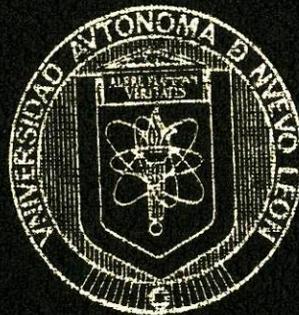


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE CUATRO DIFERENTES ABONOS
ORGANICOS Y SU EFECTO EN LA DINAMICA
POBLACIONAL DE Azotobacter spp

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN

JOSE REFUGIO GARZA RAMON

JORGE LUIS GARCIA MARTINEZ

47.631

1985

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1985

T

5639

G3

C.1



1080060623

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE CUATRO DIFERENTES ABONOS
ORGANICOS Y SU EFECTO EN LA DINAMICA
POBLACIONAL DE Azotobacter spp

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN

JOSE REFUGIO GARZA RAMON
JORGE LUIS GARCIA MARTINEZ

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1985

6471 *Gar*

T
5639
G3

040.631
FA1
1985
C.6



A. tesis



José Refugio Garza Ramón

DEDICQ.

A mis Padres:

Sr. Refugio Garza Barrera.

Sra. Luz María Ramón de Garza.

Por el apoyo brindado para la
realización de mi carrera y -
a quienes siempre querre.

A mis hermanos con todo cariño:

Rosa María, Pedro, Diego Mauro
y Martín Eduardo.

A mis abuelos:

Matilde y Francisco

Con profundo amor y cariño.

A mis Tías:

María Inocencia Garza Vda. de Ortegón.

Obdulia Alegría Vda. de Garza.

A mis Primos:

Beatriz, Javier, Claudio,

Diego y Demas Familiares.

A la memoria de mis tíos:

Claudio Garza Barrera (Q.E.P.D.)

Francisco Ortegón (Q.E.P.D.)

Mi gratitud al:

Ing. José F. Grassano V.

Jorge Luis García Martínez

DEDICO.

A mis Padres:

Sr. José García Treviño.

Sra. Rosa Elia Martínez de García.

Por el apoyo brindado para la --
realización de mi carrera y a ---
quienes siempre quere.

A mis hermanos con todo cariño:
Estela Guillermina, Blanca Nelia,
Rosa Elia y José Carlos.

A la memoria de mis abuelos

(Q.E.P.D.)

A mis Cuñados.

Demas Familiares.

Con profundo respeto y sincero agradecimiento al:

Ing. Jorge Ronald Lecea Juárez.

Por la dirección y asesoramiento en la realización
del presente trabajo.

Al Dr. Rigoberto E. Vazquez Alvarado y al -----

Ing. Francisco Rodriguez Esquivel.

Por las orientaciones y facilidades prestadas ---
para la elaboración de éste presente trabajo.

A los compañeros y amigos, que a través
de la convivencia diaria en las aulas
y fuera de ellas, supieron estimularnos
y compartieron con sinceridad, las ----
alegrías y tristezas de nuestra vida --
estudiantil.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
BREVE HISTORIA	4
ANTECEDENTES	6
FEVISION DE LITERATURA	10
A) BACTERIAS	10
Importancia de las Bacterias	10
Descripción Taxonomica	11
Características Generales de <u>Azotobacter sp</u>	12
Características Morfológicas de <u>Azotobacter sp</u>	12
Efecto del Medio Ambiente sobre <u>Azotobacter sp</u>	14
Características de las Colonias de <u>Azotobacter sp</u>	16
Importancia de <u>Azotobacter sp</u> en la Fijación de Nitrógeno	
Atmosferico	17
Inoculación al Suelo con <u>Azotobacter sp</u>	17
Fijación de Nitrógeno por <u>Azotobacter sp</u>	18
Factores que Afectan la Fijación de Nitrógeno	23
B) ABONOS ORGANICOS	26
Conceptos Generales	26
Estiércol	26
Clases de Estiércol	27
Composición Química del Estiércol	28
Abono Orgánico	30
Descomposición del Estiércol	32
Transformación del Nitrógeno en la Descomposición del	
Estiércol	36

Transformación del Fosforo y del Potasio en la Descomposición del Estiércol	36
Conservación del Nitrógeno en el Estiércol	36
Efectos del Estiércol en el Crecimiento de las Plantas y en la Fertilidad del Suelo	37
Población Microbiológica del Estiércol	37
Bacterias del Estiércol	38
Estiércol Artificial	38
MATERIALES Y METODOS	41
Materiales	41
Métodos	43
Desarrollo del Experimento	45
Riegos	49
Cosecha	49
Parametros	50
RESULTADOS	51
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	77
RESUMEN	79
APENDICE	80
BIBLIOGRAFIA	83

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

La finalidad que tiene cualquier trabajo de investigación agrícola es la de tratar de encontrar nuevos métodos ó técnicas agrícolas que ayuden a elevar el rendimiento, así como mejorar la calidad del producto.

Actualmente los rendimientos de los cultivos básicos se han incrementado grandemente debido al uso de fertilizantes químicos, variedades mejoradas y mejores técnicas de cultivo; desgraciadamente ésta tecnología no está al alcance de los pequeños productores (Agricultores de Subsistencia) que se han visto desplazados del mercado. Por otra parte en los últimos años el costo de los fertilizantes ha empezado a aumentar grandemente por lo que los costos de producción han aumentado junto con ellos, esto ha obligado a algunos agricultores a cambiar de cultivos ya que el control de los precios impide que estos cultivos sean redituables por lo cual es prioritario presentar otras opciones a los productores de cultivos básicos que permita aumentar los rendimientos y reducir los costos de producción.

Una de estas opciones es; la substitución de los fertilizantes químicos (Nitrogenados) total o parcialmente, favoreciendo el incremento de la microflora fijadora de nitrógeno en el suelo.

Las ventajas de esto van más allá de la reducción de los costos de producción. Para aquellas regiones apartadas, lejanas de los grandes y tecnificados distritos de riego, donde conseguir los fertilizantes es muy difícil o casi imposible,

La aplicación efectiva de estas técnicas solo sera posible desarrollando la tecnología al respecto mediante el estudio de los hábitos

de estos organismos.

Para nuestros fines los organismos fijadores de nitrógeno los podemos dividir en dos grupos: simbióticos y asimbióticos. Los simbióticos que fijan el nitrógeno, nodulando generalmente en leguminosas aunque algunas nodulan en otros tipos de plantas, en este grupo tenemos a las bacterias del género Rhizobium y Rhodoturala y dentro de las bacterias asimbióticas tenemos los generos Azotobacter y Clostridium principalmente.

Los estudios que se han realizado en éste campo normalmente se ha dirigido hacia el primer grupo, mientras que las bacterias del segundo grupo han sido relegadas a un segundo término, a pesar de su importancia, ya que estas pueden fijar hasta 200 Kilogramos de nitrógeno al año. (Martin Alexander 1980) (21)

Por lo que éste trabajo de investigación se dedica a estudiar el comportamiento de la bacteria del género Azotobacter bajo las condiciones del suelo de Marín N.L.

O B J E T I V O S

- 1.- Obtención de la curva poblacional y posterior evaluación de su dinámica de actividad, bajo condiciones específicas de materia orgánica.

- 2.- Identificación del género Azotobacter sp que se encuentra presente -- en los suelos de Marín N.L..

- 3.- Correlacionar el rendimiento con las poblaciones bacterianas ---- (Azotobacter sp).

BREVE HISTORIA

El estudio de la microbiología del suelo se inició en los últimos años de 1800 por el ruso Sergio Winogradsky, quien descubrió la importancia de las bacterias que fijan el nitrógeno de la atmósfera combinándolo con otros elementos, y haciéndolo así aprovechable para las plantas, y posteriormente en alimento animal.

En 1888 Hellriegel y Wilfarth demostraron en su investigación la asociación en beneficio mutuo o simbiosis de bacterias y leguminosas, en el trébol y la alfalfa.

La relación entre los nodulos radiculares de las leguminosas y la fijación del nitrógeno, se estableció por Hellriegel y Wilfarth en 1888, en el mismo año Beijerinck logró aislar por primera vez un cultivo puro, además hizo otras contribuciones fundamentales para el conocimiento de la microbiología del suelo, con el aislamiento de Azotobacter fijador de nitrógeno no simbiótico, y el descubrimiento de otros organismos y de las reacciones a que dan lugar en la transformación de los compuestos de azufre, otra característica es la formación de quiste, como algunas especies de Myxobacteriales, Chlamydo bacteriales y Eubacteriales forman quistes en lugar de endosporas.

En 1901, el famoso microbiólogo holandés Beijerinck descubrió la bacteria fijadora de nitrógeno, de vida autónoma, Azotobacter, y demostró su utilidad para favorecer la fertilidad del terreno.

El proceso de enquistamiento ha sido estudiado con algún detalle por Bisset en 1955, observando que los quistes son mucho más resistentes a la desecación que las células vegetativas y algo más resistentes al calor. Voelz y Dworkin han estudiado el proceso de enquistamiento de Myxococcus xanthus y Socolofsky, Wiss y colaboradores en Azotobacter

agilis y Azotobacter vinelandi. Los quistes de esta especie son --
resistentes a la desecación, pero no al calor.

Por lo que el presente trabajo trata de ampliar el conocimiento -
generado dentro de la fijación no simbiótica, ya que es una área poco
explotada con un potencial de uso extraordinario.

(Cepella Bustos A. 1967) (9)

A N T E C E D E N T E S

A continuación se presentan algunos trabajos realizados en el mundo que son relativamente nuevos al igual que el estudio de Azotobacter spp y por lo tanto su número es bastante reducido.

- Sagardoy Marcelo Antonio, Argentina 1977, evaluó los microorganismos del suelo en zonas semi-áridas de Argentina. Encontró que Azotobacter tuvo su máximo número en otoño y primavera.
- Joshi, Surya L. Shanti Bhattari y A. Bkarki, Nepal 1978. Estudiaron el efecto de la acidez del suelo en la población total de Azotobacter y en la eficiencia para fijar el nitrógeno. Los resultados son los siguientes; en Azotobacter aislado del suelo con un pH de 4 fijó 5.1 mgr. de nitrógeno por gramo de azúcar utilizado, en suelo con pH's altos alrededor de 6.8 la fijación se incremento a 89 mgr. por gramo de azúcar igualmente la población bajó a pH's de 4.9 ésta fué insignificante.
- Ocampo J. A., J. M. Barea y E. Montoya, España 1978. Se muestrearon los efectos negativos de extractos de raíces sobre la microflora del suelo principalmente Azotobacter; la evidencia muestra que se presentaron inhibiciones sobre el desarrollo de las bacterias.
- Moawad Hasan. L. I. Zohdy S.M.S. Badr El-Din y H. Gamal El-Din 1979. Probaron el efecto combinado de la urea y los pesticidas en las propiedades biológicas y químicas en los suelos durante un período de 35 días. La aplicación de urea estimuló el desarrollo de la microflora total, Azotobacter y Clostridium fijadores de nitrógeno, en tanto la aplicación de pesticidas en suelos tratados con urea inhibió la proliferación de la microflora Azotobacter y Clostridium.

En las primeras etapas, los pesticidas inhibieron el efecto estimulante de la urea.

- Mukherjee D. y A. C. Gaur, India 1980. Estudiaron el efecto de tres diferentes porciones de paja de trigo 2, 5 y 10 toneladas por hectárea dos veces en intervalos de tres meses y el efecto de estos en el carbono orgánico en la población de Azotobacter y en los niveles de nutrientes en el suelo. Encontrándose que las aplicaciones de paja de trigo incremento el total de carbono orgánico, carbono de humus y contenido de nitrógeno total del suelo. La magnitud del incremento dependió de la cantidad de paja incorporada; la adición de paja trajo la inmovilización de nitrógeno por un período que dependía de la cantidad aplicada; la población de Azotobacter fué estimulada en proporción a la cantidad de paja aplicada.
- Apte Rajani y St. Shende, India 1981. Realizaron colectas de bacterias fijadoras de nitrógeno parecidas ó semejantes a Azotobacter, fueron aisladas de la rizosfera de los suelos bajo diferentes cultivos agrícolas. Sus propiedades morfológicas y bioquímicas fueron estudiadas en detalle para identificar la eficiencia de ellas en la preparación de los biofertilizantes. Obteniendo que la fijación de nitrógeno fué de un rango de 1.50 a 9.50 (mgr/gr) de azúcar consumida. Las cepas produjeron compuestos de Indol en un rango de 0.75 a 3.0 (mgr) de I.A.A. equivalente por miligramo de cultivo fijado. Todas las cepas fueron capaces de fijar ácido giberelico, las unicas que diferieron fueron las cepas no congenicas tales como la M-6 y la W-3.
- Idris, Mohammad Ghmeron y F. P. Vinther, Pakistan 1981. Se estudió la presencia de Azopirillum y Azotobacter en dos diferentes tipos de

suelo bajo cubierta de cebada; las bacterias se presentaron en números variables en todos los suelos examinados Azopirillum y Azotobacter, estuvieron presentes en un número casi equivalente alrededor de 10^4 gramos/ litro.

- Frioni L., Córdoba Argentina 1981. La atrazina y el linuron fueron aplicados antes de la siembra y antes de la emergencia y el 2-4 D, Amína después de la emergencia, la fijación de nitrógeno por Azotobacter fué afectada por estos químicos y fué estimulada en la rizosfera con zacates.
- Nohrstedt Hans-Orjan, Suiza 1982. Fué estudiada la actividad de los microorganismos de vida libre fijadores de nitrógeno, en un suelo forestal, bajo un bosque de robles y se estudiaron los efectos estacionales, la temperatura del aire, la profundidad del suelo y algunos parametros en la actividad de la nitrogenasa. La principal actividad ocurrió a los 5 cm superficiales del perfil del suelo, la cantidad del nitrógeno fijado durante el período de duración del trabajo fué de 0.73 (Kg/ha). Hubo una fuerte variación estacional en la actividad de la nitrogenasa con un nivel más alto en los meses de Junio, Agosto y Septiembre, cuando el suelo fué incubado a 25 °C fué bastante significativa correlacionada con la máxima temperatura del aire en el campo.
- Fuller W. H. y K. Hanks, Estados Unidos 1982. Usando la técnica de filtración por membrana se muestrearon los suelos del suroeste de los Estados Unidos, en donde se pensaba que la distribución de Azotobacter sp era bastante errática en los suelos desérticos y bien distribuida en los suelos irrigados, pero se encontró una abundante cantidad de bacterias en los suelos de áreas desérticas al igual que

en arroyos secos y granjas irrigadas así como en las casas con césped.

- Bishop Paul E., Donna Marie L. Jarlenski y Dine R. Hetherington, Estados Unidos 1982. Se estudió la actividad de la nitrogenasa que fué determinada por la proporción máxima de reducción de acetileno. Para cepas mutantes de Azotobacter vinelandii las cuales son incapaces de fijar nitrógeno en presencia de Molibdeno Mo (Nif^-) el genotipo opuesto (Nif^+) es incapaz de fijar nitrógeno en ausencia de Molibdeno. Se piensa que estos dos sistemas son alternativos ó alternantes de fijación de nitrógeno, estos fueron observados en un medio libre de nitrógeno sin Molibdeno.
- Departamento Agrícola; Facultad de Agricultura Universidad del Cairo Egipto 1983. Se realizaron 60 muestreos de diferentes localidades de Egipto encontrandose que Azotobacter chroococcum se presentó en 56 de estos muestreos mientras que Azotobacter vinelandii fué encontrada esporadicamente en cuatro aislamientos, otras especies de Azotobacter no fueron detectadas.
- Departamento Microbiológico, Pun-Jab agrícola Ludhiana, Pun-Jab India 1983. Se realizaron 52 muestreos de suelos con variación en el pH de 7.8 a 10.5, fueron analizados para ver la presencia de Azotobacter, solo en 20 de estas muestras se detecto Azotobacter, 17 fueron Azotobacter chroococcum y el resto fueron Azotobacter vinelandii. El total del conteo decrecio con aumentos del pH.

REVISION DE LITERATURA

IMPORTANCIA DE LAS BACTERIAS

Las bacterias son los organismos vivos más ampliamente distribuidos en la naturaleza. Se les encuentra en la atmosfera, en el suelo, agua, fondo de océanos, petróleo de pozos profundos, materia orgánica en descomposición de todas clases, alimentos, hielos polares, superficie del cuerpo, tracto digestivo del hombre y animales etc. Existen pocos sitios libres de bacterias, siendo ellos el interior de los tejidos sanos de plantas y animales, capas profundas del suelo, rocas y el cráter de los volcanes en actividad. Las bacterias en la atmósfera son trasladadas principalmente por las corrientes de aire, su número y clase dependen de la cantidad de humedad, partículas de polvo, corrientes de aire y presencia de gases tóxicos. El número y clase de organismos presentes en el suelo dependen del tipo de suelo, cantidad de residuos vegetales y animales, reacción del suelo, profundidad, humedad y tratamiento. La mayor parte de los microorganismos son encontrados en la capa superficial del suelo y su número disminuye a medida que aumenta la profundidad, debido a la falta de alimentos y oxígeno.

El número de bacterias en las aguas depende del oxígeno del agua, así por ejemplo las aguas negras pueden contener hasta millones de organismos por centímetros cúbicos. Los alimentos rara vez están libres de microorganismos, algunos de ellos producen fermentaciones anormales haciéndolos tóxicos. La piel y el tracto digestivo y respiratorio del hombre y animales contiene florabacteriana normal no patógena.

En cuanto a las numerosas actividades de las bacterias, la vida no podría existir sin ellas, ya que citando algunos ejemplos diremos que los

organismos del suelo atacan a los restos de vegetales y animales convirtiéndolos en compuestos aprovechables por las plantas, algunas especies son capaces de fijar el nitrógeno del aire y transformarlo en compuestos utilizables por las plantas, como Azotobacter que es el caso que nos ocupa.

La célula bacteriana está constituida por una membrana compuesta que rodea al citoplasma, el cual contiene material nuclear, vacuolas y cuerpos de inclusión. Además algunas especies tienen esporas y presentan uno o más órganos de locomoción llamados flagelos. (Echegaray 1977) (1)
(Siström 1973) (4)

DESCRIPCION TAXONOMICA

Reino -----	Metaphyta (Metazoa otros)
Phyllum -----	Schizophyta
Clase -----	Schyzomycetes
Orden -----	Eubacteriales
Familia -----	Azotobacteraceae
Genero -----	<u>Azotobacter</u>
Especies -----	<u>chroococcum</u>
	<u>beijerinckii</u>
	<u>vinelandii</u>
	<u>agilis</u>
	<u>macrocytogenes</u>
	<u>indica</u>

(Srock. T. 1979) (7) , (Borrow William 1976) (11)

CARACTERISTICAS GENERALES DE Azotobacter sp

Este genero presenta celulas en forma de bacilio, en ocasiones levaduriformes, dispuestas de dos en dos, gram-negativo, aeróbicos obligados, con un tamaño entre 4 y 6 Mm. no esporulantes presentan pleomorfismo en ocasiones, y son capaces de fijar el N_2 asimbioticamente, fijan nitrógeno atmosférico cuando disponen de hidratos de carbono ó de otra provisión de energía, crecen mejor en medios deficitarios de nitrógeno, debido a que el nitrógeno residual lo prefieren mejor que al gaseoso, la reproducción es por fisión binaria o fisión transversal. El resultado de este proceso reproductor es que la célula individual se divide en dos, después de formarse un tabique transversal que separa los contenidos celulares, es un proceso de reproducción asexual.

(Stanier y Duderoff 1973) (2) , (Schlegel 1976) (3) ,
 (Peleaza y Reid 1978) (5) , (Brock 1978) (6) ,
 (Cronquist 1977) (10) .

ALGUNAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS COMO SON TAMAÑO Y FORMA ASI
 COMO CARACTERISTICAS COLONIALES, PROCEDENCIA Y HABITAT.

En cuanto al tamaño y forma no varian mucho dentro de la especie en cuanto a procedencia y habitat se encontro gran variación desarrollandose en suelos, canales y grutas esto lo podemos observar en la siguiente tabla.

Especies de Azotobacter y habitac de las mismas

(G. Shlegel 1976) (3)

Especie	Tamaño y forma	Características Coloniales	Procedencia y Habitat
<u>Azotobacter chroococcum</u>	3.11, 2 Mm Generalmente de dos en dos	Mucosas de coloración obscura producen quistes	Suelo
<u>A. agile</u>	3.3, 2.8 Mm Aislados ó de dos en dos	Segregan un pigmento ama- rillo de fluorecencia blanca	Canales y Grutas.
<u>A. vinelandii</u>	3.4, 1.5 Mm Generalmente de dos en dos	Grandes mucosas segregan un pig- mento amarillo de fluorecencia verde, forman quistes	Suelos
<u>A. indicum</u> (<u>Beijerinckia</u>)	2 Mm	Grandes mucosas incoloras	En suelos ácidos principal- mente late- riticos pH 5.0

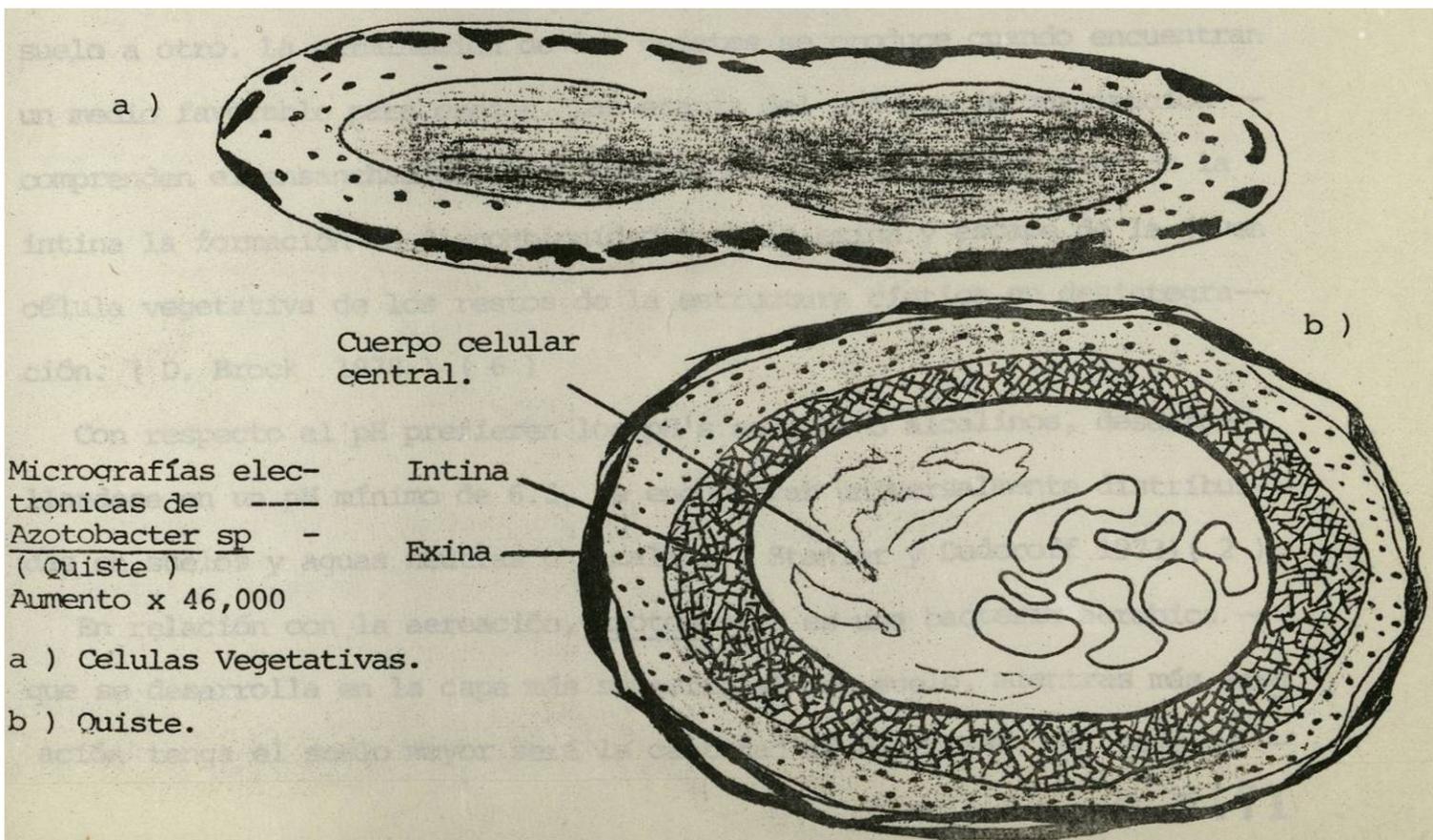
NOTA: Mm = Micrómetros

EFECTO DEL MEDIO AMBIENTE SOBRE Azotobacter 4

Ante las condiciones adversas del medio ambiente (sequía, radiaciones etc..) esta bacteria Azotobacter responde formando quistes. Los quistes son características del genero pero se forman solamente bajo ciertas condiciones: con una variedad de glúcidos, alcoholes y ácidos orgánicos, el metabolismo de los compuestos carbonados es estrictamente oxidativo, apareciendo raramente ácidos u otros productos de fermentación en un cultivo líquido sin agitación, el crecimiento se produce como una película superficial, pero una aereación forzada permite un crecimiento homogéneo y lo acelera intensamente. El organismo es muy sensible al pH ácido y generalmente no crece a valores de pH inferiores a 6.0 .

Hablando de la estructura del quiste encontramos las siguientes partes:

- 1) Un cuerpo central denso que se asemeja a la célula vegetativa en su estructura fina,
- 2) Una capa homogénea menos densa, la intina y
- 3) Una capa externa estratificada y rugosa, la exina. (Brock 1978) (6) , (Frubisher y Fuerst 1976) (16)



Al igual que en las endosporas bacterianas, los quistes tienen una -- gran respiración endógena inapreciable y son resistentes a la desecación, desintegración mecánica y radiaciones ultra violeta e ionizantes, al -- contrario que las esporas, sin embargo no son especialmente resistentes al calor y no son latentes del todo puesto que oxidan rápidamente las -- fuentes exógenas de energía. El tratamiento con agentes quelatos metálicos, como el citrato, ocasiona la solubilización de la intina y de la -- exina, posiblemente debido a que la estructura de esas capas están estabilizadas con metales. El cuerpo central es liberado entonces en forma -- viable. Este cuerpo no posee la resistencia característica del quiste, -- sugiriendo por tanto que es la cubierta del quiste la que confiere la -- resistencia.

La función ecológica del quiste es probablemente la de capacitar a la célula de Azotobacter para vivir en épocas de sequía y para sobrevivir -- a los efectos de la radiación durante su dispersión por el aire de un -- suelo a otro. La germinación de los quistes se produce cuando encuentran un medio favorable para crecer. Las etapas del proceso de germinación -- comprenden el ensanchamiento del cuerpo central, la desaparición de la -- intina la formación de discontinuidades en la exina y escape de la joven célula vegetativa de los restos de la estructura cística en desintegra-- ción. (D. Brock 1978) (6)

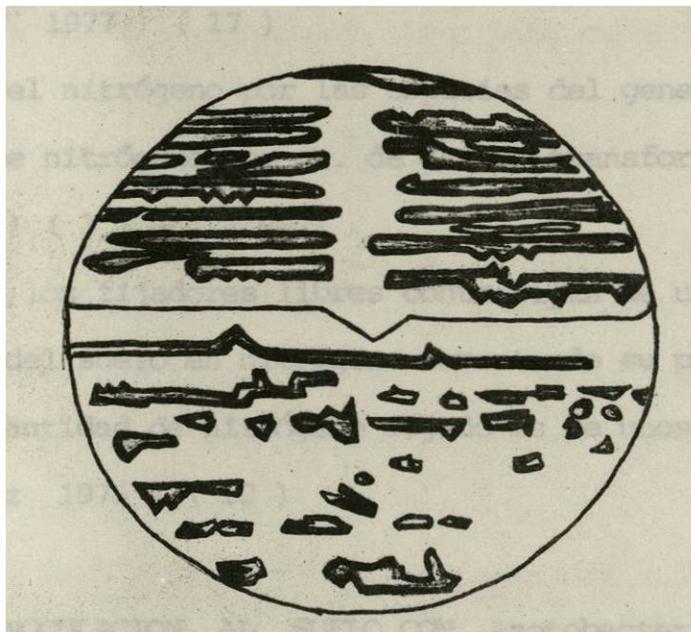
Con respecto al pH prefieren los pH's neutros o alcalinos, desarro-- llándose en un pH mínimo de 6.5, se encuentran universalmente distribui-- das en suelos y aguas neutras o alcalinas(Stanier y Dudohoff 1973) (2).

En relación con la aereación, Azotobacter es una bacteria aerobica -- que se desarrolla en la capa más superficial del suelo, mientras más aereación tenga el suelo mayor será la cantidad de bacterias; así pues un --

suelo mullido nos dara mayor desarrollo bacteriano, lo mismo un suelo ---
rico en materia orgánica este último doblemente favorable, porque ---
favorece la areación y proporciona la fuente de energía para el genero -
Azotobacter. (Echegaray 1977) (1)

CARACTERISTICAS DE LAS COLONIAS DE Azotobacter sp

La mayoría de estos organismos producen polisacáridos mucilagino---
sos extracelulares que confieren a sus colonias una apariencia mucóide
(Stanier y Dudooroff 1973) (2). En un cultivo líquido sin agitación
el crecimiento de las colonias se produce como una película superficial,
pero una aereación forzada permite un crecimiento homogéneo y lo acelera
intensamente. (D. Brock 1978) (6)



Cultivo en placa de Azotobacter vinelandii, mostrando las colonias
lisas y brillantes típicas de Azotobacter.

IMPORTANCIA DE Azotobacter EN LA FIJACION DE NITROGENO ATMOSFERICO

En este tema existen diferentes puntos de vista dependiendo de los autores, lo cual demuestra la poca investigación que se ha hecho sobre esta bacteria. El carácter primario que define a los quimio heterótrofos aerobios del grupo Azotobacter es su capacidad de fijar grandes cantidades de nitrógeno hasta 10 mgr/gr de sustrato orgánico respirado.

(Stanier y Dudooroff 1973) (2)

Las especies de Azotobacter son aerobias y crecen y fijan nitrógeno en tierras de reacción cercana a la neutra. La fijación no simbiótica del nitrógeno agrega incluso 40 libras de nitrógeno por año a un acre de terreno; la cifra media es de 5 a 10 libras por acre al año. La eficiencia de las bacterias no simbióticas varía con las condiciones del terreno. (Carpenter 1977) (17)

La fijación del nitrógeno por las especies del genero Azotobacter es de unos 20 mgr de nitrógeno por gr. de azúcar transformados .

(Schlegel 1976) (3)

Se admite que los fijadores libres contribuyen de un modo notable al enriquecimiento del suelo en nitrógeno aumentando su productividad y se calcula que la cantidad de nitrógeno fijado es de unos 10 Kg por hectárea por año. (Senez 1976) (12)

INOCULACION AL SUELO CON Azotobacter

Existen discrepancias sobre la efectividad de la inoculación del suelo con Azotobacter. Se ha intentado fertilizar los suelos esparciendo cultivos artificiales de Azotobacter, práctica que aparentemente da buenos -

resultados. Sin embargo, se discute la eficiencia real de estos microorganismos. Ya que para desarrollarse necesitan cantidades elevadas de sustratos carbonados metabolizables. (Senez 1976) (12)

Los resultados muestran que no son convenientes las ventajas de tal inoculación. como Azotobacter es ubicuo, si las condiciones del suelo son favorables, la inoculación será de poco valor. En suelos forestales, donde se añaden continuamente grandes cantidades de materia orgánica en forma de restos de hojas, se produce una considerable fijación aerobia de nitrógeno, pero todavía no se ha visto que participe Azotobacter. Sería de desear el trabajo posterior sobre la ecología de este interesante genero. (Peleaza y Reid 1978) (5)

En algunos países como los Estados Unidos, Inglaterra y Alemania se tienen cepas de Azotobacter spp que se vende comercialmente en bolsas plasticas de un Kg aproximadamente y listo para esparcirse en el suelo.

FIJACION DEL NITROGENO

La utilización del gas nitrógeno (N_2) como fuente nitrogenada se denomina fijación del nitrógeno y es una propiedad que poseen unicamente ciertas bacterias y algas, así que dentro de las bacterias que fijan N_2 encontramos el genero Azotobacter.

El proceso de fijación de nitrógeno es reducido a Amoniacó y éste es convertido en la forma orgánica. El proceso de reducción es catalizado por la enzima nitrogenasa, que consiste en dos componentes proteicos separados, llamados componentes I y II . Los dos componentes contienen hierro y el componente I contiene además Molibdeno. Los componentes de la nitrogenasa son inactivados por el oxígeno, incluso si son aislados

a partir de un aerobio. Debido a la estabilidad del enlace $N \equiv N$, el N_2 es extremadamente inerte y su reducción es un proceso que requiere mucha energía. Tienen que transferirse seis electrones para reducir el N_2 a $2NH_3$, y pueden suponerse varios pasos intermedios, pero puesto que nunca se han aislado intermediarios, actualmente se supone que los tres pasos de reducción sucesivos tienen lugar con los intermediarios firmemente unidos a la enzima. La fijación del nitrógeno es de naturaleza altamente reductora y el proceso es inhibido por el oxígeno. En las bacterias aerobias la fijación del N_2 tiene lugar en presencia de O_2 en las células enteras, pero no en las preparaciones enzimáticas purificadas, y se cree que la nitrogenasa, dentro de las células, se halla en un microambiente protegido del O_2 . Algunas bacterias y algas que pueden crecer tanto aeróbicamente como anaeróbicamente, fijan N_2 sólo en condiciones anaeróbicas.

Los electrones para la reducción del nitrógeno son transferidos a la nitrogenasa desde la ferredoxina, el transportador de electrones de bajo potencial redox (De hecho la ferredoxina se descubrió primeramente en las bacterias fijadoras de nitrógeno al realizar estudios sobre la naturaleza del transportador de electrones en la fijación del nitrógeno, y luego se encontró que también estaba presente en los organismos no fijadores de nitrógeno) en Clostridium pasteurianum la ferredoxina es reducida por la escisión fosforoclastica del piruvato y el ATP es sintetizado al mismo tiempo. En todos los organismos estudiados, además de la ferredoxina reducida es necesario el ATP para la fijación del N_2 .

Los electrones son primeramente transferidos al componente II, la ferroproteína, aunque el componente II debe primeramente reaccionar con el ATP antes de que pueda aceptar electrones. Una que el componente II

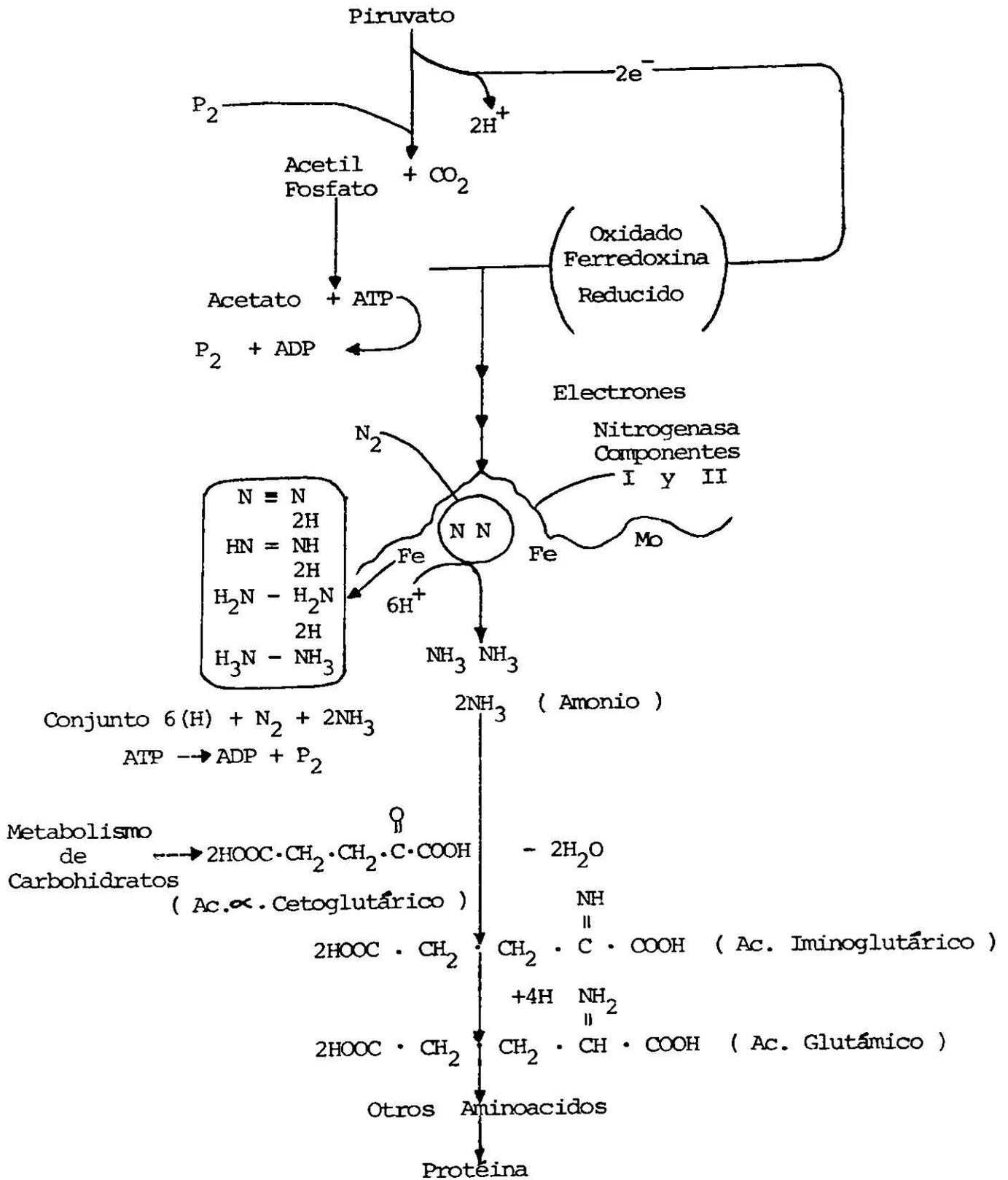
es reducido, puede reaccionar con el componente I oxidado, la proteína ferromolibdenica, que luego es reducida. El componente I, reducido puede ahora convertir el N_2 a NH_4 . La nitrogenasa no es específica para el N_2 , siendo que también reduce el cianuro (CN^-), el acetileno ($H_2C=CH_2$). La reducción del acetileno probablemente no tiene una finalidad práctica para la célula, pero proporciona al experimentador una manera simple de medir la actividad de los sistemas fijadores de nitrógeno ya que es fácil medir la reducción del acetileno a etileno ($H_2C=CH_2$). Esta técnica se emplea actualmente para detectar la fijación de nitrógeno en sistemas desconocidos. Antes no era fácil probar que un organismo fijaba el nitrógeno: ciertamente, muchas suposiciones de fijación de nitrógeno por parte de microorganismos han resultado ser erróneas. El crecimiento de un organismo en un medio al que no se han añadido compuestos de nitrógeno, no significa que el organismo esté fijando N_2 del aire, puesto que a menudo hay trazas de compuestos de nitrógeno en forma de contaminantes en los ingredientes de los medios de cultivo o penetran en los medios de cultivo en forma gaseosa o como partículas de polvo. Incluso el agua destilada puede estar contaminada con amoníaco.

Un método para probar la fijación de nitrógeno es mostrar un incremento en el contenido total de nitrógeno del medio más el de los organismos después de la incubación; debería suponerse que el nitrógeno incrementado sólo podría proceder del nitrógeno del aire. Un procedimiento más sensible es utilizar un isótopo de nitrógeno. (^{15}N) como trazador, la fase gaseosa de un cultivo es enriquecida con ^{15}N (No es un isótopo radioactivo, sino estable y su presencia se detecta con un espectrofotómetro de masa) y después de la incubación son digeridas las células y el

medio; el amoníaco producido es destilado y se comprueba su contenido en ^{15}N . Si ha habido una producción significativa de NH_3 marcado con ^{15}N , ello prueba que hay fijación de nitrógeno. Sin embargo, el método de reducción de acetileno es un procedimiento todavía más sensible para medir la fijación de nitrógeno y está sustituyendo rápidamente al método del ^{15}N , más dificultoso. El cultivo (o extracto celular) es incubado con acetileno y la mezcla de reacción es luego analizada por cromatografía en fase gaseosa para la producción de la sustancia gaseosa etileno. Este método es mucho más simple y rápido que los demás.

(D. Brock 1978) (6)

FIJACION DE NITROGENO DENTRO DE LA BACTERIA



(Carpenter 1977) (17) y (D. Brock 1978) (6).

FACTORES QUE AFECTAN LA FIJACION DE NITROGENO

(Echegaray 1977) (1), (Brock 1978) (6), (Stanier y Dodoroff 1973) (2) entre otros, han publicado trabajos referentes a los diversos factores que influyen sobre la fijación asimbiótica por Azotobacter, sin embargo, existen diferentes criterios para agrupar dichos factores. Algunos autores los clasifican en factores físicos, químicos y biológicos.

Como podemos observar dentro de los factores físicos encontramos la temperatura donde si la temperatura es óptima para el enquistamiento sea diferente a la del proceso de fijación (D. Brock 1978) (6) los aumentos en la temperatura del suelo incrementaron el crecimiento y favorecieron la fijación de nitrógeno pero a las temperaturas menores se fijó la mayor cantidad de nitrógeno en los cultivos (Stanier y Dodoroff 1973) (2).

Podemos encontrar factores como la textura, que en caso de ser arcillosas dificultan la penetración de aire en el suelo por lo cual el desarrollo de los microorganismos aerobios se ve afectada al igual que la eficiencia en la fijación de nitrógeno (Echegaray 1977) (1) (Bustos 1967) (9) y (Nelson y Tisdale 1982) (19).

En cuanto a la estructura encontramos que si se tiene un acomodo de las partículas del suelo estas influirán sobre los microorganismos del suelo aunque estos son en gran parte los formadores de dicha estructura porque durante el proceso de descomposición de materia orgánica secretan sustancias que forman agregados en el suelo. (Nelson y Tisdale 1982) (19).

Podemos encontrar como factor importante la aereación donde

Azotobacter que es una bacteria aerobica que se desarrolla en la capa más superficial del suelo, mientras menos aereación tenga el suelo menor será la cantidad de bacterias, asi pues un suelo con menor compactación tendra mayor número de bacterias mientras que en un suelo muy compacto sin espacios bien aereados nos dará menor desarrollo bacteriano.

(Echegaray 1977) (1).

Otro factor que inhibe la fijación del nitrógeno es la profundidad del suelo porque sabemos que a mayor profundidad encontraremos menor cantidad de bacterias y por lo tanto una menor fijación de nitrógeno por Azotobacter. (Piatkin 1970) (18)

Los factores químicos son muy importantes encontrando algunos que afectan la fijación como el pH, las bacterias que fijan nitrógeno son afectadas por pH's menores a los neutros esto es en pH's ácidos donde la fijación de nitrógeno por bacterias es casi nula.

(Stanier y Dudoroff 1973) (2)

Si existen grandes cantidades de nitrógeno en el suelo la fijación que realiza Azotobacter es inhibida por la gran cantidad de nitratos, aunque la población de Azotobacter continua su desarrollo normal.

(Schlegel 1976) (3)

Los microorganismos son capaces de resistir grandes presiones. Se necesitan presiones de 300 a 7000 Kg/plg² cuando tenemos presiones de 90,000 Kg/plg² durante 14 horas las esporas de las bacterias se inhiben. (Echegaray 1977) (1)

Los factores biológicos juegan un papel importante dentro de los factores que afectan la fijación como son los daños producidos por la competencia con otras poblaciones de bacterias, por hongos o algunos protozoarios etc. Los cuales pueden causar pérdidas considerables y reducir la

cantidad de nitrógeno fijado. (D. Brock 1978) (6)

La competitividad caracterizada por la capacidad de competir con otras bacterias reduce la cantidad de nitrógeno fijado por la bacteria.

(Echegaray 1977) (1)

La falta de materia orgánica en el suelo baja la población microbiana del mismo entre ellas la población del genero Azotobacter. (Sistrom 1973)

(4) La escasa cantidad de materia orgánica en el suelo causa una disminución en las poblaciones nativas de bacterias existentes en el suelo.

(D. Brock 1978) (6)

A B O N O S O R G A N I C O S

CONCEPTOS G E N E R A L E S

Los abonos empleados en la explotación agrícola se agrupan en dos categorías: abonos orgánicos y abonos químicos. Durante siglos, la agricultura extensiva y tradicional utilizó únicamente los residuos de plantas y animales para compensar las pérdidas debidas a la explotación y el lavado de las materias nutritivas que salen de la finca y del suelo.

Este sistema conducía al empobrecimiento gradual del capital nutritivo con disminución de las cosechas.

Posteriormente vinieron los abonos químicos extraídos de fuentes naturales ó fabricados sintéticamente, los cuales han llegado a quintuplicar el nivel nutritivo natural del suelo, aumentando los rendimientos de una manera excepcional. Con el transcurso del tiempo, se ha comprobado que los abonos orgánicos continúan siendo indispensables, para mantener el buen estado húmico del suelo, mejor estructura, régimen de humedad y actividad microbiana favorables, sin olvidar el aporte químico siempre importante de estos abonos. A pesar de la superioridad del abono mineral sobre el orgánico, está bien constatado que un abono orgánico mezclado con abono químico es siempre superior al abono químico sólo a igualdad de dosis de principios sustitutivos. (Baeynes 1970) (22)

ESTIERCOL

El estiércol es uno de los residuos agrícolas más importantes. La palabra estiércol se emplea respecto a los desechos de los animales de finca, aunque como regla general la mayor parte del estiércol que se

coloca en el suelo está producido por el ganado vacuno. Esto viene completado más o menos extensamente por el estiércol de caballo, carnero y animales de corral (gallinaza). (Buckman y Brady 1977) (23)

El estiércol es una mezcla de las camas de los animales con sus -----
deyecciones sólidas y líquidas, en una relación aproximada de 3 a 1 respectivamente.

CLASES DE ESTIERCOL

Se distinguen dos clases de estiércol.

- Estiércol frío: vacuno, cerdo (Baeynes 1970) (22)
- Estiércol caliente: ovejas, caballo y aves de corral.

Los estiércoles calientes evolucionan más deprisa porque son más concentrados, se calientan y maduran más fácilmente y tienen una acción más rápida, más o menos prolongada.

Los estiércoles fríos tienen una acción lenta pero más duradera, están más indicados en suelos ligeros, arenosos, mientras que los estiércoles calientes se aplican a los suelos pesados, calientan el suelo y activan de esta forma la vegetación, gracias a una mineralización más rápida. -
Cualquier estiércol que contenga mucha turba es frío, ya que ésta fermenta con dificultad. El estiércol con pajas se calienta más fácilmente ya que contiene muchas sustancias hidrocarbonadas fermentables.

En un buen estiércol, la ploriferación microbiana es rápida y los ---
principios nutritivos, se acumulan durante la maduración. Las bacterias participan en la transformación de fósforo de los suelos y en la amonificación que aumenta durante los primeros treinta o treinta y cinco días, mientras que las bacterias nitrificantes se multiplican a partir de la -

segunda fase de maduración. Después de 45 - 60 días, la maduración finaliza.

La maduración del estiércol consiste en transformaciones microbianas y bioquímicas del estiércol fresco hasta el estado de estiércol hecho ó maduro. La maduración generalmente lenta, es una mineralización de los productos orgánicos, con producción de materias más sencillas directamente asimilables por las plantas. (Baeyens 1970) (22)

COMPOSICION QUIMICA DEL ESTIERCOL

Resulta difícil precisar cifras de la composición del estiércol mezclado que generalmente se aplica sobre la tierra. Esto es a causa de un número variable de factores que entran y pueden cambiar radicalmente las cantidades de N, P_2O_5 y K_2O presentes. (Buckman y Brady 1977) (23)

Un aspecto, a menudo olvidado del estiércol de las granjas es el contenido de nutrientes secundarios y micronutrientes. Con esto, el contenido varía ampliamente. (Nelson y Tisdale 1982) (19)

Los factores que determinan el valor del estiércol son los siguientes:

- Modo de conservación. (Manejo y Almacenamiento)
- Edad de los animales.
- Especie Animal.
- Tipo e intensidad del régimen alimenticio.
- Naturaleza de las camas.

Referente a la composición química del estiércol vacuno como del aviar (Gallinaza), se tienen numerosos trabajos. Así (Baeyens 1970) (22), señala que el estiércol vacuno contiene 0.40% de N, 0.18% de P_2O_5 y 0.45% de K_2O , (Selke 1968) (24), señala que el estiércol vacuno con-

tiene 80% de agua, 18% de materia orgánica, 0.30% de N total, 0.05% de N - soluble, 0.20% de P_2O_5 , 0.10% de K_2O y 0.10% de Ca. Respecto a la gallinaza señala 1.2 a 4.1% de N - total; 1.1 a 2.6% de P_2O_5 ; 0.8 a 2.3% de K_2O y 2.4 a 6.8% de Ca. Asimismo este autor, señala sobre un total de 117 análisis que el contenido medio de estiércol en micronutrientes es de 43.8 y 217.8 ppm de Mn; asimismo de 16.4 a 82.1 ppm de Zn en estiércol fresco y desecado respectivamente.

(Tisdale y Nelson 1970) (19) indican que la gallinaza contiene - expresados en Kg/Tonelada de 14.13 a 15.31 de N, de 3.62 a 5.61 de fósforo (P) y de 3.17 a 5.79 de Potasio (K); relacionando con los micronutrientes y nutrientes secundarios señalan para el estiércol de granjas, los siguientes en gramos por tonelada: 1087.2 a 33,522 de Ca, 724.8 a 2,627 de Mg, 13.59 a 81.54 de Zn, 4.53 a 81.54 de Mn y 36.24 a 411.29 de Fe.

(Mestanza 1973) (25) indica para gallinaza proveniente de dos zonas diferentes que, los contenidos de nutrientes variaron de 2.3 a 3.2% de nitrógeno, de 2.5 a 3.1% en fósforo (P), de 0.14 a 0.27% en potasio (K), 1.0 a 1.5% en Mg, de 2.42 a 3.20% en Ca. En cuanto a los micronutrientes señala para Mn de 322.8 a 415.1 ppm, para Zn de 270.2 a 550.2 ppm y para Fe de 261.4 a 540.2 ppm contenidos que el autor considera ---altos.

Es un abono de acción bastante lenta, aunque prolongada. Es necesario pues, distinguir dos efectos: un efecto relativamente inmediato y un efecto remanente. La " vieja fuerza " del suelo se debe en parte, a la acumulación de estiércol a lo largo de los años. En tierras arenosas el estiércol actúa durante el primer año especialmente, mientras que en suelos francos ó pesados el efecto del estiércol subsiste durante el segundo, -

tercero e incluso cuarto año. (Baeyens 1970) (22)

Aunque el estiércol ejerce un efecto residual considerable, el cultivo para el cual se aplica resulta el más beneficiado. En consecuencia en -- algunas rotaciones son aconsejables aplicaciones más frecuentes y más -- ligeras. (Millar 1964) (26)

ES UN ABONO ORGANICO

Fuente principal de CO_2 , es también un abono coloidal. Las propieda-- des coloidales del humus son superiores a las de la arcilla pero varían -- según la clase de suelo y el tipo de arcilla.

El estiércol absorbe los cationes, mejora la estructura física de los suelos ligeros y mulle los suelos pesados. Mejora el régimen de humedad del suelo y su poder calorífico. En suelos arenosos aumenta la capacidad de retención de humedad hasta en un 4%; los suelos pesados se hacen más -- permeables y drenan mejor el exceso de agua. (Echegaray y Millar, 1977 y 1964) (1) (26) respectivamente.

(Echegaray 1977) (1) nos dice que el estiércol esta constituido -- por tres grupos de componentes que son: 1) Excreciones sólidas de los -- animales, 2) Excreciones líquidas u orinas y 3) Las camas.

La naturaleza química y la concentración relativa de estos componen-- tes varía mucho en diferentes estiércoles ya que depende del tiempo del -- animal del método de alimentación y manejo de los animales y del tipo de camas utilizadas.

Los residuos vegetales utilizados en las camas, son muy ricos en car-- bohidratos especialmente en celulosa pero bajos en nitrógeno y elementos minerales. La orina es rica en nitrógeno y minerales pero tiene muy pocos carbohidratos, las excreciones sólidas contienen bastantes proteínas ----

siendo por lo tanto el estiércol un medio apropiado para el crecimiento - de los microorganismos. La composición química de varios estiércoles es - anotada a continuación en las tablas #1 y #2 .

TABLA #1

Constituyentes Químicos	Estiércol de vaca (sólido y líquido).	Estiércol de cabra (sólido y líquido).	Gallinaza (sólida y líquida).
Sustancias solubles en éter.	2.8%	2.8%	2.8%
Materia orgánica soluble en agua fría.	5.0%	19.2%	15.3%
Materia orgánica soluble en agua caliente.	5.3%	5.7%	5.5%
Hemicelulosa.	18.6%	18.5%	18.4%
Celulosas.	25.2%	18.7%	22.2%
Lignina.	20.2%	20.7%	20.4%
Proteína total.	14.9%	25.5%	17.9%
Cenizas.	13.0%	17.2%	15.4%

Composición química de diferentes estiércoles secos libres de camas - según (Waksman y Diehm 1972) (27).

TABLA #2

Estiércol	Humedad (%)	Nitrógeno (%) Materia seca	P ₂ O ₅ (%) Materia seca	K ₂ O (%) Materia seca
Vaca.	80	1.67	1.11	0.56
Cabra.	68	3.75	1.87	1.25
Gallina	56	6.27	5.92	3.27

Composición química de diferentes estiércoles según Jenkins (28).

Una tonelada de estiércol fresco contiene de 200 a 300 Kilos de materia seca, cerca de 5 Kilos de nitrógeno, 3 Kilos de P₂O₅, algunas veces el estiércol es tratado en compostas antes de ser agregado al suelo con el objeto de eliminar ciertas características no deseables del estiércol fresco, destruir las malas hierbas y obtener un producto que puede ser manejado en forma pulverizada.

DESCOMPOSICION DEL ESTIERCOL

(Echegaray 1977) (1) nos dice que el estiércol cuando es colocado en compostas y mantenido en condiciones favorables de humedad y aereación es inmediatamente atacado por una gran variedad de microorganismos entre los que se incluyen hongos, bacterias protozoarios, actinomicetes y otros organismos. Estos microorganismos provienen del contenido intestinal de los animales o del suelo. En el proceso de descomposición del estiércol, se observa que los carbihidratos y las proteínas se destruyen rápidamente

y a su vez hay una síntesis considerable de sustancias microbianas. El grado de descomposición en la composta depende en gran parte de la naturaleza y composición del estiércol y de las condiciones en que dicho ataque se está efectuando.

La velocidad de descomposición del estiércol, la liberación de su nitrógeno en forma de compuestos aprovechables para las plantas y la formación de humus dependen de la naturaleza y abundancia de sus tres componentes.

Según (Deherain 1974) (29) el papel de las camas consiste en absorber los líquidos excretados por los animales y en proporcionar las celulosas, sustancias que caracterizan al proceso de descomposición y a los productos resultantes de dicha descomposición. Además de darle al estiércol un valor especial como mejorador del suelo.

Todos los constituyentes del estiércol son descompuestos por varios grupos de microorganismos. Los pentosanos, celulosas y algunas proteínas son descompuestas muy lentamente. Después de cierto tiempo de descomposición, proteínas sintetizadas por los microorganismos, pequeñas cantidades de celulosas y hemicelulosas en descomposición, elementos minerales y otras sustancias en pequeñas cantidades.

Es de interés hacer notar que en el estiércol fresco, la cantidad de celulosa es mayor que la de hemicelulosas, fenómeno contrario sucede en el estiércol descompuesto. Esto se debe a que ciertas hemicelulosas como los pentosanos son descompuestas más rápidamente que la celulosa pero otras hemicelulosas como las galactanas y ciertos ácidos aurónicos son resistentes a la descomposición y se acumulan, además que los microorganismos al descomponer el estiércol sintetizan grandes cantidades de hemicelulosa microbiana (Mycodextranas, Mycogalactanas, Gomas bacterianas etc.)

(Deherain 1974) (29) distingue dos procesos en la descomposición del estiércol: 1) Un proceso aeróbico en el cual la composta alcanza una temperatura de 65 - 70 °C y 2) Un proceso anaeróbico en el cual la temperatura máxima desarrollada es de 30 - 35 °C. La composición de los gases formados en la descomposición del estiércol pueden verse en la --- tabla #3 .

TABLA #3

Gases.	Parte exterior de la composta.	Parte media de la composta.	Fondos de la composta.
Bioxido de carbono.	21.6%	31.0%	37.1%
Oxígeno.	0.0%	0.0%	0.0%
Metano.	0.0%	33.3%	58.0%
Nitrógeno	78.4%	35.3%	4.9%

Composición de los gases en diferentes partes de la composta.

Deherain nos dice que los numerosos procesos que intervienen en la -- descomposición del estiércol están íntimamente relacionados, pudiendo ser por lo tanto considerados desde tres puntos de vista generales: 1) Des-- composición de la materia orgánica del estiércol y formación de humus, - 2) Reacciones de oxidación, reducción y liberación, además de la síntesis de los compuestos nitrogenados y 3) Influencia de los microorganismos del estiércol en la población microbiológica del suelo y en los procesos del suelo.

TRANSFORMACION DEL NITROGENO EN LA DESCOMPOSICION DEL ESTIERCOL

Gran parte del nitrógeno consumido por los animales es eliminado en las porciones líquidas y sólidas de sus excreciones. Casi el 50% ó más del nitrógeno encontrado en el estiércol procede de la urea y carbonato de amonio de la orina. Este nitrógeno se nitrifica rápidamente al ser añadido el estiércol al suelo. El nitrógeno de las excreciones sólidas es transformado a nitratos después de que el estiércol ha sufrido la descomposición durante un período de tiempo considerable.

En el proceso de descomposición los microorganismos que descomponen a las celulosas y pentosanos consumen gran cantidad de nitrógeno amoniacal para formar sus sustancias celulares, pero también atacan a los compuestos nitrogenados orgánicos liberando a parte de éste nitrógeno en forma aprovechable. Estas reacciones se verifican bajo condiciones ; al principio la formación de sustancias microbianas se verifica a expensas del nitrógeno amoniacal, pero después son atacadas las proteínas y se libera parte de su nitrógeno en forma amoniacal. (Echegaray 1977) (1)

Según Rusell y Richards (30) la transformación de los compuestos nitrogenados en el estiércol es distinta según se verifique en condiciones aeróbicas ó anaeróbicas.

En condiciones de anaerobiósis las proteínas son descompuestas formando amoníaco particularmente a altas temperaturas, la pérdida de materia seca y de nitrógeno está reducida al mínimo y los gases que se forman son principalmente CO_2 , CH_4 , H_2 y NH_3 . Bajo condiciones de anaerobiosis existen pérdidas considerables de nitrógeno, el amoníaco es transformado a nitritos y nitratos hay pérdida de materia seca y gran descomposición de compuestos nitrogenados. No se encuentra hidrogeno y metano y hay ---

acumulacion de nitratos.

TRANSFORMACION DEL FOSFORO Y DEL POTASIO EN LA DESCOMPOSICION DEL ESTIERCOL

Las transformaciones del fosforo y del potasio en el estiércol son muy similares a las transformaciones que sufren en el suelo estos elementos, fenómeno que ha sido estudiado.

CONSERVACION DEL NITROGENO EN EL ESTIERCOL

(Echegaray 1977) (1) nos dice que el principal problema de conservación en la composta es el tratar de evitar las pérdidas del amoníaco que se forma durante la descomposición del estiércol. Estas pérdidas pueden deberse a tres causas; (a) Volatilización del nitrógeno en forma de amoníaco , (b) Pérdidas de nitrógeno por desnitrificación y (c) Pérdidas de nitrógeno por el percolado de los nitratos formados. Para evitar estas pérdidas de nitrógeno se acostumbra añadir al estiércol substancias neutralizantes del amoníaco como HCl, H_2SO_4 , superfosfatos etc. substancias que funcionan como absorbentes como turba, tierra mullida, Yeso etc.. Para evitar las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación el camino indicado es detener el proceso de la nitrificación; esto se lleva a cabo creando condiciones de anaerobiósis en la composta ó añadiendo desinfectantes ó substancias ácidas que detienen el desarrollo de las bacterias nitrificantes.

EFFECTOS DEL ESTIERCOL EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS Y EN LA FERTILIDAD DEL SUELO

El estiércol interviene en el crecimiento de las plantas y en la fer-tilidad del suelo de la siguiente manera: 1) Como fuente de nitrógeno, - fósforo y potasio fácilmente aprovechables para el crecimiento de las --- plantas, 2) En la descomposición del estiércol se libera gran cantidad de CO_2 que es utilizado por las plantas , 3) La materia orgánica del estiércol aumenta el humus del suelo , 4) Tiene un efecto importante en las actividades microbiológicas del suelo , 5) Debido a su alto contenido - de microorganismos cuando es agregado al suelo modifica la población mi--crobiológica de dicho suelo y 6) Modifica el estado de agregación y a - los coloides del suelo. (Echegaray 1977) (1)

POBLACION MICROBIOLOGICA DEL ESTIERCOL

Los microorganismos del estiércol provienen del contenido intestinal de los animales y del suelo. Después de cierto tiempo de descomposición en la composta o en el suelo muchos de los microorganismos del estiércol mueren y son reemplazados por otros adaptados a los cambios de areación - y temperatura. Entre ellos los microorganismos termofílicos (hongos, bacterias y actinomyces) ocupan un lugar especial ya que se desarrollan a - temperaturas de 50 - 60 °C y también porque descomponen activamente a - los constituyentes del estiércol. (Echegaray 1977) (1)

BACTERIAS DEL ESTIERCOL

La temperatura y la aereación del estiércol son los factores más importantes que controlan la abundancia y tipos de bacterias. Entre las numerosas bacterias encontradas en el estiércol podemos mencionar a las bacterias que atacan a la urea, bacterias aeróbicas y anaeróbicas que descomponen a la celulosa, al Bacillus subtilis, Azotobacter sp, B. mesentericus, B. petastietes, al Bacterium putidum, Escheridichia coli, Bacterium enteritidis, Bacterium flauum, Pseudomonas fluorescens, Stafilococcus pyogenes, Sarcina flava, Sarcina lutea, Sarcina aurantiaca, bacterias nitrificantes, ciertas bacterias desnitrificantes, Myxobacterias y bacterias patógenas como el M. tuberculosis. (Echegaray 1977) (1)

ESTIERCOL ARTIFICIAL

Debido al desplazamiento de los animales de la granja por la maquinaria agrícola la cantidad de estiércol utilizable a disminuído considerablemente. Con el propósito de substituir al estiércol animal, se preparan estiércoles artificiales utilizando residuos de plantas (como paja de trigo u otros cereales) ricos en carbohidratos pero bajos en nitrógeno a los que se les añade compuestos inorgánicos nitrogenados (sales de amonio, nitratos, cianamida, urea etc.) compuestos de fósforo, de potasio y carbonato de calcio.

Esta composta es humedecida hasta un punto óptimo con el objeto de crear condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos. Los microorganismos utilizan rápidamente como fuente de energía a las celulosas y hemicelulosas, sintetizan sustancias celulares aprovechando el nitrógeno y los otros minerales agregados a la composta. (Mitchel 1974)

Algunos de los constituyentes de los residuos vegetales se descomponen más rápidamente que otros, se genera gran cantidad de calor y se observa una reducción en el volumen de la composta. (Echegaray 1977) (1) y - (Siström 1973) (4)

La población microbiológica y los procesos químicos de descomposición de ésta composta, es muy similar a las encontradas en las compostas de estiércol natural. Algunas veces se acostumbra inocular a estos residuos -- vegetales con suelo fresco ó con estiércol en descomposición obteniéndose resultados bastantes satisfactorios. La composta es volteada varias veces especialmente después de que la temperatura de ella es de 65 - 80 °C. -- El volteado debe ser frecuente para favorecer el desarrollo de hongos, --- actinomyces y bacterias aeróbicas. (Mitchel 1974) (14)

La humedad de la composta debe ser ajustada a un 70 - 80%. El exceso - de agua crea condiciones anaeróbicas que retardan el proceso de descompo- sición. La rapidez de descomposición de los residuos en la composta y su transformación en humus depende de: 1) La naturaleza química de los re- siduos, 2) La naturaleza y cantidad de los nutrientes inorgánicos espe- cialmente los nitrogenados, 3) La humedad, 4) La aereación y 5) La - temperatura de descomposición. Estos factores tienen también influencia - en la naturaleza química del humus producido en la composta y sus efectos en los procesos del suelo. (Mitchel 1974) (14) y (Siström 1973) (4)

Entre las fórmulas utilizadas para obtener un buen estiércol podemos - citar las siguientes:

Sulfato de Amonio -----	33.7 Kg
Fosfato ácido -----	11.1 Kg
Piedra caliza molida -----	30.0 Kg

utilize 75 Kilos de la mezcla anterior por tonelada de paja.

Súlfato de Amonio ----- 30.0 Kg

Fosfato ácido ----- 15.0 Kg

Piedra caliza molida ----- 25.0 Kg

Nitrato de Potasio ----- 12.5 Kg

utilize 83 Kilos de ésta mezcla por tonelada de paja. (Echegaray 1977)

(1)

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

Este trabajo se llevo a cabo en el campo agrícola experimental de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; situada en el municipio de Marín N.L.; con coordenadas geográficas de 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste en el meridiano de Greenwich, con una altura de 367 mts. sobre el nivel del mar.

Dicho trabajo se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano del año de 1984, bajo condiciones de riego. El clima predominante en la región es el semi-árido BS₁ de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García, la temperatura media anual es de 22 °C, la precipitación pluvial es ligeramente superior a los 500 mm..

Los materiales utilizados fueron:

En Campo

- Tractor.
- Arado.
- Rastra.
- Bordeador.
- Cinta Métrica.
- Nivel Topográfico.
- Azadones.
- Semilla de la variedad (Ranchero).
- Cal para delimitar el terreno.
- Hilo.

- Estacas.
- Bolsas.
- Barrena de caja.

En Laboratorio

- Fotocolorimetro.
- Espectrofotometro de absorción atómica.
- Contador de colonias.
- Microscopio compuesto.
- Autoclave.
- Incubadora.
- Cajas Pettri.
- Tubos de ensaye.
- Vasos de precipitado de 99 ml..
- Pizetas.
- Probeta graduada.
- Matraces de 50 y 100 ml..
- Soluciones patrón.
- Manitol.

Preparación del terreno.

Se procedió a la delimitación del terreno que fué de 30 mts. de ancho por 45 mts. de largo, posteriormente el terreno se roturo, se rastreo, - se delimitaron las unidades experimentales, se procedió a aplicar la materia orgánica, se surcó el terreno y se llevó a cabo el levantamiento de los bordos para los canales de riego.

Los materiales fueron:

- Cintas métricas.
- Estacas.
- Tractor, e implementos agrícolas para la roturación, rastreo, surcado y bordeo.

Diseño Experimental

Los cinco tratamientos que se estudiaron se distribuyeron en el campo en un diseño de bloques al azar, con cinco repeticiones, para tener así - un total de 25 unidades experimentales.

Cada unidad experimental estaba formada por un área de 36 mts²., la parcela útil estaba formada de 9 mts²., comprendida en la parte central de cada unidad experimental. Los tratamientos fueron aplicaciones de diferentes abonos orgánicos y un testigo, distribuidos de la siguiente manera:

T₁ := Testigo.

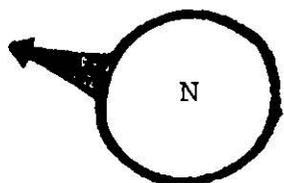
T₂ := Gallinaza.

T₃ := Compost.

T₄ := Estiércol de vaca.

T₅ := Estiércol de cabra.

Distribución y Ubicación de los Tratamientos en el Campo.



T ₂ Gallinaza	T ₃ Compost	T ₅ Cabra	T ₄ Vaca	T ₁ Testigo
T ₃ Compost	T ₄ Vaca	T ₁ Testigo	T ₅ Cabra	T ₂ Gallinaza
T ₁ Testigo	T ₅ Cabra	T ₂ Gallinaza	T ₄ Vaca	T ₃ Compost
T ₂ Gallinaza	T ₃ Compost	T ₁ Testigo	T ₅ Cabra	T ₄ Vaca
T ₂ Gallinaza	T ₅ Cabra	T ₃ Compost	T ₄ Vaca	T ₁ Testigo

Aplicación de Materia Orgánica.

Consultando trabajos de investigación en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León encontramos que la cantidad óptima de gallinaza por hectárea era de 10 Toneladas. Para las otras fuentes la cantidad requerida por hectárea era superior pero decidimos tomar como base 10 Toneladas por hectárea para evitar que en el tratamiento con gallinaza se presentaran efectos adversos.

Estas fuentes de materia orgánica fueron proporcionadas por diferentes instituciones y compañías privadas, entre ellas la Planta Procesadora de Gallinaza, Planta Industrializadora de Basura, Rancho del Sr. José García de Agua Fría N.L. y la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L..

El procedimiento que se siguió para la aplicación de materia orgánica fue el siguiente:

Se calculó y se pesó la cantidad de materia orgánica necesaria la cual fue de 36 Kg. por unidad experimental, que equivale a 180 Kg. por tratamiento. Para el total de tratamientos se utilizó la misma cantidad de materia orgánica. Se procedió a esparcirla homogéneamente en el área de cada unidad experimental, posteriormente se incorporó al suelo utilizando implementos manuales para evitar la confusión de los tratamientos.

S I E M B R A

Estase realizó a tierra venida aprovechando la humedad del riego de pre-siembra que se dió el 9 de Marzo de 1984, la siembra se realizó el 16 de Marzo del mismo año. La cantidad de semilla utilizada fue mayor que la recomendada con la finalidad de prevenir fallas en la germinación y --

teniendo ya planeado un raleo dentro de las prácticas culturales. Esta -- siembra se realizó manualmente. A pesar de la gran cantidad de semilla -- utilizada, la germinación fué muy deficiente, debido a que en el momento de la siembra la costra era demasiado gruesa y las semillas no pudieron -- encontrar humedad, por lo cual se procedió a dar otro riego el día 20 de Marzo de 1984, para poder resembrar el día 26 de Marzo del mismo año. -- Esta vez teniendo éxito.

MUESTREOS DE SUELO

Se realizó un primer muestreo para la determinación de nitrógeno.

El segundo muestreo de suelo se realizó posterior a la elección del -- terreno, para detectar la presencia de la bacteria.

El tercer muestreo se realizó antes del riego de presiembra que fué el 9 de Marzo de 1984, posteriormente los muestreos se espaciaron cada 15 -- días hasta la terminación del ciclo del cultivo.

La metodología seguida para los muestreos fué la siguiente:

En el segundo muestreo se tomó una muestra compuesta para cada repeti-- ción. En el tercer muestreo la metodología utilizada fué:

Tomar una muestra de la parcela útil de cada unidad experimental. Esta técnica siguió hasta el último muestreo.

En todos los muestreos para la toma de muestras se utilizó la barrena de caja y se tomaron muestras de 30 cm. del perfil del suelo, se coloca-- ron en bolsas de plástico ó polietileno y se procedió a realizar el análi-- sis inmediatamente para evitar los efectos nocivos del microclima creado por el polietileno.

Análisis Microbiológico de las Muestras de Suelo

Este análisis se realizó por medio del método de cuantificación y --- observación de bacterias y actinomicetos del suelo por el método de dilución de placa.

Utilizando un medio específico de cultivo para Azotobacter sp (Mani--- tol) y el pH ligeramente alcalino. (García Trejo 1981) (20)

Para la incubación de éste genero de bacterias se utilizó una incubadora a una temperatura de 35 °C. Todas las muestras permanecieron en la incubadora durante 5 días.

Identificación y Conteo de las Bacterias

La identificación se realizó con la ayuda de un microscopio compuesto y las características morfológicas y bioquímicas descritas anteriormente. Observandola al microscopio compuesto a un aumento 40X, con una tinción Gram-negativa y un medio de cultivo muy específico para Azotobacter men--- cionado anteriormente.

Posteriormente se procedió a realizar un conteo de las poblaciones de Azotobacter por medio del " Counter Colony " ó contador de colonias, como éste método era muy tedioso y problemático se decidió utilizar el foto--- colorimetro, así por medio de la transmitancia y absorvancia se calcula--- ría el número de bacterias; para que esto fuera posible fué necesario -- realizar curvas de transmitancia y absorvancia, comparando así los datos del fotocolorimetro con los ya obtenidos con el contador de colonias -- "Counter Colony".

Se pudo comparar y obtener la siguiente ecuación :

$$B = \left(\frac{T}{(Fd)(Ps)(S)} \right) + FD + C$$

Donde:

B = Número de bacterias por gramo de suelo.

T = Transmitancia.

Fd = Factor de dilución.

Ps = Peso de suelo seco.

S = Milímetros de la solución.

FD = Factor de Difracción.

C = Ciclos por segundo de la luz.

Y con ella se calculó la cantidad de bacterias de los análisis -----
posteriores.

Ejemplo:

Datos: T = 98
 Fd = 0.0001
 Ps = 12 grs.
 S = 99 ml.
 FD = 74 (Para una longitud de onda de 520 a 840)
 C = 55 ciclos/seg.
 B = ?

Sustituyendo

$$B = \frac{98}{(0.0001)(12)(99)} + 74 + 55$$

$$\underline{B = 953 \text{ Bacterias/gr. de suelo}}$$

- Labores de Cultivo

<u>Riegos</u>	<u>Fecha</u>
Primer Riego	9 de Marzo (Asiento)
Segundo Riego	20 de Marzo (Ligerito de Resiembra)
Tercer Riego	10 de Abril de 1984
Cuarto Riego	4 de Mayo de 1984
Quinto Riego	25 de Mayo (Riego para llenado de grano)

Raleo.- El raleo se efectuó el 9 de Abril de 1984 dejando una distancia - entre plantas de 25 cm.

Deshierbes.- Se realizó un deshierbe el 4 de Abril de 1984 evitando así - que el maíz estando en estado de plantula fuera ahogado por las malezas muy desarrolladas por los riegos efectuados para la siembra.

Aporque.- El 26 de Abril efectuamos el aporque para que la planta poste-- riormente no se acamara, al mismo tiempo favorecer la aereación del suelo y evitar el ataque de malezas.

Plagas y Enfermedades.- Hubo incidencia de algunos insectos pero ninguno llegó a ser problemático, que requiriera la aplicación de algún insecticida.

Cosecha.- La cosecha se llevó a cabo de la siguiente manera:

de la parcela útil se tomaron 20 plantas al azar y de estas 20 plantas se tomaron hojas de la parte media para realizar los análisis necesarios. Las plantas muestreadas fueron llevadas al cuarto de secado para su posterior evaluación, todo esto se realizó el 22 de Julio de 1984.

Parametros.- Los parametros que consideramos de interés son los que a continuación se mencionan; aunque el rendimiento no era el objetivo principal.

- Peso de la planta seca.
- Peso de la mazorca.
- Peso de grano por planta.
- Tamaño de mazorca.

R E S U L T A D O S

Análisis Estadístico

Muestreo 2

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	13;448,385.00			
Byy	4	352,452.54	88,113.135	8.00 **	3.01
Tyy	4	1;883,513.30	470,878.330	42.75 ***	4.47
Error	16	176,219.16	11,013.698		
Total	25	15;860,570.00			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método -- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos -- medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo el mejor tratamiento fué el tratamiento 2 (Gallinaza).

Muestreo 3

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	21;926,761.000			
Byy	4	4,659.722	1,164.9305	2.1488	3.01
Tyy	4	21,382.524	5,345.6310	9.8608 **	4.47
Error	16	8,673.754	542.1090		
Total	25	21;961,477.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método -- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos --

medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo el mejor tratamiento fué el tratamiento 1 (Testigo).

Muestreo 4

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	21;838,649.000			
Byy	4	11,213.164	2,803.2910	0.494688	3.01
Tyy	4	35,159.520	8,789.8130	1.551100	4.47
Error	16	90,668.584	5,666.7865		
Total	25	21;975,690.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método -- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos -- medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo no hubo diferencia entre los tratamientos.

Muestreo 5

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	19;320,754.000			
Byy	4	4,905.957	1,226.4893	0.111	3.01
Tyy	4	41,038.420	10,259.6050	9.993 **	4.47
Error	16	16,426.551	1,026.6594		
Total	25	19;383,125.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método -- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos --

medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo el mejor tratamiento fué el tratamiento 5 (Estiércol de cabra).

Muestreo 6

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	19;309,908.000			
Byy	4	13,704.559	3,426.139	1.457	3.01
Tyy	4	164,813.900	41,203.475	17.530 **	4.47
Error	16	37,605.541	2,350.346		
Total	25	19;526,032.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método --- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos --- medios de los tratamientos encontrándose que para éste muestreo el mejor tratamiento fué el tratamiento 2 (Gallinaza).

Muestreo 7

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	19;744,212.000			
Byy	4	71,178.703	17,794.676	1.9671	3.01
Tyy	4	472,265.440	118,066.360	13.0518 **	4.47
Error	16	144,734.860	9,045.928		
Total	25	20;432,391.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método --- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos ---

medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo el mejor tratamiento fué el tratamiento 5 (Estiércol de cabra).

Muestreo 8

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	24;076,863.00			
Byy	4	100,575.40	25,143.85	1.34	3.01
Tyy	4	117,374.76	29,343.69	1.57	4.47
Error	16	298,313.85	18,644.61		
Total	25	24;593,127.00			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método -- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos --- medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo no hubo - diferencia entre los tratamientos.

Muestreo 9

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	22;389,628.000			
Byy	4	8,620.922	2,155.230	57.846 ***	3.01
Tyy	4	956.944	239.236	6.421 *	4.47
Error	16	596.134	37.258		
Total	25	22;399,802.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método --- Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos ---

medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo el mejor tratamiento fué el tratamiento 4 (Estiércol de vaca).

Muestreo 10

- A N V A -

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.
Myy	1	23;182,838.000			
Byy	4	83,133.016	20,783.254	0.734	3.01
Tyy	4	144,660.550	36,165.138	1.278	4.47
Error	16	452,660.430	28,291.277		
Total	25	23;863,292.000			

Se efectuaron comparaciones de medias de tratamientos por el método - Duncan para saber si existe diferencia significativa entre los efectos -- medios de los tratamientos, encontrándose que para éste muestreo no hubo diferencia entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

Comportamiento de los tratamientos durante el experimento.

El comportamiento del tratamiento 1 (Testigo) durante el período -- del experimento fué el siguiente:

En el segundo muestreo tuvo su población más baja, observandose un rápido crecimiento en el muestreo 3 ésto debido al manejo del experimento - (Labranza , Aporques, Riegos etc.) en el sexto muestreo observamos una caída de la población que probablemente haya sido por errores de muestreo ó alguna condición no controlada ó no identificada por nosotros. (Ver -- gráfica en la página # 60).

El comportamiento del tratamiento 2 (Gallinaza) durante el período - del experimento fué el siguiente:

En el segundo muestreo tuvo su máxima expresión decayendo rápidamente en el tercer muestreo y permaneció más o menos constante hasta el noveno muestreo donde empezó a subir nuevamente, éste comportamiento durante sus primeras etapas de descomposición, es porque la gallinaza tiene una ---- reacción acidificante, condición que es poco favorable para las bacterias en general. (Ver gráfica en la página #61)

En el tratamiento 3 (Compost) durante el segundo muestreo se encon-- tró una cantidad baja de bacterias que se incremento rápidamente para el tercer muestreo, manteniendose estable pero con una ligera tendencia a -- aumentar la población de bacterias, observandose que el compost es de una descomposición más lenta. (Ver gráfica en la página #62)

En el estiércol de vaca que es el tratamiento 4 se encontró en el se-- gundo muestreo una población baja, incrementandose rápidamente y sufrien-- do una caída grande; ésto debido a condiciones poco favorables, viendo -- que la caída en la población de bacterias en el séptimo muestreo se ----

debió principalmente a errores cometidos durante el muestreo ó a condiciones poco favorables ó no identificadas (Ver gráfica en la página #63).

En el tratamiento 5 (Estiércol de Cabra) se notó siempre una tendencia a incrementar la población de bacterias, ésto debido posiblemente a -- que éste estiércol contiene gran cantidad de paja y una lenta descomposición (Ver gráfica en la página # 64).

Comportamiento de los tratamientos en cada uno de los muestreos.

El comportamiento de los tratamientos en el segundo muestreo fué el -- siguiente:

En éste muestreo el tratamiento con mayor cantidad de bacterias fué el tratamiento 2 (Gallinaza); ésto debido a la rápida descomposición de - éste tipo de abono. Siendo más bajo el testigo como era de esperarse. --- (Ver gráfica en la página # 66)

En el tercer muestreo se esperaban poblaciones mucho más altas con --- respecto al segundo muestreo debido al riego dado, pero las poblaciones - en general aumentaron muy poco y encontrándose una disminución para el -- tratamiento 2 (Gallinaza) sólo el testigo tuvo un incremento; para ---- explicar ésto se lanzó la siguiente hipótesis:

El efecto de la descomposición de la materia orgánica produce algo de acidez ésto afecta la población de bacterias. (Ver gráfica en la página # 67)

El comportamiento de los tratamientos en el cuarto muestreo fué el si- guiente:

No hubo significancia estadística entre los tratamientos, y las pobla- ciones no variaron mucho del muestreo anterior. (Ver gráfica en la ---- página # 68)

En el quinto muestreo hubo una significancia estadística entre los - tratamientos donde el estiércol de vaca fué el más bajo, los demas trata- mientos tenían cantidades de bacterias semejantes al los muestreos ante-- riores. (Ver gráfica en la página # 69)

El sexto muestreo presentó significancia estadística, con una mínima - variación. Los tratamientos no siguieron ninguno de los patrones -----

anteriores debido a los efectos del riego y el aporque dado. (Ver gráfica en la página # 70)

El comportamiento de los tratamientos en el séptimo muestreo fué el siguiente:

Se presentó una caída en el tratamiento 4 (Estiércol de vaca) probablemente debido a un error de muestreo ó en el proceso de obtención de la muestra observandose que el mejor tratamiento en éste muestreo fué el tratamiento 5 (Estiércol de Cabra). (Ver gráfica de la página #71)

En el octavo muestreo no se encontró significancia estadística por que todos los tratamientos se comportaron más o menos iguales unicamente el compost tuvo una alza en la cantidad de bacterias . (Ver gráfica en la página # 72)

El comportamiento seguido por los tratamientos en el noveno muestreo fué estable encontrandose que todos los tratamientos casi tuvieron la misma población de bacterias. (Ver gráfica en la página # 73)

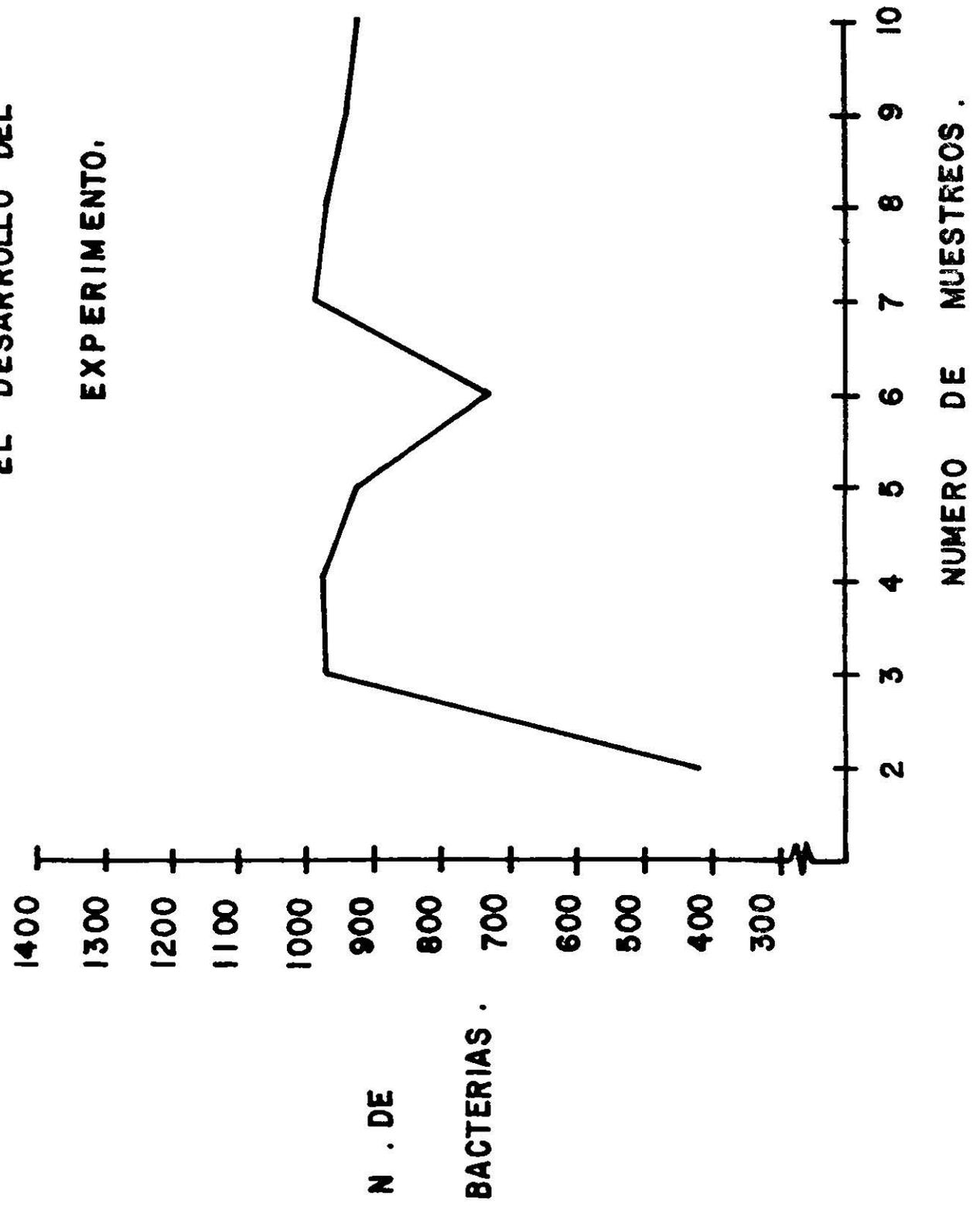
En el décimo muestreo se encontró que el tratamiento 2 (Gallinaza) tuvo la población más alta de bacterias ésto debido a que su efecto tóxico disminuyo. (Ver gráfica en la página # 74)

GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DE BACTERIAS BAJO,

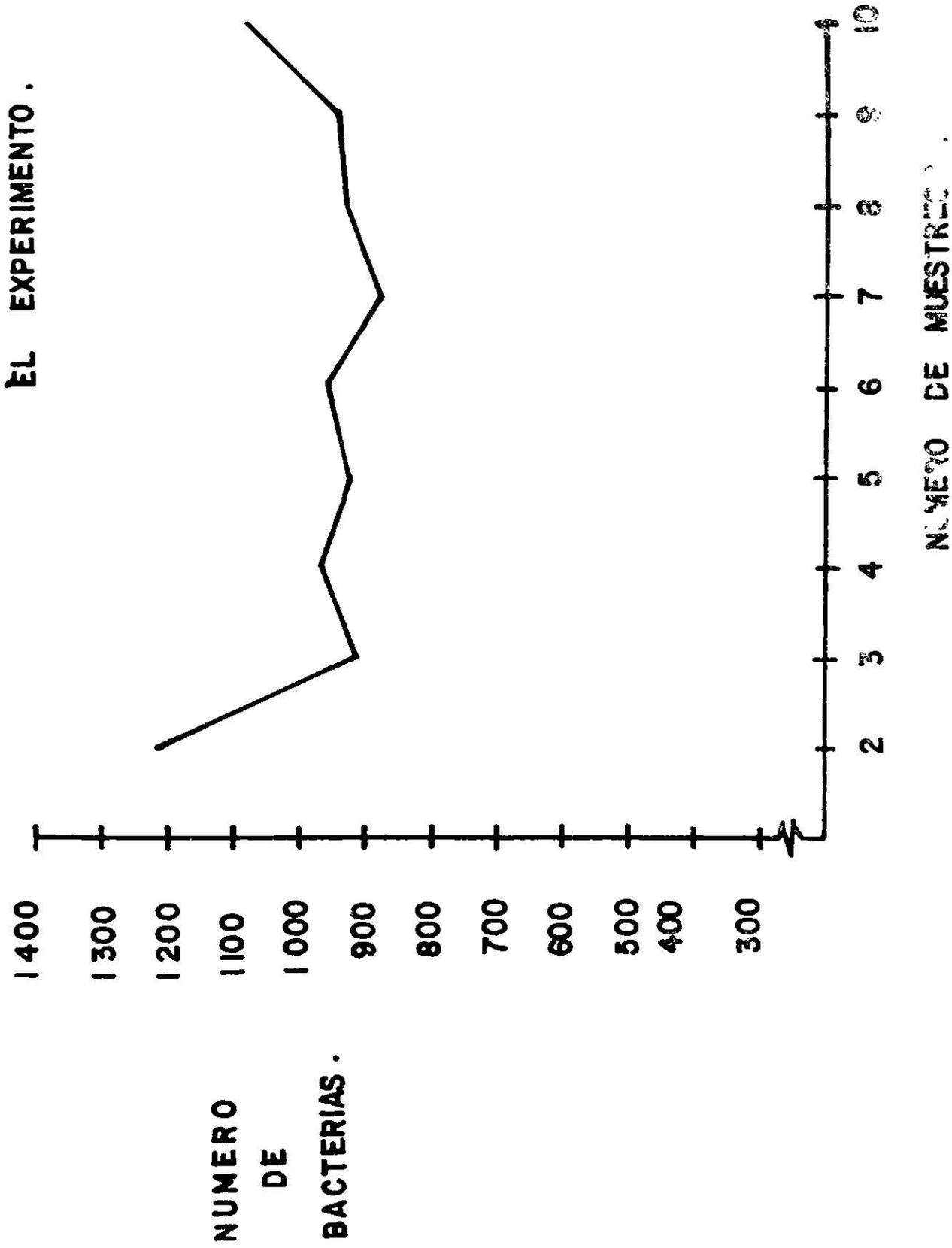
EL TRATAMIENTO " I " (TESTIGO) DURANTE

EL DESARROLLO DEL

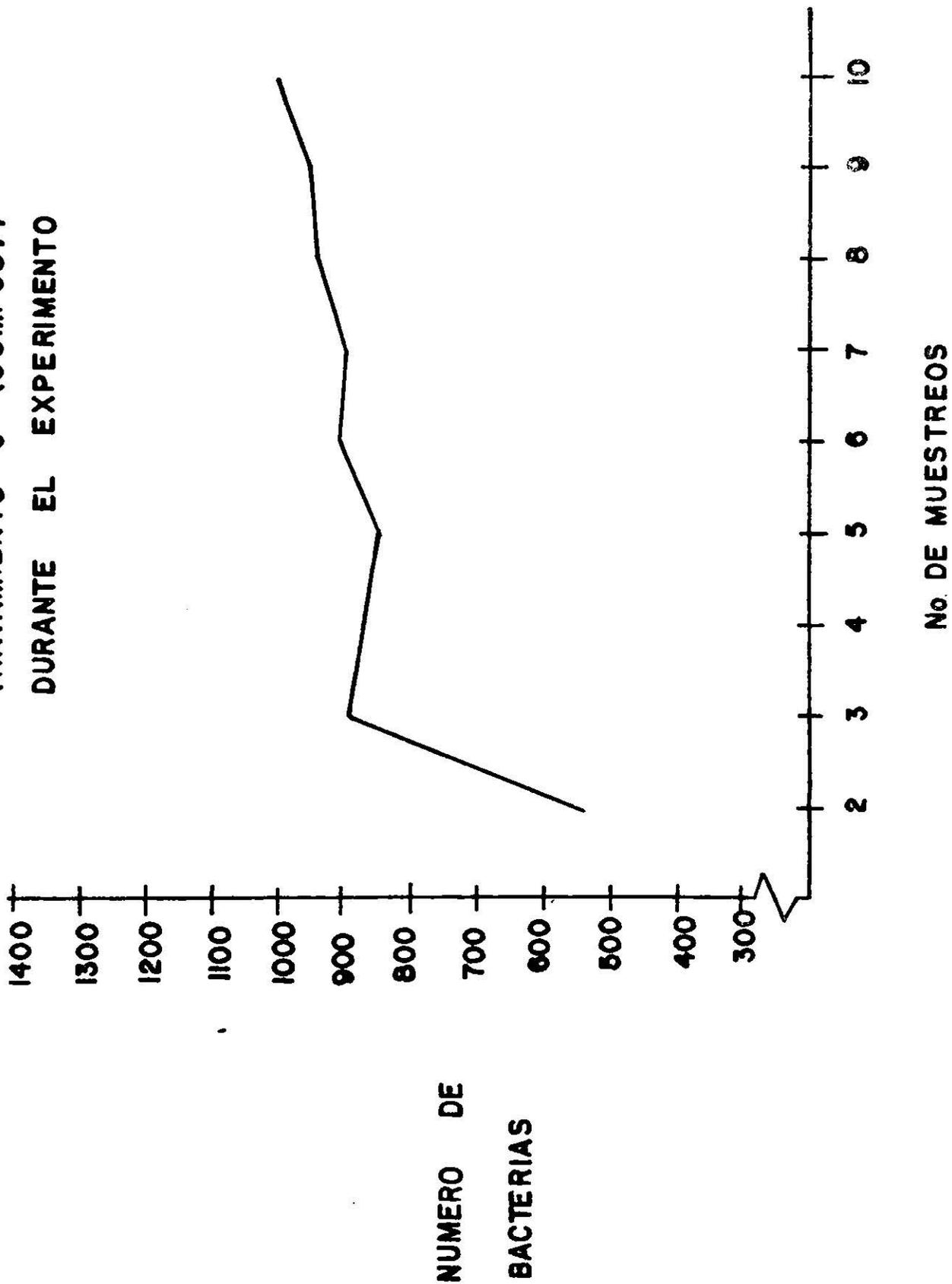
EXPERIMENTO.



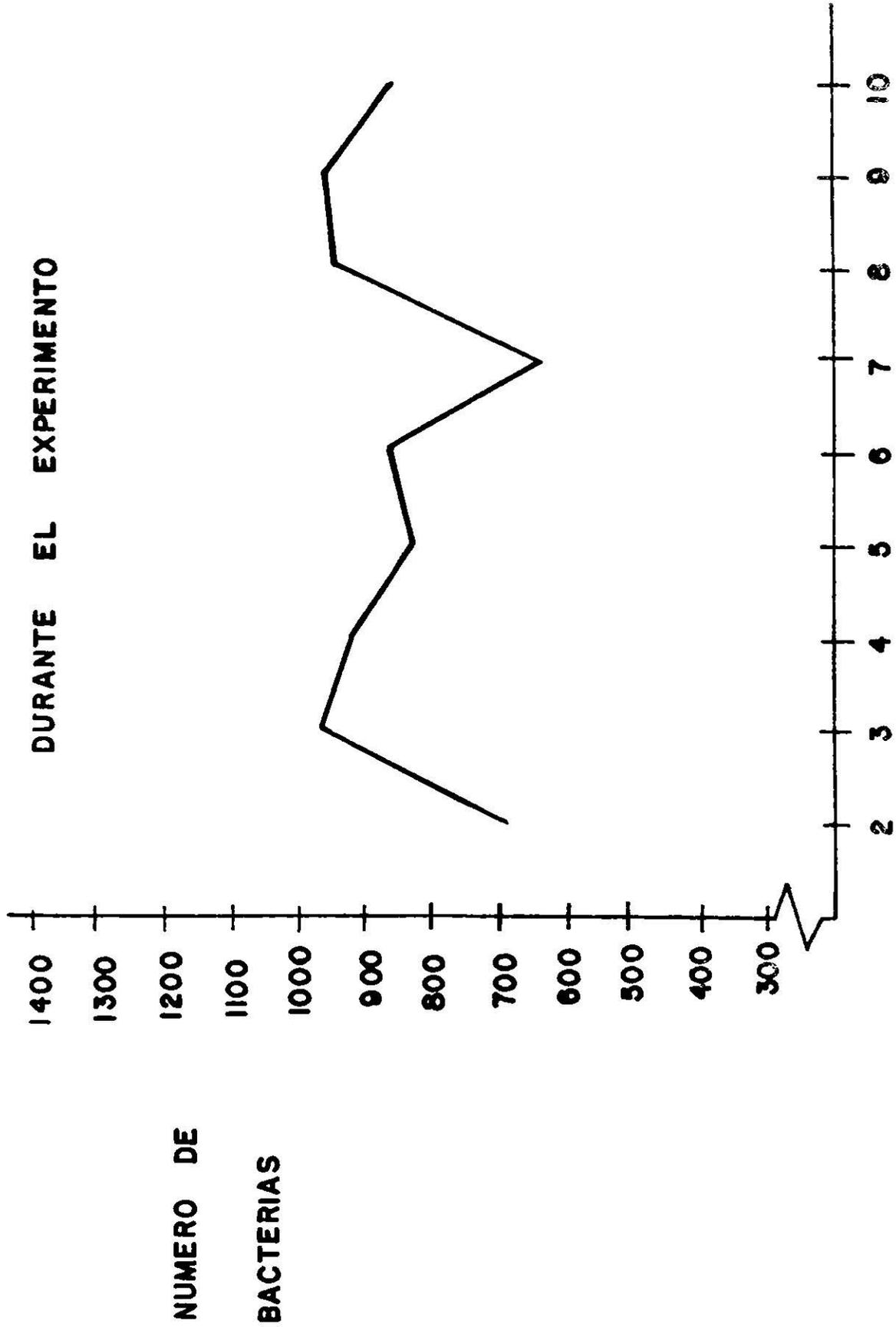
COMPORTAMIENTO DE LA POBLACION DE BACTERIAS
BAJO EL TRATAMIENTO "2" (GALLINAZA) DURANTE
EL EXPERIMENTO.



**COMPORTAMIENTO DE BACTERIAS BAJO EL
TRATAMIENTO 3 (COMPOST)
DURANTE EL EXPERIMENTO**

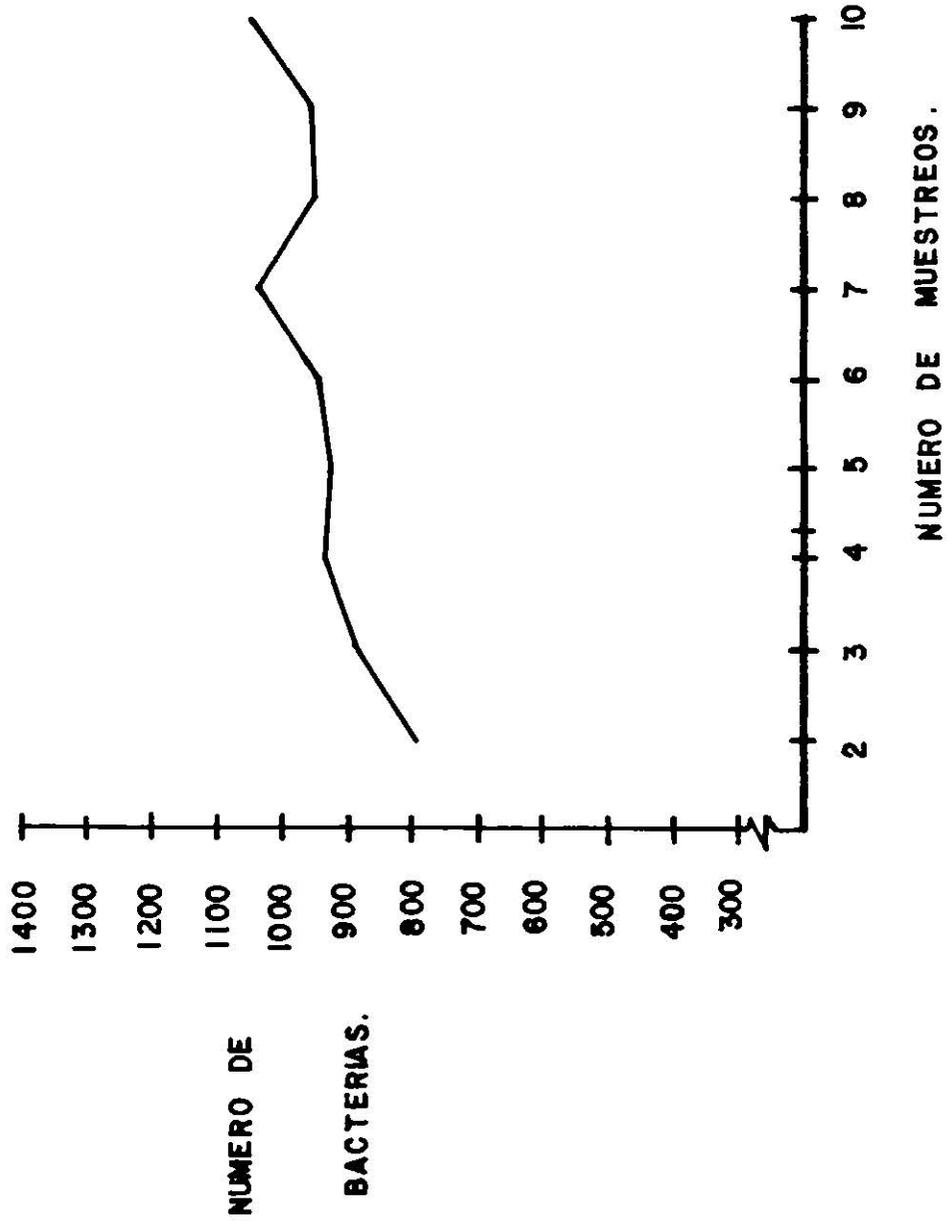


COMPORTAMIENTO DE BACTERIAS BAJO EL
TRATAMIENTO 4 (ESTIERCOL DE VACA)

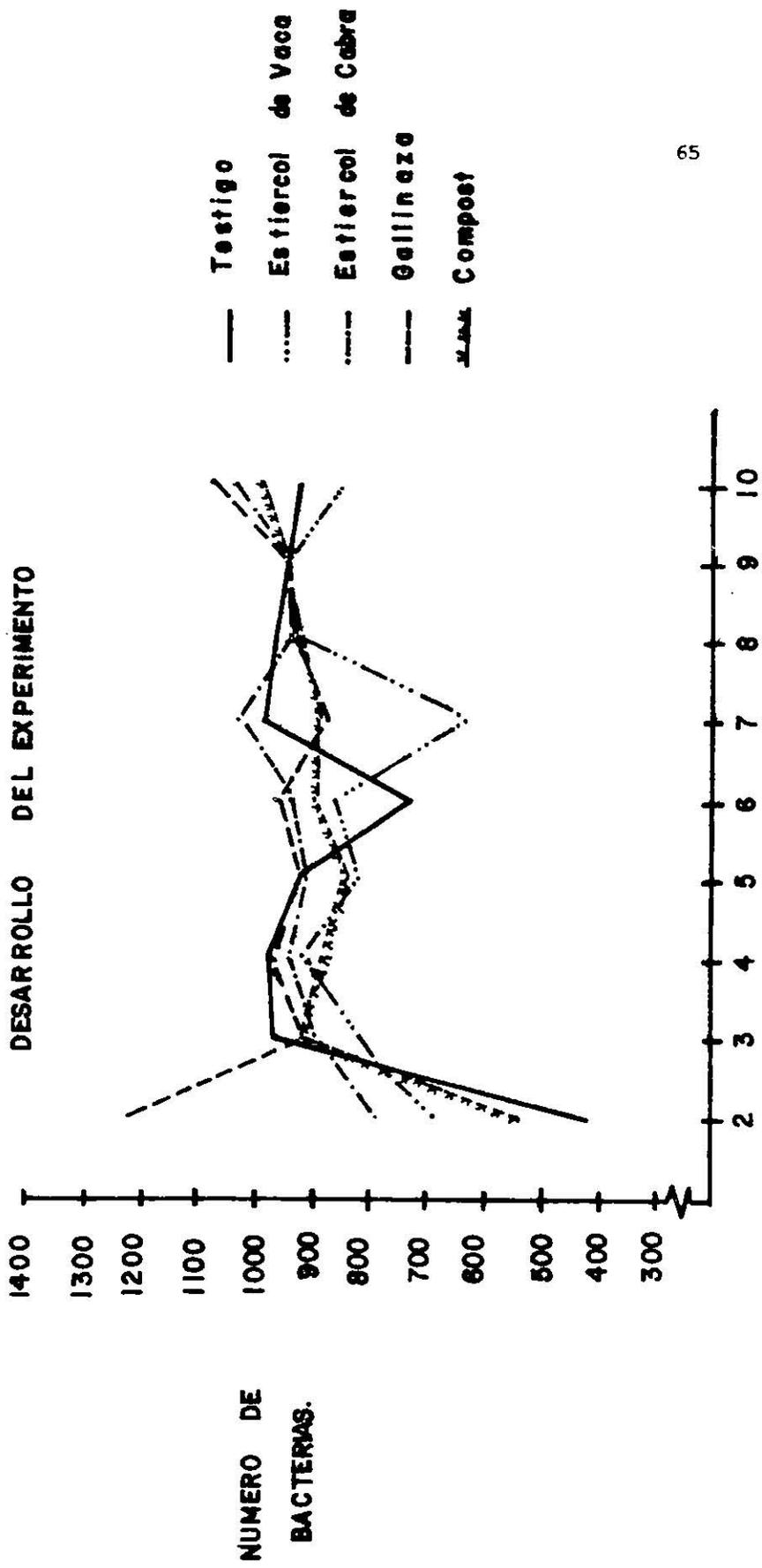


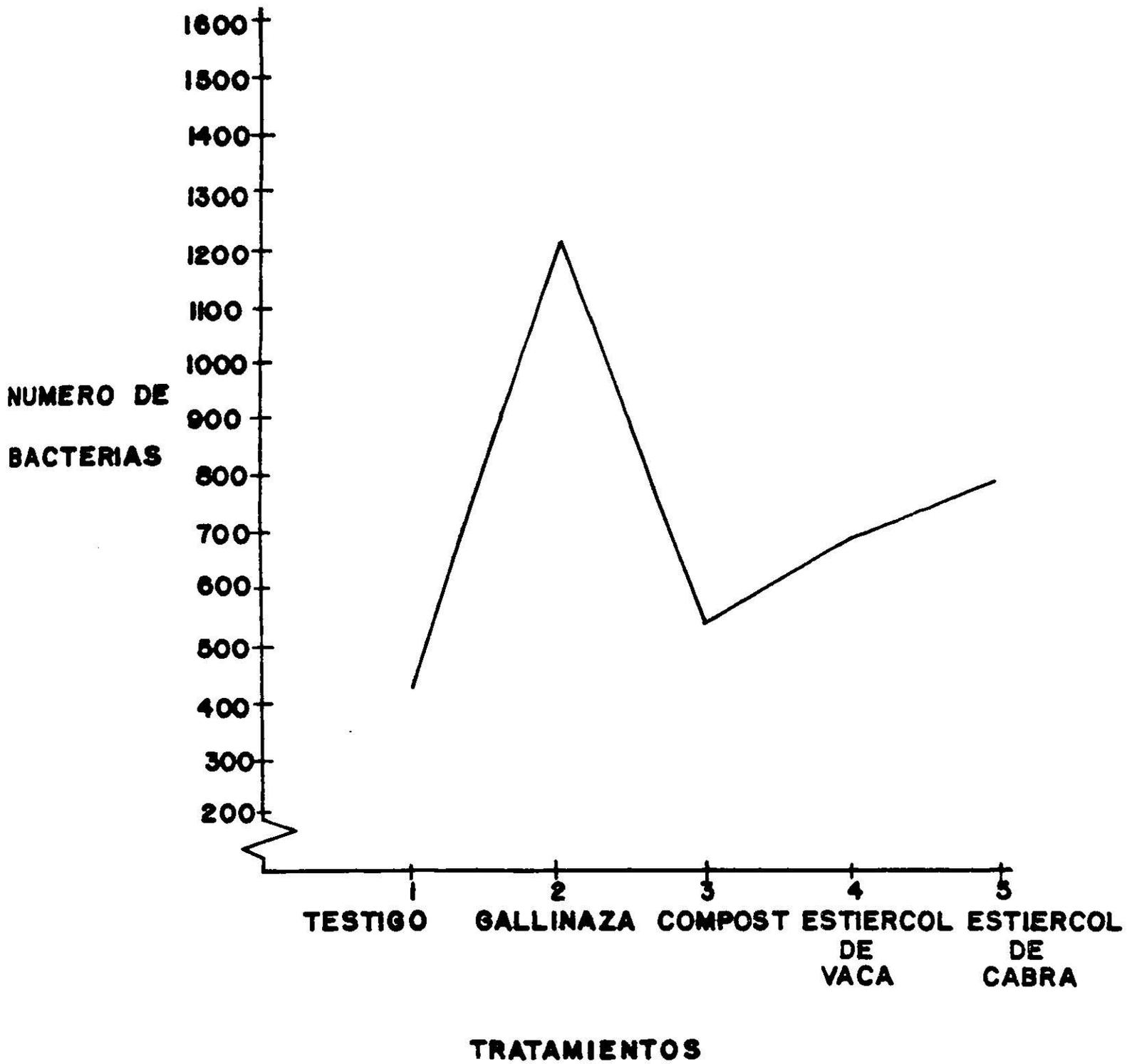
No. DE MUESTREOS.

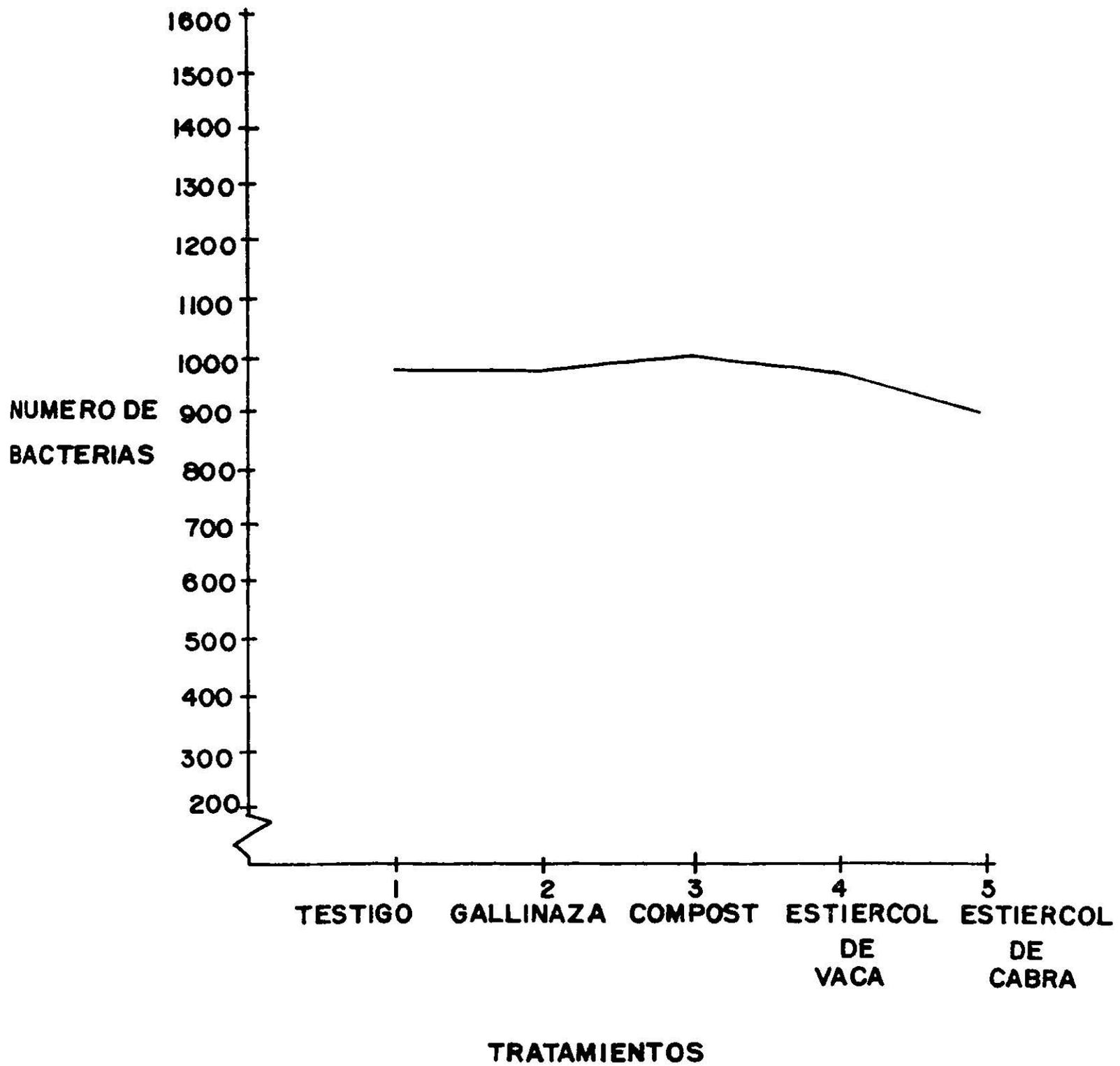
COMPORTAMIENTO DE LA POBLACION DE BACTERIAS BAJO EL
TRATAMIENTO " 5 " (ESTIERCOL DE VACA) DURANTE EL DES-
ARROLLO DEL EXPERIMENTO



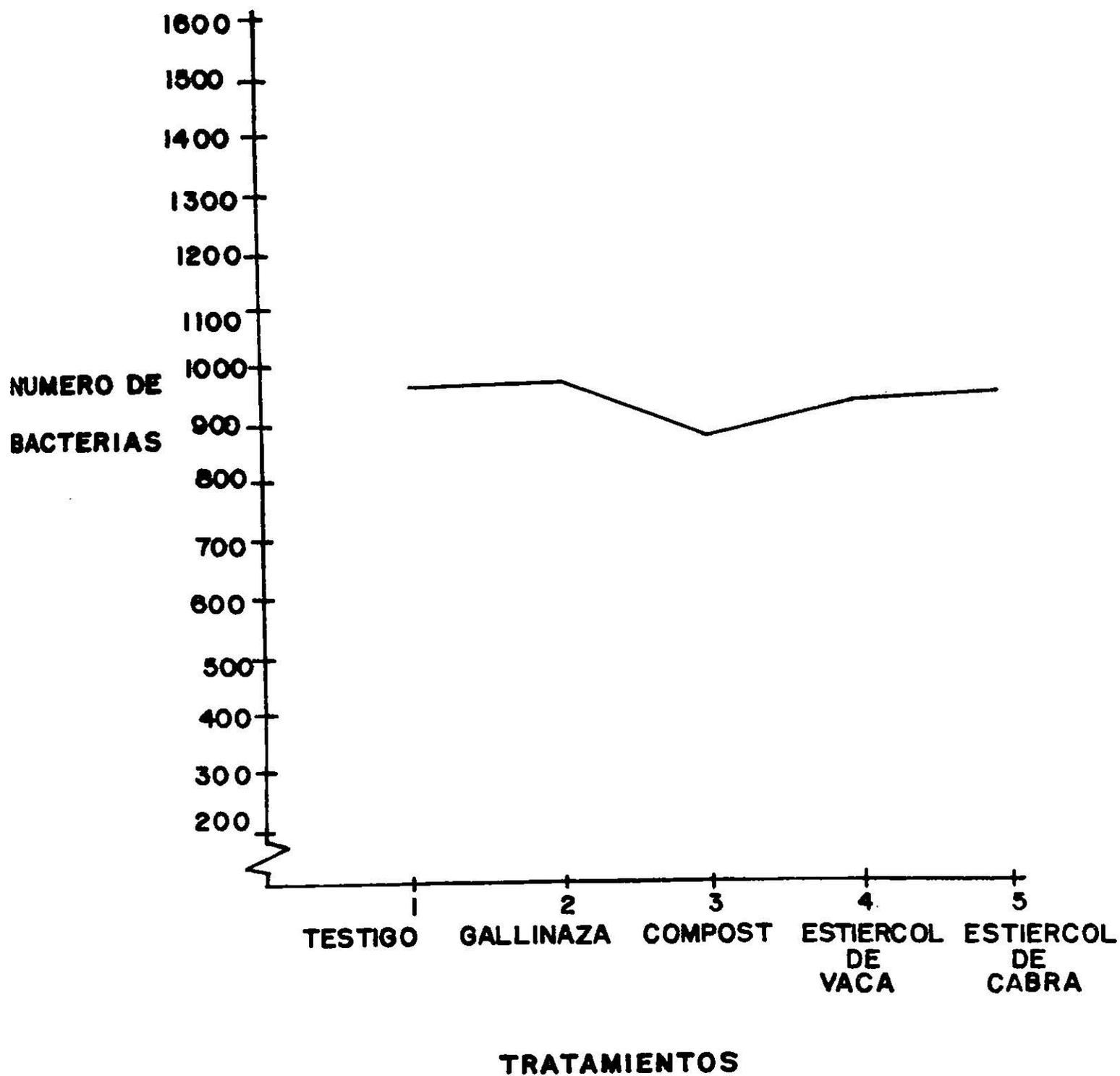
GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DE LAS POBLACIONES DE BACTERIAS BAJO LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO



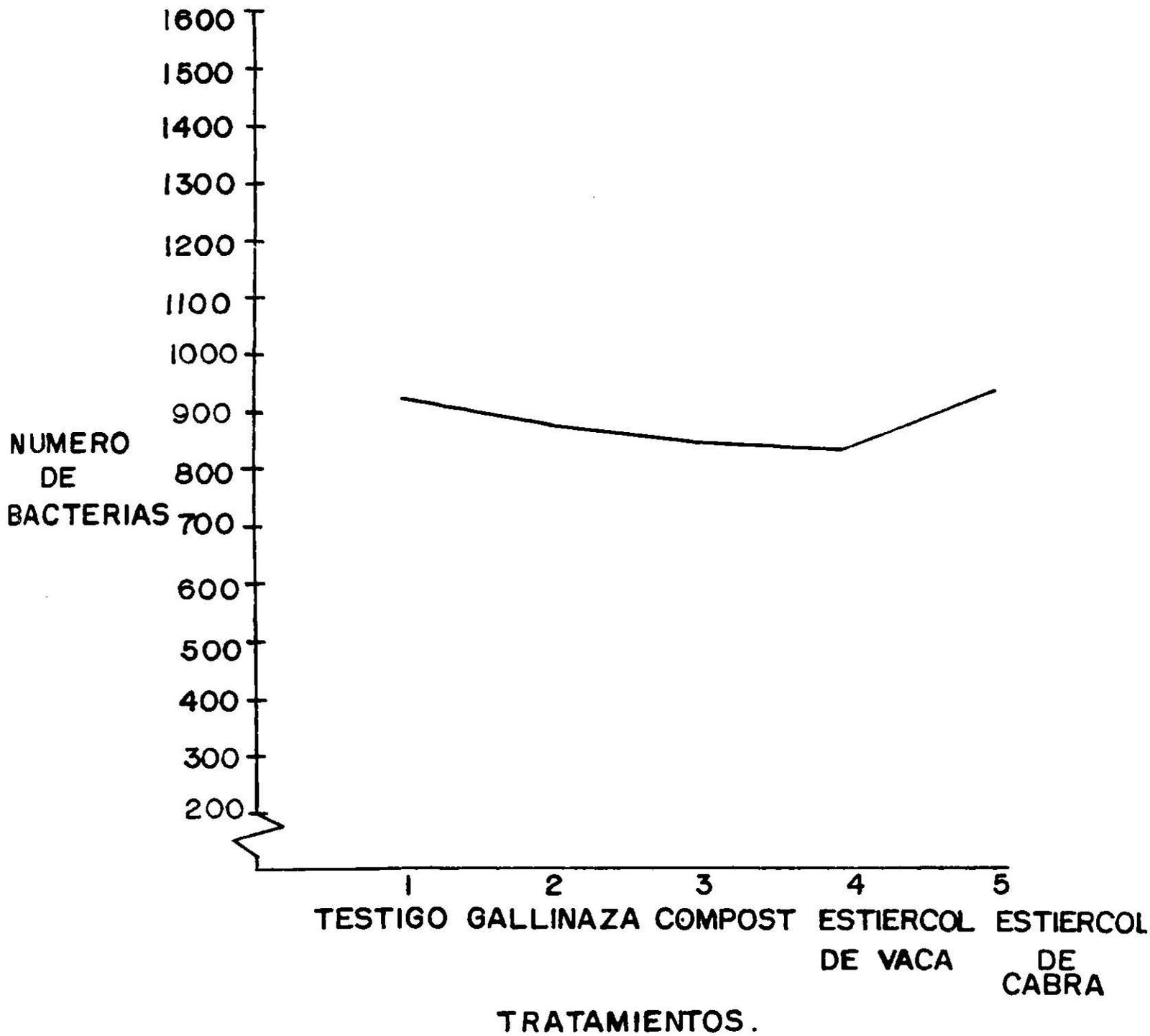
GRAFICA DE MUESTREO 2

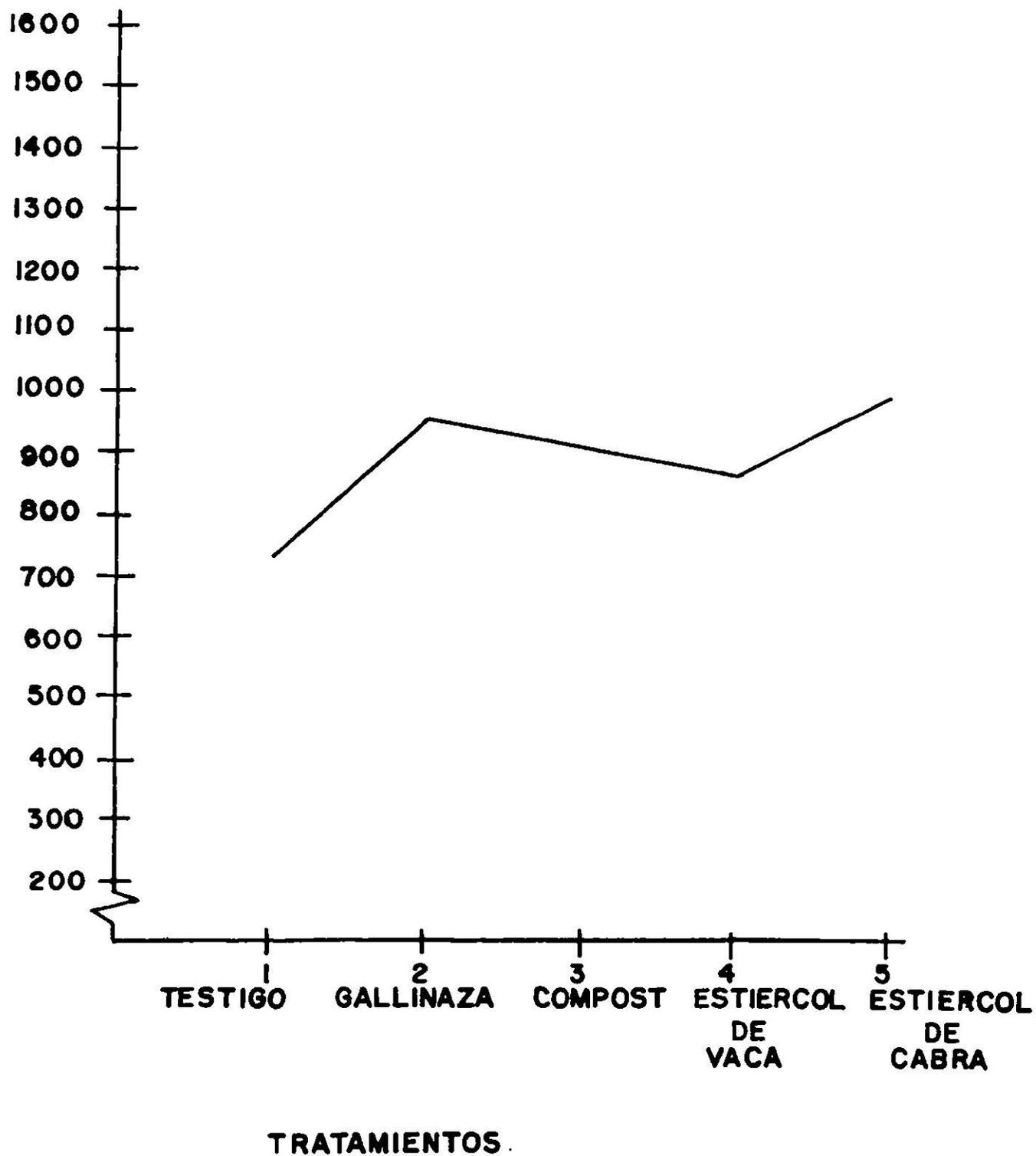
GRAFICA DE MUESTREO 3

GRAFICA DE MUESTREO 4

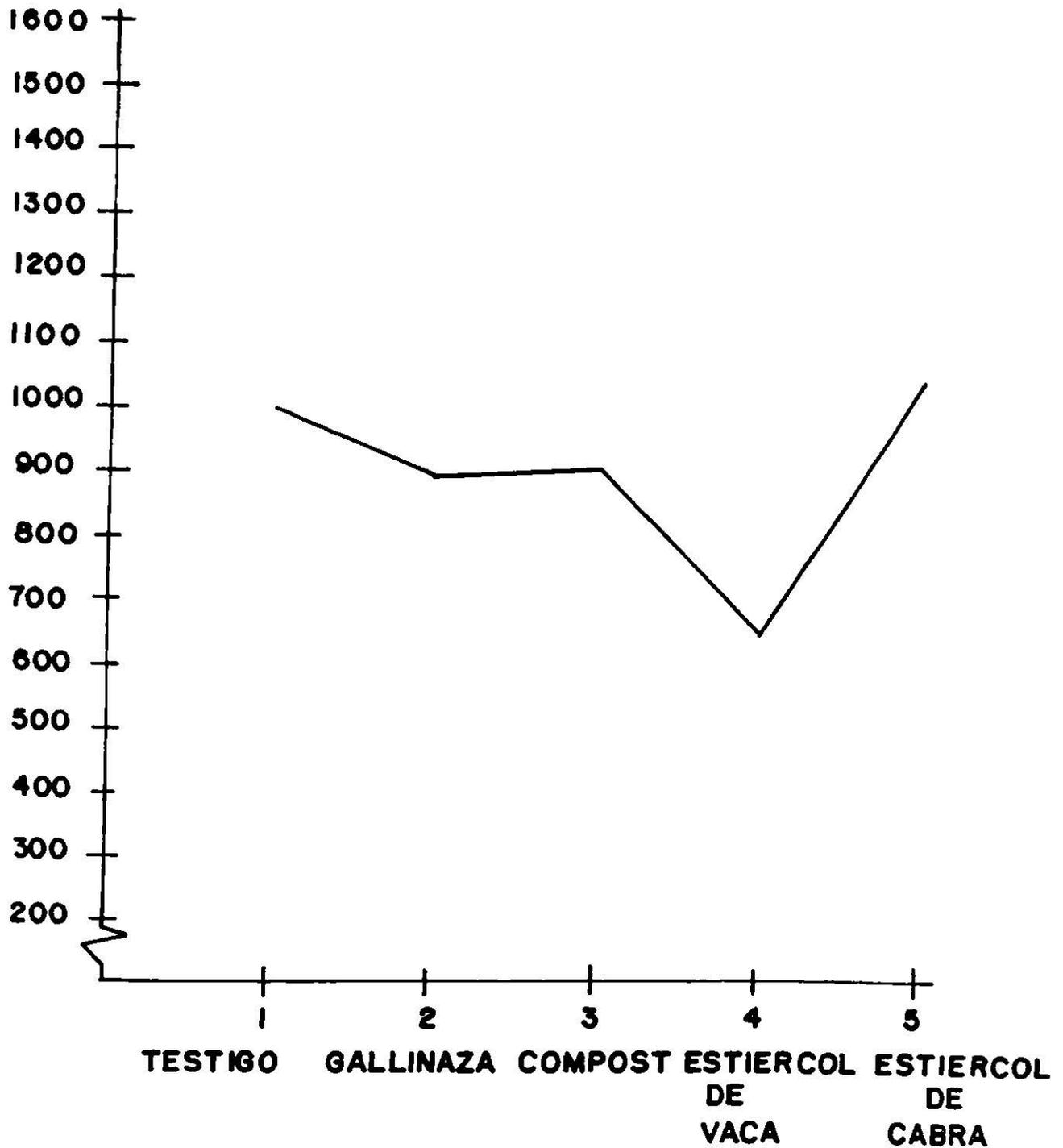


GRAFICA DE MUESTREO 5



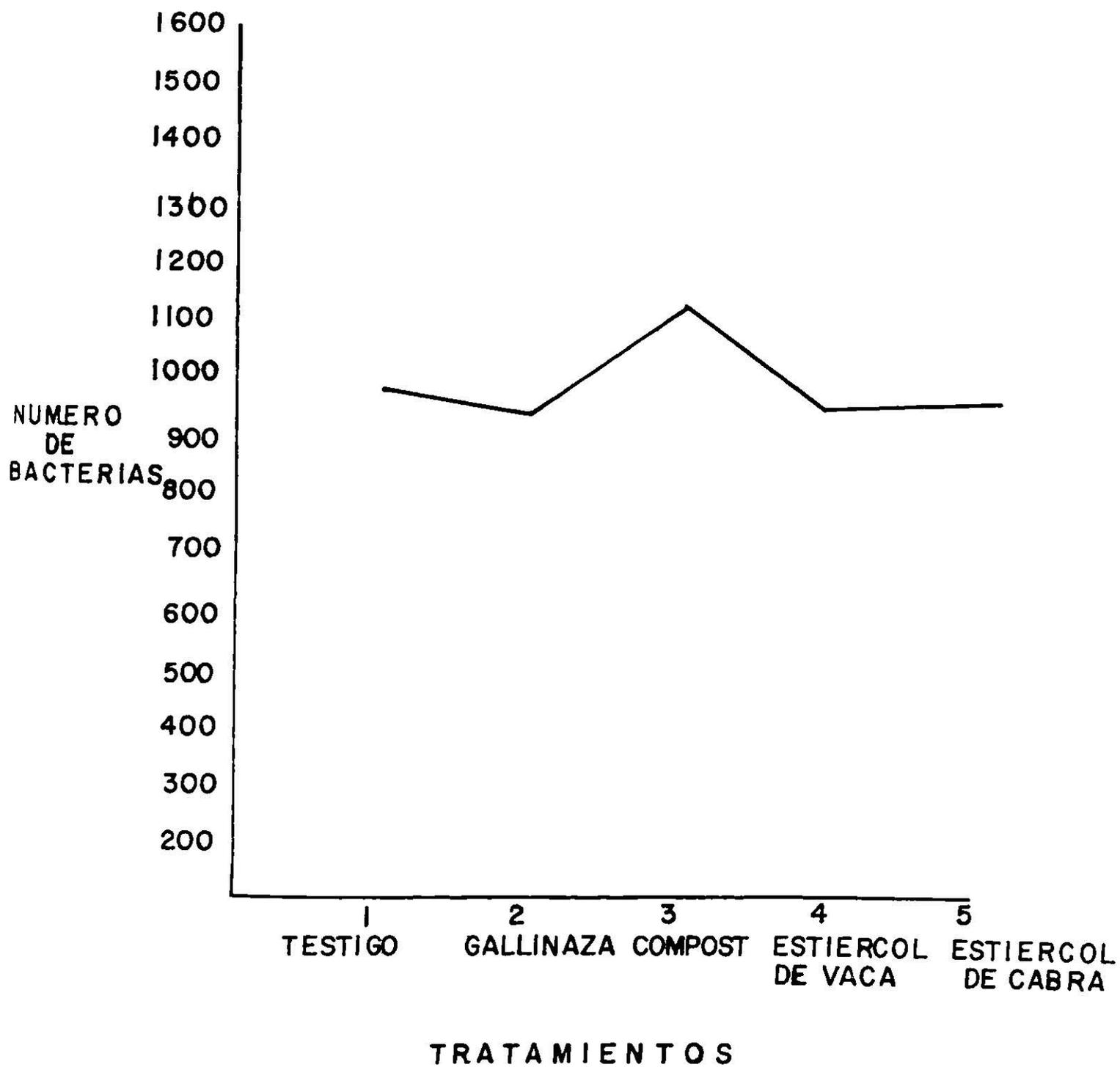


GRAFICA DE MUESTREO 7

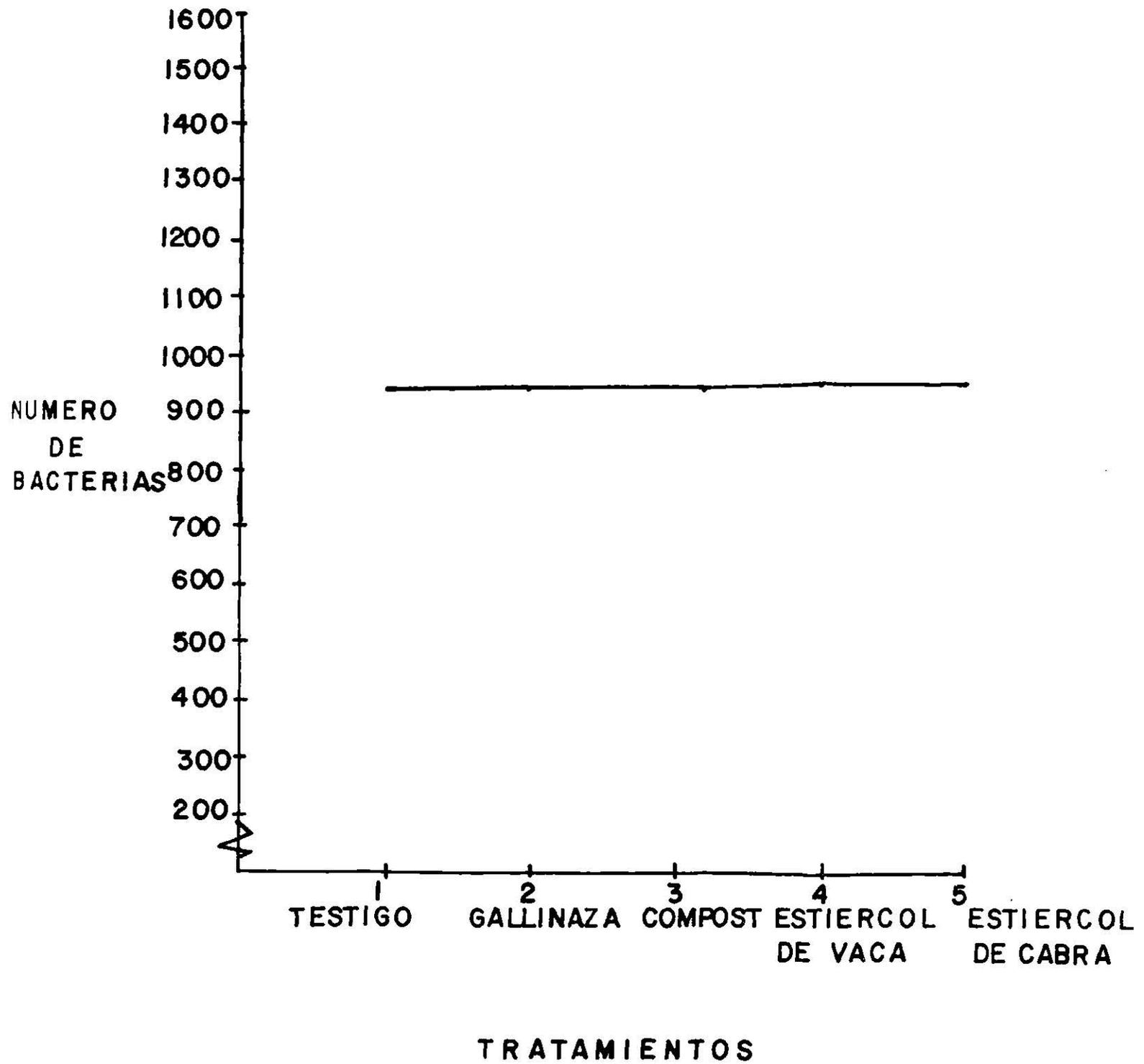


TRATAMIENTOS.

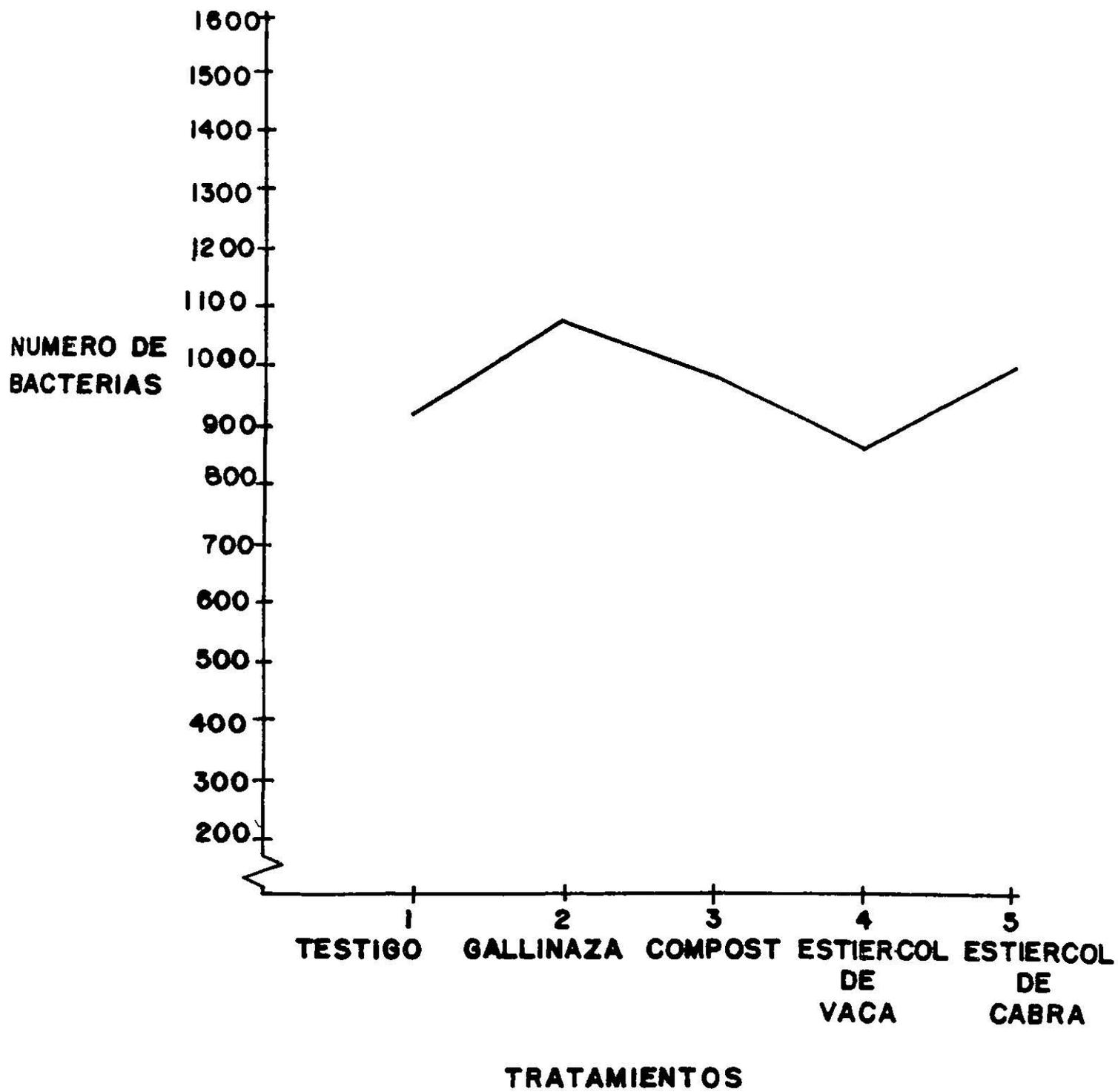
GRAFICA DEL MUESTREO 8



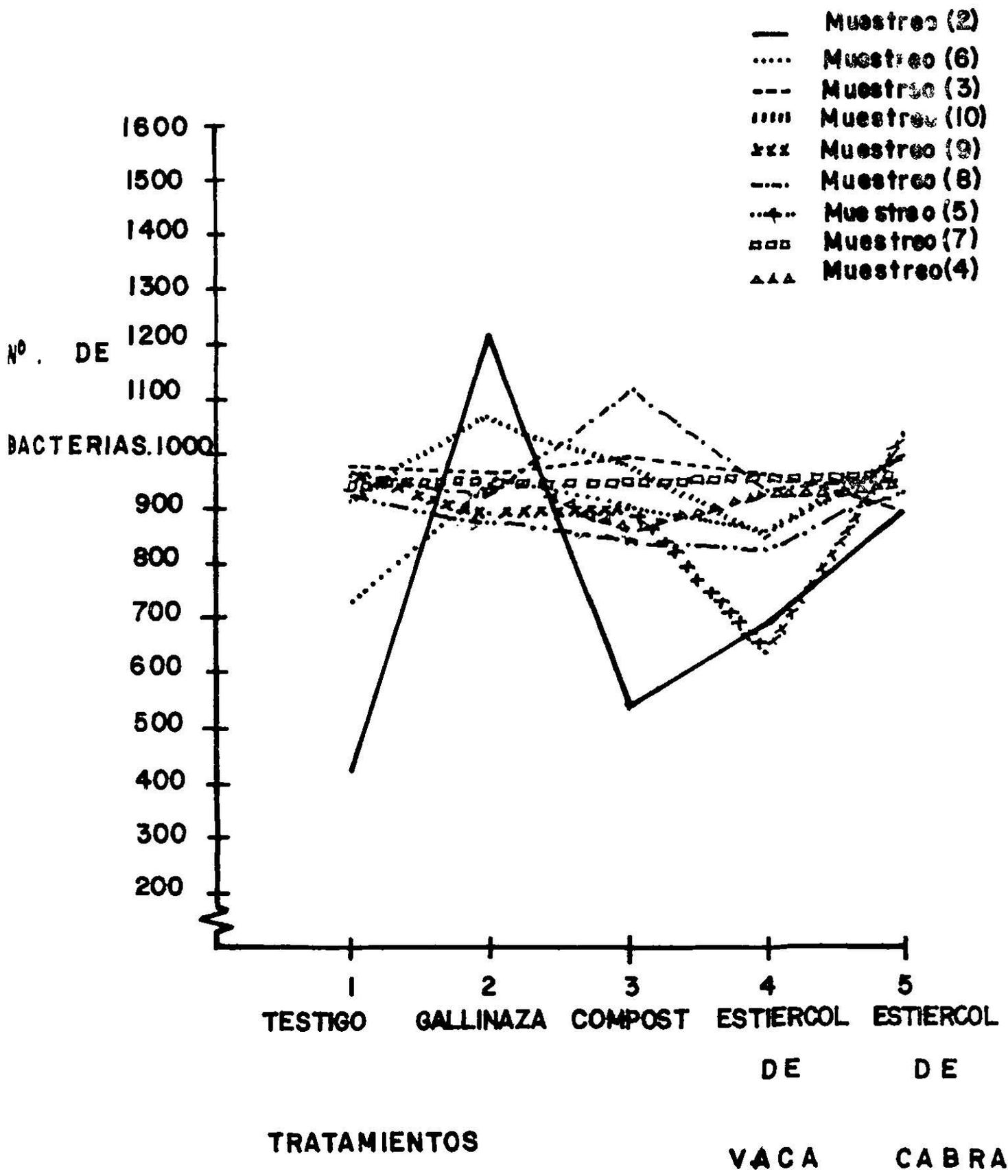
GRAFICA DEL MUESTREO 9



GRAFICA DE MUESTREO 10



GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO .



Conclusiones Generales

* Se concluye que tanto el estiércol de cabra como el compost fueron de lenta descomposición; tuvieron poblaciones de bacterias más estables, el estiércol de cabra fué de lenta descomposición por su alto contenido de paja y el compost debido a sus componentes residuales.

En los demas estiercoles como el caso de la gallinaza por ser de descomposición muy rápida y por su característica acidificante afectó a las poblaciones de las bacterias, teniendose con ésto resultados muy variables.

En cuanto al estiércol de vaca se encontró una población menos continua ésto debido principalmente al manejo que se tuvo con éste estiércol.

* En cuanto a la correlación entre las bacterias y la fijación de nitrógeno podemos concluir que si hubo una relación, pero ésta no fué directamente proporcional, sino que proponiendo modelos de regresión, encontramos que el modelo de regresión lineal multiple siguiente:

$$Y_i = B_0 + B_1X_i + B_2X_i^2 + E_i$$

nos da una relación, pero ésta no fué proporcional, debido a la influencia de factores no controlados en el experimento.

* En cuanto a la relación entre el rendimiento y la fijación de nitrógeno tampoco se encontró una relación directa ya que para correlacionar el rendimiento con la fijación de nitrógeno tiene que existir una relación directa entre el número de bacterias y la cantidad de nitrógeno fijado. - Esto fué proponiendo el modelo de regresión lineal multiple.

R E C O M E N D A C I O N E S

- * Utilizar estiércoles de lenta descomposición, ya que la tendencia en éste experimento así lo permite.

- * Investigar el efecto de las cantidades de residuos vegetales en el estiércol al aplicarlos al suelo.

- * Realizar experimentos con condiciones totalmente controladas (In Vitro) al mismo tiempo que los experimentos de campo, con el fin de correlacionar los datos de campo e invernadero y obtener así datos más reales.

- * Investigar la residualidad de la materia orgánica en el terreno, con el fin de obtener una dosis óptima de aplicación de la misma por ciclo de cultivo.

- * Investigar las oscilaciones de poblaciones de bacterias, ésto con el fin de establecer un patrón en el número de bacterias por aplicación de materia orgánica bajo condiciones dadas.

- * Investigar otros factores que afectan a las poblaciones de bacterias, tales como: aplicaciones anteriores al suelo de diferentes pesticidas, fertilizantes y otros químicos.

- * Investigar la correlación existente entre el incremento poblacio--
nal y otros parámetros como: ganancia neta de nitrógeno en el sue-
lo, alteraciones en el ciclo natural del nitrógeno del suelo, ---
otras cubiertas vegetales, etc..

P E S U M E N

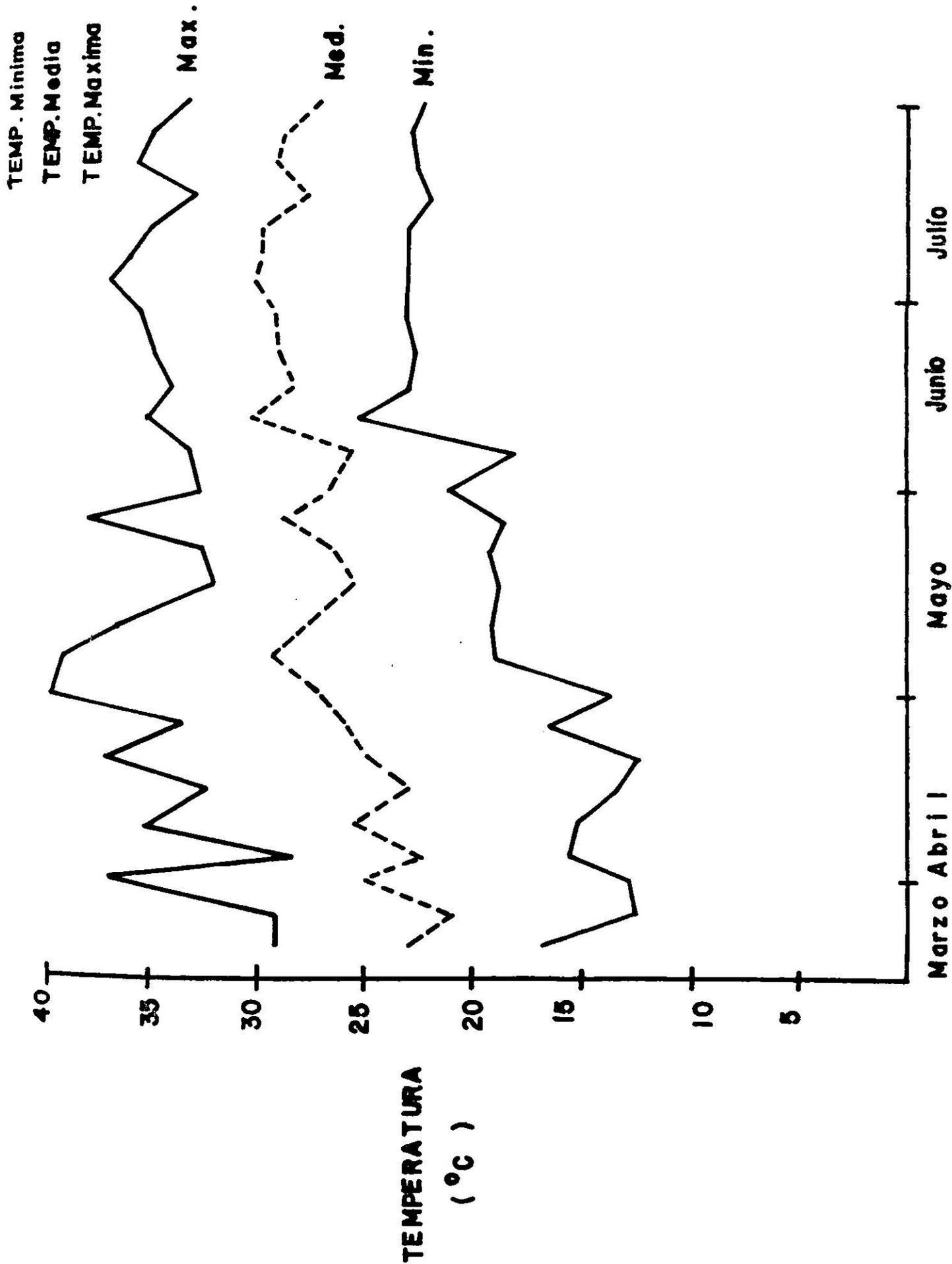
Para ver el efecto de cuatro tipos de materia orgánica en las poblaciones del genero Azotobacter sp, se usó un modelo estadístico de bloques al azar y se muestreó cada 15 días para la detección de bacterias durante un ciclo de cultivo en éste caso (Maíz).

Las fuentes de materia orgánica fueron:

- a).- Gallinaza.
- b).- Compost.
- c).- Estiércol de vaca.
- d).- Estiércol de cabra.

El suelo estuvo bajo una cubierta vegetal (Maíz) y siguiendo todas las labores de cultivo, obteniendose que tanto el Estiércol de Cabra como el Compost tuvieron las poblaciones más estables y en general mayores poblaciones de bacterias.

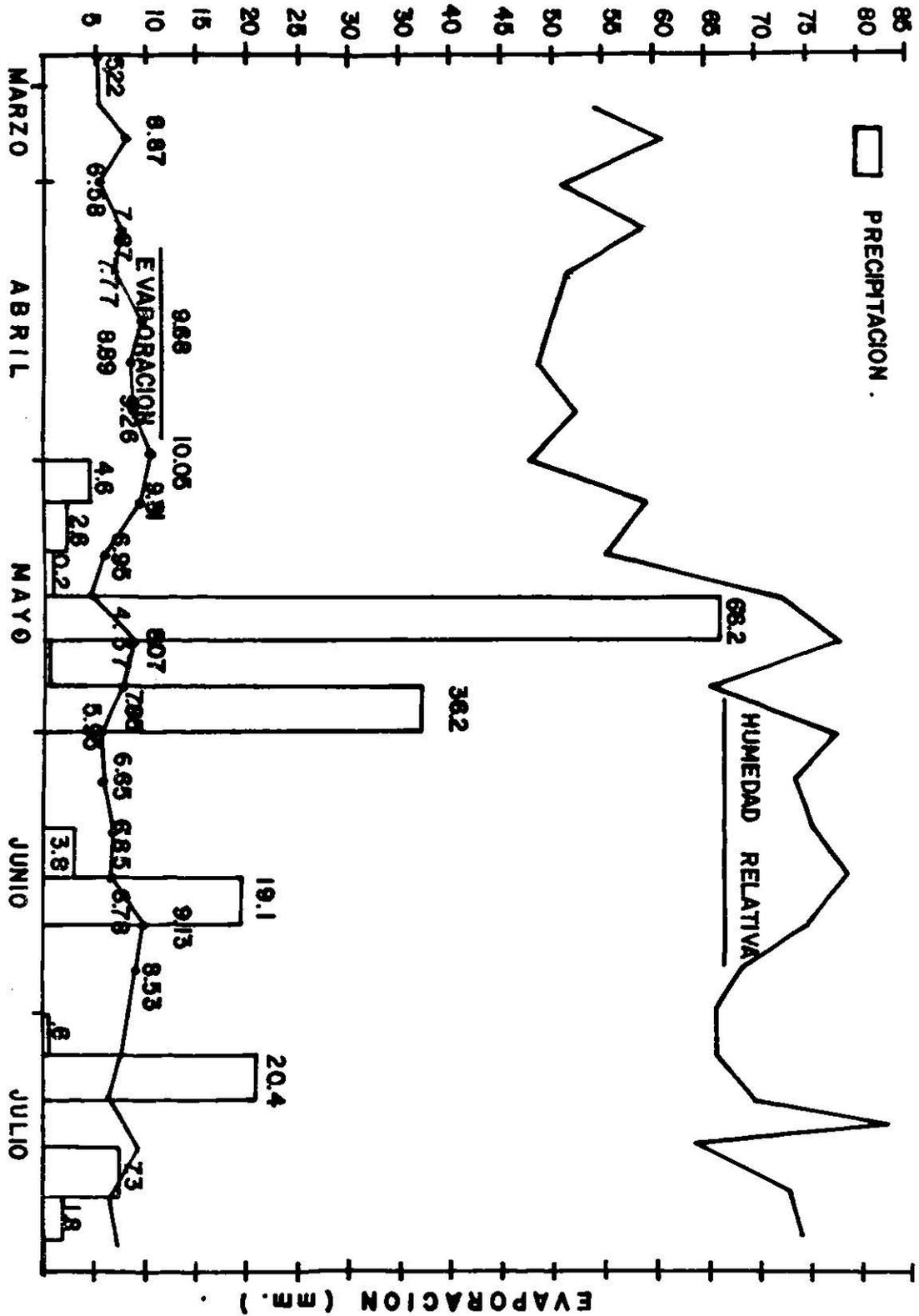
A P E N D I C E



DATOS DE TEMP. MIN., MAX. Y MEDIA EN °C DE LOS DIAS 15 DE MARZO AL 30 DE JULIO DE 1984 -EN MARIN N.L.

PRECIPITACION (mm.) . HUMEDAD R. (%) .

82



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

- 1.- Echegaray A. Alfredo. Microbiología General y Agrícola. Ed. Impresos I.T.E.S.M.. Monterrey N.L., México 1977.
- 2.- Stanier Roger y Dudoiff Michel. Microbiología. Ed., Prentice - Hall Inc.. Englewood Cliff, New Jersey, U.S.A. 1973.
- 3.- Schlegel G. Hans, Microbiología General, Segunda Edición, Ed., -- Omega S.A..Barcelona, España 1976.
- 4.- Siström W. R.. Vida Microbiana. Ed, Continental S.A. Mexico 1973
- 5.- Peleaza M. J. y Reid R. D.. Microbiología. Ed. Mc Graw Hill.---- México 1978.
- 6.- Brock D. Thomas. Biología de los Microorganismos.Ed. Omega S.A.. --- Barcelona, España 1978.
- 7.- Rosa K. Pawsey. Techniques with Bacteria. Ed., Educational ----- Hutchinson. U.S.A. 1974.
- 8.- Burdon Kenneth y William Robert. Microbiología, Ed., Centro --- Regional de Ayuda Técnica. México 1981.
- 9.- Capella Bustos A.. Microbiología de Zinsser. Ed., Hispano América S.A.. México D.F. 1967.

- 10.- Cronquist Arthur. Introducción a la Botánica, Ed. Continental S.A. México 1977.
- 11.- Borrow William. Tratado de Microbiología, Ed. Interamericana ---- México 1976.
- 12.- Senez Jacques C.. Microbiología General, Ed. Alhambra. Madrid, España 1976.
- 13.- Peclar J. R. y Michael J.. Microbiology, Ed. Mc Graw Hill. ----- U.S.A. 1972.
- 14.- Mitchel Ralph. Introduction to environmental Microbiology., Ed. - Prentice Hall Inc.. Englewood Cliff. New Jersey, U.S.A. 1974.
- 15.- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Transplante y Moviliza--- ción de Genes. México 1981.
- 16.- Frubisher Martin y Fuerst Robert. Microbiología, segunda edición Ed. Interamericana. México 1976.
- 17.- Carpenter L. Philip. Microbiología, segunda edición. Ed. Intera--- mericana. México 1977.
- 18.- Piatkin K.. Microbiología. Ed. Mir Moscu 1968.
Impreso en la U.R.S.S. (Derechos Reservados)

- 19.- Nelson y Tisdale. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. ---
Ed. U.T.E.H.A.. México 1982.
- 20.- García Trejo Antonio. Experimentos de Microbiología de suelos.
Ed. C.E.C.S.A.. México 1981.
- 21.- Alexander Martin. Introducción a la Microbiología de suelos. ----
Ed. A.G.T.S.A.. México 1980.
- 22.- Baeyenes H. L.. Abonos Orgánicos. Ed. C.E.C.S.A.. México 1970.
- 23.- Buckman P. y Brady K.. Organics Materials. Ed. Prentice Hall --
Inc.. U.S.A. 1977.
- 24.- Selke Robert S.. Composition Chemistry of Fertilizer, Ed. Mc --
Graw Hill. U.S.A. 1968.
- 25.- Mestanza Federico. Manual de Fertilizantes. Ed. LIMUSA, México --
1973.
- 26.- Millar E. Rosen. Fertilizantes Orgánicos e Inorgánicos. Ed. --
C.E.C.S.A.. México 1964.
- 27.- Waksman J. Hicks y Diehm F. Ostwald. Mejoradores de Suelo.
Ed. Mc Graw Hill. México 1972.

- 28.- Jenkins P. M.. Abonos y Fertilizantes. Ed. HARLA. México 1976.
- 29.- Deherain Richard V.. Composición de los Fertilizantes Orgánicos.
Ed. C.E.C.S.A.. México 1974.
- 30.- Rusell Martin L. y Richards Paul R. Soil Microbiology. ---
Ed. Mc Graw Hill. U.S.A. 1978.
- 31.- Villanueva Ortiz B.. Edafología. Ed. Patena A.C.. Chapingo, ---
México 1977.
- 32.- Vincent J. M.. Manual Práctico de Rhizobiología. Ed. Hemisferio -
Sur. Buenos Aires, Argentina 1975.
- 33.- McKelvey John y Grotch Howard. Física para Ciencias e Ingenie--
ría. Primera Edición. Ed. HARLA. México 1978.

