0	127,4	130,2
PANTANO GALERAS	81,2	142,8	101,8	84,0	159,6	155,4
FRAILEJON GALERAS	134,4	152,6	165,2	87,4	196,0	197,4
N=3	$\bar{X}$=109,66	$\bar{X}$=136,73	$\bar{X}$=118,40	$\bar{X}$=78,13	$\bar{X}$=161,0	$\bar{X}$=161,0

Diferencia observada a 15ºC. = 27,07 N.S.

Valores de Duncan; 5% = 197,31; 1% = 453,60

Diferencia observada a 30ºC. = 82,87 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 227,88; 1% = 523,88

No hubo diferencia significativa en suelos correspondientes a páramo con tratamiento de aluminio a 15 y 30ºc, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA XIII.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS TRATADOS CON HIERRO, CORRESPONDIENTES A REGIONES DE PARAMO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION			30ºC. SEMANAS DE INCUBACION		
	3	6	12	3	6	12
ANTENA GALERAS	91,0	82,4	84,0	72,8	106,4	126,4
PANTANO GALERAS	85,4	151,2	70,0	72,8	79,8	126,0
FRAILEJON GALERAS	124,6	130,2	116,0	86,8	197,4	152,6
N=3	$\bar{X}$=100,33	$\bar{X}$=121,26	$\bar{X}$=90,0	$\bar{X}$=77,46	$\bar{X}$=127,86	$\bar{X}$=135,0

Diferencia observada a 15ºC. = 31,26 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 169,36; 1% = 389,34

Diferencia observada a 30ºC. = 57,54 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 172,40; 1% = 396,34

No hubo diferencia significativa en suelos correspondientes a páramo con tratamientos de hierro a temperatura de 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA XIV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE SUELOS TRATADOS CON COBRE CORRESPONDIENTES A REGIONES DE PARAMO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
ANTENA GALERAS	75,6	123,2	96,6	77,0	99,6	149,8
PANTANO GALERAS	84,0	96,6	85,4	81,6	106,4	135,8
FRAILEJON GALERAS	113,4	158,6	126,0	102,2	162,4	149,6
N=3	$\bar{X}$=91,00	$\bar{X}$=126,13	$\bar{X}$=102,66	$\bar{X}$=80,2	$\bar{X}$=122,80	145,00

Diferencia observada a 15ºC. = 35,13 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 174,17; 1% = 400,40

Diferencia observada a 30ºC. = 64,86 N.S.

Valores de Duncan; 5% = 194,21; 1% = 446,46

No hubo diferencia significativa en suelos correspondientes a páramo con tratamiento de cobre a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

TABLA XV.

COMPARACION ESTADISTICA DEL N-MINERALIZADO DURANTE DIFERENTES PERIODOS DE INCUBACION DE LOS SUELOS TRATADOS CON MOLIBDENO, CORRESPONDIENTES A REGIONES DE PARAMO A 15 Y 30ºC.

SITIO	15ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12	30ºC. SEMANAS DE INCUBACION 3	6	12
ANTENA GALERAS	98,0	155,4	176,4	108,6	167,0	149,8
PANTANO GALERAS	96,6	121,0	184,8	95,2	154,0	135,8
FRAILEJON GALERAS	133,0	166,0	157,4	98,0	190,4	149,6
N=3	$\bar{X}$=109,20	$\bar{X}$=147,66	$\bar{X}$=172,86	$\bar{X}$=100,6	$\bar{X}$=170,46	$\bar{X}$=145,06

Diferencia observada a 15ºC. = 63,66 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 236,29; 1% = 543,20

Diferencia observada a 30ºC. = 70,46 N.S.

Valores de Duncan: 5% = 230,56; 1% = 530,04

No hubo diferencia significativa en suelos correspondientes a páramo con tratamiento de molibdeno a 15 y 30ºC, respectivamente.

N.S. No significativo.

VALORES DE DUNCAN

D_5; 5% = 3,47. $\frac{S}{N}$ 1% = 5,08 . $\frac{S}{N}$

D_3; 5% = 6,09. $\frac{S}{N}$ 1% = 14 . $\frac{S}{N}$

D_2; 5% = 3,20. $\frac{S}{N}$ 1% = 4,00 . $\frac{S}{N}$

r tabulado :

r tabulado al nivel del 5% = 0,7646

r tabulado al nivel del 1% = 0,6319

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA
PASTO - COLOMBIA
BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

AN 10573
T
631.84 Inventario
112
Autor: IBARRA, ARCESIO. MELO, LAUREA
Ej.1
Título: MINERALIZACION DEL NITROGE
EN PRESENCIA DE ALUMINIO, HI
NRO, COBRE Y MOLIBDENO EN
ALGUNOS SUELOS DE NARIÑO.

Fecha Devol.	NOMBRE	Carne
	Hernan Burbano C.	
	Martha E. Valencia P.	UNAL
	Samia Yela	2710818

AN
T
631.84
I12
Ej.1

10573