

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



APLICACION DE ENERGIA ELECTRICA AL
SUELO Y SU EFECTO SOBRE LA MATERIA
ORGANICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

JESUS IBARRA PADILLA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1987

F
8593
I2
C.1



1080061614

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



APLICACION DE ENERGIA ELECTRICA AL
SUELO Y SU EFECTO SOBRE LA MATERIA
ORGANICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

JESUS IBARRA PADILLA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1987

5593
I2

040631
FA7
1987


Biblioteca Central
Magna Solidandad
F. TES 15


BU Raul Rangel Fila
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Aplicación de energía eléctrica al sue
lo y su efecto sobre la materia orgáni
ca.

Tesis que presenta: JESUS IBARRA PADILLA
como requisito parcial para obtener el
título de INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Comisión Revisora

ING. RONALD JORGE LECEA JUAREZ
Presidente

ING.M.C. FRANCISCO RODRIGUEZ E.
Secretario

ING.M.C. MAURO RODRIGUEZ C.
Vocal

DEDICATORIA

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Por llevarme siempre de su mano en las buenas y en las malas hasta la culminación de mi carrera y así poder ofrecer a mis padres este trabajo para su orgullo y satisfacción, esperando que siempre nos siga acompañando durante toda nuestra existencia.

A MIS PADRES:

SR. RAMIRO IBARRA IBARRA y

SRA. AURORA PADILLA DE IBARRA

Con profundo agradecimiento y mi más grande admiración ya que gracias a sus esfuerzos y sacrificios y sobre todo mucho amor, hicieron posible la realización de su sueño: ver la culminación de mi carrera.

Que Dios los bendiga siempre.

A MIS HERMANOS:

Juan José

Oswaldo Ramiro

Ma. Dolores

Ya que de alguna ú otra forma siempre
me brindaron su valiosa y desinteresada
ayuda.

Gracias.

A MI ABUELITA:

SRA. DOLORES DANIEL DE PADILLA (Q.E.P.D.)

Por sus consejos, infinito cariño y su gran
ejemplo como ser humano.

La recordare siempre.

A MI ABUELO, TIOS, PRIMOS, SOBRINOS y AMIGOS:

Por su apoyo y confianza que siempre
me han brindado.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. RONALD JORGE LECEA JUAREZ.

Por su amistad, dedicación y asesoría brindada para llevar a cabo el presente trabajo.

AL ING. M.C. FRANCISCO RODRIGUEZ ESQUIVEL.

Por su valiosa colaboración en la revisión de éste trabajo.

AL ING. M.C. MAURO RODRIGUEZ CABRERA.

Por su ayuda y amistad brindada a lo largo de ésta carrera.

AL LIC. CARLOS SANDOVAL RAMIREZ.

Por su interés mostrado en la revisión y corrección de el escrito.

A MI ESCUELA Y MAESTROS.

Por los conocimientos adquiridos.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

Con quienes compartí mi carrera Universitaria deseándoles lo mejor a todos.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. El suelo y sus componentes.....	3
2.2. La materia orgánica del suelo.....	4
2.2.1. Algunas funciones de la materia orgánica... 6	6
2.2.2. Descomposición de la materia orgánica..... 6	6
2.2.3. Cambios en la materia orgánica y sus produc <u>tu</u> tos de descomposición.....	8
2.3. Los organismos del suelo.. ..	8
2.3.1. Organismos del suelo, actividad y relacio-- nes con la productividad.....	8
2.3.2. Requerimiento de nutrientes por los organis <u>u</u> mos del suelo.....	9
2.3.3. Influencia de las condiciones del suelo so- bre los microorganismos.....	10
2.3.4. Factores que rigen la actividad bacteriana.	12
2.3.5. Distribución de los microbios del suelo....	13
2.3.6. Efecto de las plantas superiores en las ac- tividades microbianas.....	13
2.4. La electrocultura.....	13
3. MATERIALES Y METODOS.....	20
3.1. Localización del experimento.....	20
3.2. Materiales.....	20
3.3. Métodos.....	20
3.4. Desarrollo del experimento.....	22
3.5. Análisis de varianza.....	24

	Pág.
4. RESULTADOS.....	25
5. DISCUSION.....	27
6. CONCLUSIONES.....	29
7. RECOMENDACIONES.....	30
8. RESUMEN.....	31
9. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	33
10. APENDICE.....	35

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	Contenido	Pág.
1	Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 31 de octubre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	36
2	Análisis de varianza para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 31 de octubre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	37
3	Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 28 de noviembre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	38
4	Análisis de varianza para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 28 de noviembre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	39
5	Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 19 de diciembre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	40

6	Análisis de varianza para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 19 de diciembre de --- 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	41
7	Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 16 de enero de -- 1987. Aplicación de energía eléctrica al suelo y - su efecto sobre la materia orgánica.....	42
8	Análisis de varianza para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 16 de enero de 1987. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	43
9	Concentración de datos para los % de materia orgánica de el promedio de las cuatro muestras anteriores. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	44
10	Análisis de varianza para los % de materia orgánica de el promedio de las cuatro muestras anteriores. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	45

11	Características físico-químicas del suelo del sitio experimental. Profundidad 0-30 cms.....	46
12	Precipitación registrada (mm) durante los meses de octubre de 1986 a enero de 1987 en Marín, N.L.....	47
13	Porcentajes (%) de materia orgánica obtenidos y que se utilizaron para realizar los análisis de varianza.....	48

FIGURA

1	Distribución al azar de los tratamientos en el campo. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.....	49
2	Diagrama esquemático mostrando la colocación de las baterías y cables en el sitio experimental. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica	50

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas más fuertes que enfrenta nuestro país en la actualidad, es el de incrementar la producción de alimentos esenciales para una mayor y mejor nutrición de la población en constante crecimiento. En consecuencia, le corresponde a la investigación agronómica tratar de solucionar dicha carencia de producción alimenticia.

De lo mencionado anteriormente se deduce que es necesario la creación y aplicación de una nueva y mejor tecnología nacional para la producción a corto plazo y a costos factibles.

Una de las nuevas opciones para llevar a obtener un incremento en la cantidad y calidad en la producción agrícola, es -- por medio de insumos nuevos y nueva tecnología que contamine al mínimo el ecosistema, tales como el empleo de energía eléctrica aplicada al suelo agrícola.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto y dada la poca ó nula cantidad de información que existe en la actualidad -- referente al tema se hace necesario la realización de un trabajo como el presente el cual consiste en la aplicación de energía al suelo, teniendo como fuente de la misma a acumuladores -- automotrices.

El objetivo del presente trabajo es:

Encontrar aquel nivel de energía en el cual la degradación de la materia orgánica sea mayor como consecuencia de la estimulación eléctrica a la actividad microbiana.

La hipótesis a probar es la siguiente:

Al menos uno de los tratamientos bajo los diferentes niveles de energía eléctrica sea diferente a los demás.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. El suelo y sus componentes

El suelo está formado por cinco componentes principales: material mineral, agua, aire, materia orgánica y organismos vivos. La cantidad de materia orgánica y mineral, que forma parte de la porción inanimada, es relativamente fija en un determinado lugar; sin embargo, la proporción de aire y agua varía. El agua y el aire juntos representan aproximadamente la mitad del volumen del suelo; dicho volumen se denomina espacio poroso. La fracción mineral, que generalmente contribuye con poco menos de la mitad del volumen, se origina de la intemperización de las rocas, modificandose con el transcurso del tiempo. Por lo general la materia orgánica constituye del 3 al 6% del total. La porción viviente del suelo, (incluyendo varios animales pequeños y microorganismos), constituye menos del 1% del volumen total; aun así, ésta porción es indudablemente esencial para la producción de cultivos y la fertilidad del suelo.

La porción inorgánica del suelo tiene un notable efecto sobre los habitantes microbianos, debido a su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes, aireación y retención del agua.

La porción orgánica del suelo, con frecuencia denominada humus, es un producto de las actividades de síntesis y descomposición de la microflora.

2.2. La materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo proviene de los restos de -- plantas y animales, ésto incluye hierbas, árboles, bacterias, - hongos, protozoos, lombrices y abonos de animales. La materia- orgánica representa una etapa determinada en un movimiento in-- terminable de los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno, nitró- geno, fósforo y azufre entre los organismos vivos y el reino mi- neral. A medida que se forma materia orgánica nueva, una parte de la vieja pasa a mineralizarse. Muchas de las propiedades -- deseables de la materia orgánica se deben a su carácter dinámi- co (11).

Los residuos de las plantas constituyen una parte muy im-- portante de un suelo productivo, pues sirven como fuente de ali- mentos energéticos y para el crecimiento de los microorganismos del suelo. Las sustancias liberadas durante su descomposición-- son utilizadas en la producción de nuevas generaciones de plan- tas.

El carbono, nitrógeno, azufre y fósforo, que se liberan en forma de ácidos durante el proceso de descomposición, realizan una acción disolvente sobre los minerales del suelo. Los micro- organismos que efectúan la descomposición y las sustancias orgá- nicas intermedias formadas durante dicho proceso, producen efec- tos muy acusados sobre el estado de agregación del suelo.

El estado del suelo, experimenta una mejora acentuada por- la adición de materia orgánica. Puede decirse, en general, -- que cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica añadida a -

un suelo determinado y descompuesta en él, tanto más elevado se rá su nivel de productividad. Sin embargo, los residuos crudos de las plantas deben sufrir la acción de los microorganismos - del suelo antes que se puedan experimentar sus efectos benéfi--cos (3).

Varios nutrientes que sirven de alimento a las plantas como el nitrógeno, fósforo y azufre, son constituyentes de la materia orgánica. Más del 99% del nitrógeno total, del 33 al 67% del fósforo total y alrededor del 75% del azufre total se en---cuentran en la materia orgánica del suelo. Estos nutrientes - llegan a una condición aprovechable a través de las actividades de la descomposición por los microorganismos.

La descomposición de la materia orgánica produce CO_2 que - forma el H_2CO_3 en el suelo. Este ácido aumenta la solubili--dad de muchos compuestos del suelo aumentando así la aprovecha--bilidad de nutrimentos.

Los numerosos organismos del suelo son grandemente influen--ciados por los niveles de materia orgánica del suelo. La mayo--ría de los organismos derivan su energía de los compuestos del--carbono en la materia orgánica. El nitrógeno para la formación de proteínas y otros nutrientes también son obtenidos de la ma--teria orgánica del suelo (12).

El nitrógeno no puede almacenarse en el suelo sino en for--ma orgánica y ésto hace que la fertilidad del suelo esté estre--chamente ligada con su contenido de materia orgánica, siendo - el principal papel de la materia orgánica, más específicamente en

partes donde no se usan fertilizantes, la de constituir la única fuente de nitrógeno y hasta cierto punto también de otros nutrientes. Un suelo es rico, cuando su contenido de materia orgánica es alto; y pobre en caso opuesto (7).

2.2.1. Algunas funciones de la materia orgánica.

1. Reduce el impacto de la gota de lluvia que cae y permite que el agua se filtre con suavidad en el suelo. Por lo tanto el escurrimiento superficial y la erosión se reducen habiendo mayor cantidad de agua disponible para el mejor desarrollo de las plantas.
2. La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de agua.
3. La materia orgánica sirve como una fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo.
4. Las pérdidas de agua por evaporación se reducen mediante capas protectoras orgánicas.
5. Los ácidos orgánicos liberados de la materia orgánica en descomposición ayudan a reducir la alcalinidad de los suelos, a disolver minerales y a hacerlos más accesibles para el desarrollo de las plantas.
6. La descomposición de la materia orgánica produce diferentes nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.
7. La materia orgánica tiene una función especial en hacer al fósforo más fácilmente aprovechable en suelos ácidos.

8. La capacidad de trabajo de un suelo resulta muy mejorada por la adición de materia orgánica.
9. Dependiendo del contenido de materia orgánica de un suelo se ra mayor ó menor su capacidad productiva (3,11,12).

2.2.2. Descomposición de la materia orgánica.

La materia orgánica suministra energía y nutrientes para todas las formas de vida en el suelo.

La descomposición de la materia orgánica es en primer lugar un proceso biológico que implica a los organismos del suelo. La clase de organismos del suelo activos en el proceso de descomposición son gobernadas por la naturaleza química de los residuos orgánicos y condiciones del suelo.

Varias condiciones del suelo afectan la descomposición microbiana del material orgánico, el rango óptimo de temperatura es entre 31 y 38°C. Las temperaturas fuera de éste rango retardaran la actividad de los organismos del suelo.

Los organismos del suelo también son afectados por los niveles de humedad. Si una cantidad excesiva de agua está presente en el suelo, los números y clases de organismos benéficos en la descomposición decrecen debido a una aereación deficiente. Sin embargo, los organismos del suelo prosperan a más bajos niveles de humedad que las plantas superiores.

Las bacterias y actinomicetos son los organismos de la descomposición más importantes en los suelos cuando el pH es mayor de 6.0. Los hongos predominan a pH's menores de 6.0.

La mayoría de los organismos del suelo también necesitan nitrógeno, otros nutrientes, materia orgánica para su energía y -requieren oxígeno libre. Todos éstos deben estar presentes en el suelo. Las condiciones óptimas del suelo tanto para el desarrollo de las plantas como para la mayoría de los microorganismos del suelo son las mismas (12).

2.2.3. Cambios en la materia orgánica y sus productos de descomposición.

Una actividad principal de los microorganismos del suelo - es la mineralización de la materia orgánica. La mineralización es el desdoblamiento de los materiales orgánicos en elementos - más simples ó compuestos, a través de las actividades de varios organismos.

• Los cambios físicos y químicos a que están sujetos los materiales orgánicos cuando cambian a compuestos simples por los microorganismos llevan el nombre de descomposición (12).

2.3. Los organismos del suelo

2.3.1. Organismos del suelo, actividades y relaciones con la productividad.

El suelo es el medio donde se desarrolla la vida de inmunerables formas de plantas y animales que varían en tamaño, desde las que necesitan verse en el microscopio a los macroorganismos. A través de una gran variedad de actividades, éstos organismos - contribuyen a la capacidad productiva del suelo. Una mejor ---

apreciación de la importancia de los organismos vivientes en el desarrollo y productividad del suelo proviene del conocimiento sobre la naturaleza general de la población del suelo, de las funciones específicas de sus varias formas y de la influencia de los factores del medio ambiente en su supervivencia y actividades (12).

2.3.2. Requerimiento de nutrientes por los organismos del suelo.

En general requieren los mismos elementos nutritivos que las formas superiores de vida. Necesitan de elementos esenciales como el carbono, hidrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, potasio y nitrógeno.

La mayoría de los organismos del suelo, dependen de la materia orgánica, que contiene para su abastecimiento de alimento y energía.

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes en la nutrición de los microbios, y puede ser usado en formas orgánicas complejas ó en compuestos inorgánicos simples como sales de NH_4 ó NH_3 .

Ciertos grupos de bacterias tienen la habilidad de utilizar el nitrógeno libre del aire y fijarlo en su protoplasma. Aumentando de éste modo el abastecimiento de nitrógeno combinado del suelo. Los microbios obtienen los otros elementos minerales necesarios de las sales solubles en el suelo y de las cenizas de la materia orgánica descompuesta (12).

2.3.3. Influencia de las condiciones del suelo sobre los microorganismos.

Las condiciones del medio ambiente determinan la naturaleza de la población microbiana (12).

Un censo microbiológico muestra que los suelos de buena calidad contienen muchos millones de microbios por gramo, de ellos probablemente el 90% son bacterias, el 9% actinomicetos y el 1% algas, hongos y protozoos (3).

Al examinar los cambios de la población microbiana del suelo, se encuentran ciertas causas de tales variaciones, algunas de las cuales son:

- a) Temperatura.- La óptima para el desarrollo de la mayoría de los microbios, es considerablemente más alta que aquellas que prevalecen en el suelo, aún en el verano.
La temperatura regula la velocidad de las reacciones químicas y los cambios biológicos que ocurren en el suelo. Para la mayoría de los organismos del suelo, la temperatura óptima es alrededor de 35°C.
- b) Humedad.- Su influencia depende en grado considerable de la naturaleza del suelo y de los organismos inherentes. La cantidad óptima de agua para la mayoría de los organismos está entre 50 y 70% de la capacidad de retención del suelo, más o menos la misma para las plantas superiores.
- c) Acidez.- El grado de acidez ó de alcalinidad es de particular importancia en las actividades y abundancia relativa de los diferentes grupos de organismos del suelo. La propor---

ción de hongos, bacterias, y actinomicetos es mayor en suelos ácidos que neutros.

- d) Aereación.- El desarrollo y actividades de los organismos del suelo son grandemente afectadas por la concentración y abastecimiento de ciertos gases, (particularmente oxígeno, CO_2 y nitrógeno), en el aire. El oxígeno es requerido para los procesos de oxidación, el CO_2 como fuente de carbono para los organismos autotróficos y el nitrógeno para los organismos fijadores del mismo. La aereación del suelo es gobernada primeramente por las fluctuaciones de la humedad del suelo.
- e) Sales.- La aplicación de sales minerales al suelo afecta la naturaleza y actividad de la población bacteriana del suelo en varias formas. Pueden estimular el desarrollo de las plantas superiores, dejando mayores cantidades de residuos de cultivos, aumentando de éste modo el abastecimiento aprovechable de energía lo que resulta en una mayor actividad bacteriana.
- f) Luz.- La luz directa del sol es altamente perjudicial para la mayoría de los microorganismos del suelo y muchos mueren instantaneamente en presencia de la energía radiante. La luz difusa del día parece tener un efecto de inhibición sobre la mayoría de las bacterias, pero es muy escaso sobre los hongos. El desarrollo sobre las algas, sin embargo, es estimulado por la luz difusa.
- g) Materia orgánica.- Tiene una influencia decisiva en los orga

nismos del suelo, especialmente bajo condiciones húmedas. Los suelos con mayor contenido de materia orgánica son capaces de soportar una población microbiana más densa. La materia orgánica también afecta la estructura, aereación, capacidad de retención de agua y relaciones de temperatura de los suelos --- (12).

2.3.4. Factores que rigen la actividad bacteriana.

La actividad de los microbios del suelo está limitada por la energía disponible, las condiciones ambientales y, algunas veces, la formación de ciertas sustancias perjudiciales para el desarrollo de estos microorganismos. La actividad y el desarrollo de la macro y micropoblación del suelo está afectada principalmente, por la presencia de la materia orgánica, la provisión de oxígeno, la disponibilidad de los compuestos inorgánicos, la temperatura, las condiciones físicas, el contenido de humedad y la reacción (pH) del suelo.

La mayoría de los microbios que viven en el suelo son útiles, pero hay otros que no lo son, ó se vuelven nocivos en lo que respecta al cultivo de las plantas, por cuya razón, el tratamiento del suelo debe orientarse hacia la reducción de los efectos perjudiciales al mínimo y a promover el aumento de la actividad útil al máximo. En otras palabras, en cualquier tratamiento al suelo se deben de tomar en cuenta las plantas superiores y también a cualquier respuesta que se espere de los microorganismos del suelo. Tan solo de ésta manera podrá lograrse y conservarse un suelo saludable y un desarrollo vegetal vigoroso (10).

2.3.5. Distribución de los microbios del suelo.

Por regla general el mayor número de microbios ocurre en la capa superficial, ó sea en el horizonte A del suelo. El número en todos los suelos decrece con la profundidad, y la rapidez de éste decrecimiento varía con las condiciones del suelo, especialmente con el contenido de materia orgánica, aereación y acidez (12).

2.3.6. Efecto de las plantas superiores en las actividades microbianas.

El desarrollo de las plantas superiores en el suelo aumenta las actividades microbianas y es notorio que estas actividades son particularmente intensas en la proximidad de las raíces. La modificación en la flora microbiana se debe, en parte, a los cambios físicos producidos en el medio ambiente del suelo por las raíces de las plantas; pero la influencia más pronunciada se considera que es ejercida por sustancias orgánicas procedentes de las raíces mismas que sirven a los organismos heterotróficos como fuente de alimento y energía. En la zona radicular donde los microorganismos son más activos, aumentan la aprovechabilidad de nutrientes por las plantas y es aquí donde también pueden ejercer los efectos más perjudiciales bajo ciertas condiciones (12).

2.4. La electrocultura

La electrocultura, considerada desde un punto de vista ---

agronómico como una rama de la Agrofísica, es la que estudia -- los procedimientos y la influencia en la aplicación de energía eléctrica sobre los cultivos agrícolas.

Durante el siglo XVIII, varios hombres distinguidos, trabajando experimentalmente de forma independiente, concluyeron que la electricidad es un factor de control importante en el ciclo biológico.

Algunos de éstos investigadores fueron Franklin, D'Alibard, Pierre Charles Lemonnier, el sacerdote Giambattista y muchos -- otros investigadores emitieron postulados en torno a la idea de que la electricidad puede influir sobre los procesos biológicos.

El Dr. Earlier, aplicó tratamientos eléctricos en arbustos acreditando un incremento en su desarrollo y floración.

Abbé Bertholon en 1783 sugirió abiertamente que llegaría -- el día en que la mejor forma de fertilizar las plantas sería -- por medios eléctricos.

El científico americano V.H. Blackman y sus colaboradores -- en 1923, condujeron bajo cuidadoso control un estudio sobre el desarrollo de coleópteros y semillas de avena germinadas expuestas a descargas eléctricas. También experimentaron con maíz y trigo mostrando un aumento en calidad y tasa de crecimiento (5).

Regalado, N.J.C., cita a Bellevue quien en 1923 encontró -- un aumento en rendimiento hasta del 20% al aplicar energía eléctrica a las plantas con una intensidad de 0.3×10^{-4} amperes (9).

Olbín, P.C., cita que en 1933 Sante-Mattson aplicaron una diferencia de potencial eléctrico a un suelo con el objeto de obtener la cantidad de cationes intercambiables del mismo, considerando que con éste procedimiento la muestra se operaba en condiciones de no saturación y sin el uso de ningún extractante. Se encontró una remoción diferencial de los diversos cationes (6).

Breazeale, L.E., et al. 1951. Citado por Méndez, B.J.A. -- (5), establece evidencias experimentales que fundamentan la teoría de que la absorción de nutrientes por la planta, es un fenómeno eléctrico. Prueba que la absorción de cationes está en función del potencial eléctrico del ion. Los iones son absorbidos y transportados dentro de la planta, como una respuesta a un impulso eléctrico creado por un impulso vital.

Regalado, N.J.C., cita a Nelson, S.O. 1961. En unas pruebas observó, el aumento significativo de la emergencia en el campo de la semilla de alfalfa, al tratarla con un campo eléctrico de 38 MHZ (9).

El mismo Regalado, N.J.C., cita a Nelson, A.T.S., quien en 1964 estudiando la influencia de la temperatura y el contenido de humedad de las semillas de varias especies y variedades, al ser tratadas por campos eléctricos de 5, 10 y 39 Megahertz, encontró que se aumenta el % de absorción de agua de semillas duras con un mínimo de 4 años de almacenaje, así mismo, se tiende a reducir el % de semilla dura, y a incrementar la oxigenación de la misma (9).

Alvarado, N.T.E., cita a Leyva Alvarado quien realizó dos experimentos; el primero de ellos en 1968 en el cual aplicó corriente directa de 1.5 volts. conectando el polo negativo a tierra, en cuatro diferentes plantas, para que el flujo se iniciara cerca de las raíces pequeñas, mientras que el positivo lo distribuyó también en varios puntos de las ramas elevadas, habiendo logrado un mayor crecimiento anual durante los dos primeros años, que el de los arboles que quedaron como testigo.

Y el segundo de los experimentos en 1971, cuando sometió a 9 arboles de nogal a una energización eléctrica, aplicando ácido sulfúrico al suelo al 5% y antenas en las puntas de cada rama para activar el flujo eléctrico. Lo primero que observó a los 3 días de iniciado el experimento, fué que empezaron a revivir los brotes calcinados, reverdeciendolos en su parte interna, excepto el árbol que fué el testigo (2).

Pérez, G.H., cita a Stone, R.B., et al. quienes en 1973 observaron que el flujo de descargas eléctricas es el mejor medio para mejorar la germinación de semillas impermeables de algodón (8).

Leyva, A.M. 1974. Citado por Pérez, G.H., en Chihuahua, Chih. estudiando los efectos de corriente directa de 1.5 volts, proporcionada por medio de pilas ordinarias en el campo de cultivo, sobre cinco arboles de manzano encontró un mayor crecimiento anual durante los dos primeros años en los arboles tratados en comparación con los testigos.

El mismo autor en 1974, estudiando la intensificación del-

potencial mediante la aplicación de energía eléctrica en el campo con semilla de frijol mantequilla, después de un mes encontró una mayor actividad en el crecimiento en el lote donde se aplicó energía eléctrica en relación al lote establecido como testigo (8).

Méndez, B.J.A. 1979. En Saltillo, Coah., reportó un experimento en tomate y chile pasilla en un suelo alcalino (pH=8.6) a los cuales les aplicó cuatro tratamientos de ionización eléctrica, obteniendo así que el rendimiento en el cultivo del tomate se incrementará al aumentar el tiempo de estimulación eléctrica al suelo. En cuanto al cultivo del chile, el rendimiento disminuyó a medida que se aumentó el tiempo de estimulación eléctrica (4).

También en 1979 Méndez, realizó cinco experimentos en maíz frijol, tomate y chile, utilizando el equipo de estimulación electrodinámica para medir las variables de estudio y sobre los cuales pudo concluir que aplicando diariamente el flujo eléctrico a medio día en el suelo de cultivo durante su ciclo vegetativo, se vé incrementado el rendimiento (5).

Wilson, 1979. Citado por Regalado, N.J.C.(9). En Nebraska, Occidental, al comparar métodos químicos, mecánicos y de estimulaciones eléctricas para el control de malas hierbas en el cultivo de betabeles, halló que el sistema eléctrico usado logró un control moderado de malas hierbas y produjo betabeles de excelente calidad, mientras que los otros métodos produjeron buen control de malas hierbas pero una cosecha de betabeles de

mala calidad.

Regalado, N.J.C., cita que Amado Alvarez, J.P. 1983. Llevó a cabo un estudio de tomate sobre la polarización eléctrica al suelo y encontró que el mejor tratamiento fué donde se hicieron estimulaciones eléctricas de 60 cm. de profundidad durante el día y la noche, cada 4 horas con intervalos de 15 min. de aplicación de energía eléctrica. Registrando incrementos de 36, 40 y 32%, en el rendimiento para las 3 fases de producción estudiadas en relación al testigo (9).

Méndez, B.J.A. 1983. Obtuvo con maíz un aumento máximo del 161.8% en rendimiento biológico (materia fresca) evaluada antes de llegar a la madurez fisiológica. Usando para éste experimento su técnica ELECTROSEM de hidroionización de semilla. Así mismo halló un aumento del 67.5% en número de raíces principales a los 7 días después de la siembra, y un aumento del 51.56% en nacencia elevada a los 14 días post-siembra (5).

En el departamento de Agrofísica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a partir de 1978, se han efectuado trabajos sobre "La Aplicación e Influencia de la Energía Eléctrica sobre los cultivos Agrícolas y su medio ambiente" .

Concluyendose de dichos trabajos, que la energía eléctrica aplicada ya sea a la semilla de la planta ó al suelo, bajo condiciones de laboratorio, invernadero y campo, influye sobre la absorción de agua y asimilación de nutrientes, con diversos tipos de voltaje y frecuencia, en todas las etapas fenológicas. Afecta el tropismo y desarrollo radical y foliar, y repercute -

en cambios metabólicos significativos observados en el rendimiento, calidad y velocidad de maduración del fruto, en cultivos de tomate, chile, pepino, rábano, frijol y maíz. Se han establecido algunas técnicas prácticas y económicas, para la aplicación de energía eléctrica con fines didácticos, de investigación y producción agrícola.

La técnica más reciente aplica la energía eléctrica al suelo y a la planta, utilizando diversos medios de locomoción, como el tractor, tracción animal y manualmente (5).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el municipio de Marín, N.L., durante el período comprendido de octubre de 1986 a enero de 1987.

El Campo Agrícola Experimental se encuentra situado en el Km. 17 de la carretera Zuazua-Marín, siendo sus coordenadas geográficas de 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste, teniendo una altura sobre el nivel del mar de 375 metros.

3.2. Materiales

Los materiales que se utilizaron durante el desarrollo del experimento fueron los siguientes:

- Tractor, rastra, surcador, bordeador
- Tres acumuladores (uno por repetición)
- Cable eléctrico No. 16
- Abrazaderas
- Posera
- Pala
- Azadón
- Bolsas de plástico
- Balanza analítica

3.3. Métodos

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al-

azar con cinco tratamientos en tres repeticiones. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = M + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

$$i = 1 \dots t=5$$

$$j = 1 \dots r=3$$

$$ij = 1 \dots tr=15 \text{ abs.}$$

Donde:

Y_{ij} = es la observación del tratamiento i en el bloque j de la variable bajo estudio.

M = es la media general.

T_i = es el efecto verdadero del i -ésimo tratamiento.

β_j = es el efecto verdadero del j -ésimo bloque

E_{ij} = es el error aleatorio asociado a la i - j -ésima unidad experimental.

Los tratamientos probados fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T_1)	Testigo
Tratamiento 2 (T_2)	1.20 mts. (distancia entre electrodos)
Tratamiento 3 (T_3)	1.00 mts. "
Tratamiento 4 (T_4)	1.40 mts. "
Tratamiento 5 (T_5)	1.60 mts. "

Dimensiones de la parcela experimental:

Area total	= 30 mts. x 21 mts. = 630 mts. ²
Area efectiva	= 30 mts. x 15 mts. = 450 mts. ²
Area por repetición	= 30 mts. x 5 mts. = 150 mts. ²
Area por parcela (trat.)	= 6 mts. x 5 mts. = 30 mts. ²
Area por parcela útil	= 3 mts. x 2.40 mts. = 7.20 mts. ²
Separación entre bloques	= 2 mts.

El croquis del experimento con la distribución de los tratamientos se muestra en la Figura 1.

3.4. Desarrollo del experimento

Antes de iniciar el experimento se extrajo una muestra de suelo para evaluar las condiciones edáficas tanto físicas como químicas las cuales se muestran en el Cuadro 11.

Y en el Cuadro 12 se presenta la precipitación registrada durante la realización del experimento, que fueron los meses de octubre de 1986 a enero de 1987.

Una vez que con el tractor se estableció en el terreno elegido el experimento con las dimensiones antes mencionadas, se procedió a instalar en la cabecera de cada repetición un acumulador automotriz, el cual se enterró a una determinada profundidad de tal manera que quedar al raz del suelo y que solo sobresaliera la parte superior del mismo quedando visibles sus polos; a éstos se les unió el cable eléctrico (tanto en el polo positivo como en el negativo) quedando sujeto por medio de las abrazaderas, también una para cada polo del acumulador. El cable se extendió a todo lo largo del bloque (30 mts.) instalando en cada tratamiento, dentro de la parcela útil, una especie de electrodos formados éstos con el mismo cable solo que eliminando parte del plástico que cubre a su parte interior (aproximadamente 40 cm) quedando ésta al descubierto y enterrándose dicha parte en el suelo con una profundidad de 40 cm, para que quedara en contacto con el suelo y así transmitiera directamente la electricidad emanada del acumulador.

Cada tratamiento tenía una determinada distancia entre los dos electrodos (mencionadas éstas anteriormente), ésto trae como consecuencia que se aplique al suelo de cada tratamiento diferentes niveles de energía.

El único tratamiento que no poseía electrodos y por lo tanto no se aplicó energía fue al No. 1, ó sea, el testigo. Cabe hacer la aclaración que el modo en que se instalaron los cables fue en serie.

Los cables se conectaban al polo del acumulador una hora antes de empezar a sacar las muestras del suelo, una muestra por tratamiento y el terreno debía de estar húmedo con anterioridad.

La frecuencia con que se extraían las muestras de suelo -- fué de cada veintiocho días, siendo la primera muestra sacada el día 31 de octubre, la segunda el 28 de noviembre, la tercera el 19 de diciembre las 3 en 1986 y la cuarta y última el 16 de enero de 1987.

Posteriormente a cada muestra de suelo de cada tratamiento se le determinaba en el laboratorio de suelos el contenido de materia orgánica que poseía por medio del método Walkey y Black en el cual los mililitros gastados de FeSO_4 se someten a la siguiente fórmula para convertirlos a porcentajes (%) de materia orgánica.

Fórmula: % de Materia Orgánica =

$$\left[5 - (\text{ml. de } \text{FeSO}_4 \text{ gastados} \times 5) \right] 1.38$$

Fueron dichos porcentajes de materia orgánica los que sirvieron para realizar los 4 análisis de varianza y un quinto que

fue el promedio de los 4.

Los porcentajes de materia orgánica que se utilizaron para realizar los análisis de varianza se muestran en el Cuadro 13.

3.5. Análisis de varianza

La realización de los análisis de varianza fue por medio de la calculadora en base al diseño experimental bloques completos al azar.

El coeficiente de variación para cada análisis fué estimado en base a la siguiente fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} \times 100$$

donde:

C.V. = Coeficiente de variación

C.M.E. = Cuadrado medio del error

\bar{x} = Media general

A continuación se hacen algunas aclaraciones o consideraciones de el experimento:

- En el presente trabajo no se estableció ningún tipo de cultivo.
- El voltaje que contenian las baterias y que llegaba a cada -- tratamiento fue de 12 volts.
- En el apéndice (Pag. No.51) se muestran los valores de la corriente que presentaba cada tratamiento dependiendo de sus distancias entre los electrodos, así como la fórmula utilizada para obtener dichos valores.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación se anuncian a continuación para cada una de las frecuencias (4) en que se extrajeron las muestras de suelo, con sus respectivos -- cuadros de concentración de datos y análisis de varianza que se muestran en el apéndice.

Para la muestra extraída el 31 de octubre de 1986.

El análisis de varianza no reportó diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos y tampoco reportó diferencia estadísticamente significativa entre bloques, resultando un C.V. de 15.3889 %.

Para la segunda muestra extraída el 28 de noviembre de 1986.

Refiriéndose a ésta segunda muestra el análisis estadístico no reportó diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, resultando no significativo el efecto entre bloques, se obtuvo un C.V. de 15.8732%.

Para la muestra extraída el 19 de diciembre de 1986.

No se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, ni tampoco entre bloques, obteniéndose un C.V. de 17.31689%.

Para la cuarta muestra extraída el 16 de enero de 1987.

El análisis de varianza no mostró diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. No hubo significancia entre bloques y se obtuvo un C.V. de 17.340643%.

Para el promedio de las 4 frecuencias anteriores tampoco -
el análisis de varianza reportó diferencia estadísticamente -
significativa entre tratamientos, resultando no significativo -
el efecto entre bloques y se obtuvo un C.V. de 11.914166%.

5. DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se encontró que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguna de las cuatro frecuencias que se extrajeron, ni tampoco para el promedio de las cuatro. Esto se puede explicar de la siguiente manera:

Según la hipótesis planteada ni las distancias entre los electrodos ni sus respectivos flujos de energía entre los mismos tuvieron una diferencia marcada en la dinámica y actividad poblacional de la flora degradadora nativa de el suelo.

Debido a que no se tiene un marco de referencia de trabajos similares ó afines es aventurado suponer que los niveles de energía probados fueron en cantidades excesivas ó por el contrario en cantidades limitadas por lo cual no es posible mas que una especulación y es que los niveles naturales de energía en los cuales la materia orgánica es degradada son a niveles muy bajos, en el rango de micromohos, por lo que es muy factible que el nivel de energía utilizado haya sido alto.

Sin embargo lo anterior es tomando como base las características edáficas, pero desde un punto de vista biológico, en el cual la estimulación eléctrica es necesaria tal vez la cantidad de energía no fué lo suficientemente alta para poder estimular la actividad microbiana, esto es altamente probable dado que la parcela testigo no presenta una superioridad por sobre los tratamientos probados; por el contrario si el testigo hubiese presen-

tado una marcada superioridad denotaria que los niveles de energía probados fueron altos y no existe una estimulación sino -- por el contrario una inhibición.

Debido a que el terreno era homogéneo en todas sus características edáficas no es factible que hayan influido en los resultados de el presente trabajo de investigación.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis estadísticos para las cuatro frecuencias (y el promedio de éstas) con que se extrajeron las muestras de suelo, se encontró que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos lo que significa que todos los efectos de tratamientos son iguales.

Tomando en consideración los resultados obtenidos y de acuerdo al objetivo e hipótesis planteados se puede concluir lo siguiente:

En base al objetivo planteado que fué el de encontrar aquel nivel de energía en el cual la degradación de la materia orgánica, sea mayor como consecuencia de la estimulación eléctrica a la actividad microbiana, el análisis de varianza no reportó diferencia estadísticamente significativa por lo que se concluye que no existe diferencia en la cantidad de degradación de la materia orgánica al aplicar diferentes niveles de energía al suelo ó sea que todos los efectos de tratamientos son iguales.

Considero que éste tipo de trabajos son interesantes por que pueden repercutir en beneficio del Agro Mexicano, por lo tanto es conveniente que se sigan efectuado, tomando en cuenta algunos factores que se citan en las recomendaciones.

7. RECOMENDACIONES

1. Realizar el mismo experimento en el ciclo temprano aumentando el número de tratamientos ó repeticiones, para observar el efecto diferencia al cambiar el factor ambiental.
2. Probar diferentes fuentes de energía para determinar si existe alguno más adecuado ó eficiente.
3. Aumentar ó disminuir el tiempo de aplicación de la energía para encontrar aquel que sea mejor.
4. Efectuar pruebas con otros tipos y posiciones de electrodos para observar cual ofrece más y mejores ventajas.
5. Colocar los electrodos a diferentes profundidades para ver -- en cual existe una mayor cantidad ó actividad microbiana.
6. Alargar el tiempo de duración del experimento siguiendo con el mismo tiempo de duración entre cada frecuencia de extracción de suelo.
7. Realizar el experimento bajo diferentes condiciones hídricas.
8. Probar rangos de energía más amplios en los cuales poder observar los niveles en los que existe respuesta para posteriores trabajos.

8. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León en el municipio de Marín, Nuevo León durante el período comprendido de octubre de 1986 a enero de 1987.

El objetivo planteado fué el siguiente:

- Encontrar aquel nivel de energía en el cual la degradación de la materia orgánica sea mayor como consecuencia de la estimulación eléctrica a la actividad microbiana.

La hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación fué:

- Al menos uno de los tratamientos bajo los diferentes niveles de energía eléctrica sea diferente a los demás.

En el experimento se utilizó el diseño básico bloques completos al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones generandose 15 unidades experimentales; de donde se extrajeron muestras de suelo y a cada una por separado se le determinó su contenido de materia orgánica.

El material que se utilizó fué el siguiente:

1. 3 acumuladores (uno para cada repetición)
2. Cable eléctrico No. 16
3. Bolsas de plástico
4. Aperos de labranza necesarios

En base a los análisis estadísticos realizados, se encontró que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre

los trataminetos. Es posible que lo anterior se deba a que los niveles de energía probados no fueron los adecuados.

9. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. A.G.T. Editor, S.A. México. pp. 13-14,24.
2. Alvarado M,T.E. 1983. Influencia de la ionización eléctrica del suelo sobre el rendimiento de frijol en Saltillo, Coah. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 4,5.
3. Firman, E.B. 1958. Suelos y fertilizantes. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España. pp. 80-81,92-93,193,197.
4. Luna D, E. et al. 1984. Aplicación de diferentes tipos de polarización eléctrica al suelo y su efecto en rendimiento y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en fruto de pepino. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 8-9.
5. Méndez B, J.A. La electrocultura, antecedentes y comentarios. Publicación interior. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
6. Olbin P,C. 1969. Observaciones sobre el empleo de corriente eléctrica directa en la recuperación de un suelo salino-sódico. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

7. Papadakis, A.I. Gx.J. 1977. Fertilizantes. Editorial Alba--tros, Buenos Aires, Argentina. pp. 9,15-16.
8. Pérez G, H. 1984. Efectos de la ionización eléctrica alterna en los surcos del suelo en relación al rendimiento de tomate y chile. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 11-12.
9. Regalado N, J.C. 1985. Efectos de la energía alterna pulsante sobre el rendimiento, contenido hídrico y calidad de rábano (Raphanus sativus) y diseño de un implemento para su aplicación por tractor. Tesis Licenciatura. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp.6-7, ---10-12.
10. Tamhane, R.V. et al. 1978. Suelos: su química y su fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana, México. pp. 231—234, 237.
11. Teuscher, H. y Adler, R. 1965. El suelo y su fertilidad. Compañía Editorial Continental, México. pp. 66-67.
12. Villanueva O, B: 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. pp. 95-98,102-104,109,115-118, -125.
13. Pinzón, A. 1973. Física II, Conceptos Fundamentales y su --Aplicación. HARLA, México.

-

-

- 10. APENDICE

Cuadro 1. Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 31 de octubre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

Tratamiento	I	Repeticiones II	III	Totales de tratamientos
1. Testigo	.828	.892	.828	2.548
2. 1.20 mts.	.966	1.104	.996	3.066
3. 1.00 mts.	1.104	1.36	1.035	2.499
4. 1.40 mts.	1.311	1.035	1.035	3.381
5. 1.60 mts.	1.36	.892	.892	3.144
Total de repeticiones	5.569	5.283	4.786	15.638

Cuadro 2. Análisis de varianza para los % de materia orgánica - de las muestras extraídas el 31 de octubre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc.	F. teórica	
					.05	.01
Media	1	16.303136				
Tratamiento	4	.1807166	.0451791	1.7552643 ^{NS.}	3.84	7.01
Repetición	2	.0627932	.0313966	1.219797 ^{NS.}	4.46	5.65
Error	8	.2059142	.0257392			
Total	15	16.75256				

NS. = No significativo

C.V. = 15.3889%

Cuadro 3. Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 28 de noviembre de 1986.

Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

Tratamiento	Repeticiones			Totales de tratamientos
	I	II	III	
1. Testigo	1.104	.828	.828	2.76
2. 1.20 mts.	1.242	1.035	1.587	3.864
3. 1.00 mts.	.892	1.035	1.173	3.1
4. 1.40 mts.	1.035	.966	1.36	3.361
5. 1.60 mts.	1.035	.828	.892	2.755
Total de repeticiones	5.308	4.692	5.84	15.840

Cuadro 4. Análisis de varianza para los % de materia orgánica-
de las muestras extraídas el 28 de noviembre de 1986.
Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto
sobre la materia orgánica.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc.	F. teórica	
					.05	.01
Media	1	16.72704				
Tratamiento	4	.287774	.0719435	2.5605585 ^{NS.}	3.84	7.01
Repeticiones	2	.1320256	.0660128	2.3494775 ^{NS.}	4.46	5.65
Error	8	.2247744	.0280968			
Total	15	17.371614				

NS. = No Significativo

C.V. = 15.8732%

Cuadro 5. Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 19 de diciembre de 1986.

Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

Tratamiento	Repeticiones			Totales de tratamientos
	I	II	III	
1. Testigo	.828	1.104	1.173	3.105
2. 1.20 mts.	1.242	1.311	1.035	3.588
3. 1.00 mts.	1.173	1.587	1.311	4.071
4. 1.40 mts.	1.36	1.035	.966	3.361
5. 1.60 mts.	1.36	1.035	1.311	3.706
Total de repeticiones	5.963	6.072	5.796	17.831

Cuadro 6. Análisis de varianza para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 19 de diciembre de 1986. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc.}	F. teórica	
					.05	.01
Media	1	21.196304				
Tratamiento	4	.1765516	.0441379	1.0416036 ^{NS}	3.84	7.01
Repeticiones	2	.0077298	.0038649	.0912071 ^{NS}	4.46	5.65
Error	8	.3389996	.0423749			
Total	15	21.719585				

^{NS} = No Significativo

C.V. = 17.31689%

Cuadro 7. Concentración de datos para los % de materia orgánica de las muestras extraídas el 16 de enero de 1987.
Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

Tratamiento	Repeticiones			Totales de tratamientos
	I	II	III	
1. Testigo	1.035	.966	.892	2.893
2. 1.20 mts.	1.36	1.518	1.173	4.051
3. 1.00 mts.	1.173	1.725	1.242	4.14
4. 1.40 mts.	1.104	1.035	.996	3.135
5. 1.60 mts.	1.36	.892	1.242	3.494
Total de repeticiones	6.032	6.136	5.545	17.713

Cuadro 8. Análisis de varianza para los % de materia orgánica -
de las muestras extraídas el 16 de enero de 1987.

Aplicación de energía eléctrica y su efecto sobre la
materia orgánica.

F.C.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc.}	F. teórica	
					.05	.01
Media	1	20.916691				
Tratamiento	4	.401946	.1004865	2.3964899 ^{NS.}	3.84	7.01
Repeticiones	2	.039818	.019909	.4748072 ^{NS.}	4.46	5.65
Error	8	.335446	.0419307			
Total	15	21.693901				

NS. = No Significativo

C.V. = 17.340643%

Cuadro 9. Concentración de datos para los % de materia orgánica de el promedio de las 4 muestras anteriores.

Aplicación de energía al suelo y su efecto sobre la -
materia orgánica.

Tratamiento	Repeticiones			Totales de tratamientos
	I	II	III	
1. Testigo	.94875	.9475	.93025	2.8265
2. 1.20 mts.	1.2025	1.242	1.19775	3.64225
3. 1.00 mts.	1.0855	1.42675	1.1905	3.70275
4. 1.40 mts.	1.2025	1.01775	1.08925	3.3095
5. 1.60 mts.	1.27875	1.91175	1.08425	3.27475
Total de repeticiones	5.718	5.54575	5.492	16.75575

Cuadro 10. Análisis de varianza para los % de materia orgánica de el promedio de las 4 muestras anteriores.

Aplicación de energía al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc.}	F. teórica	
					.05	.01
Media	1	18.717011				
Tratamiento	4	.1637298	.0409324	2.3109721 ^{NS.}	3.84	7.01
Repeticiones	2	.00557521	.0027876	.157383 ^{NS.}	4.46	5.65
Error	8	.1416978	.0177122			
Total	15	19.028014				

NS. = No Significativo

C.V. = 11.914166%

Cuadro 11. Características físico-químicas del suelo del sitio experimental. Profundidad 0.30 cms.

Determinación	Valor obtenido	Clasificación agronómica
pH	7.7	Ligeramente alcalino
Textura		Migajón arcilloso
% Arena	33.48	
% Limo	32.00	
% Arcilla	34.54	
% Materia orgánica	.552	Extremadamente pobre
Nitrógeno total	.0276	Extremadamente pobre
Color del suelo	Hum. 10YR 4/4 Sec. 10YR 4/3	Café amarillento oscuro
Sales solubles totales	1.0 mmhos	No salino

Cuadro 12. Precipitación registrada (mm) durante los meses de octubre de 1986 a enero de 1987 en Marín, N.L.

Mes	Precipitación (mm)
Octubre	89.0
Noviembre	24.6
Diciembre	77.0
Enero	16.8

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Cuadro 13. Porcentajes(%) de materia orgánica obtenidos y que se utilizaron para realizar los análisis de varianza.

Repeticiones	Trat's	31-Oct-86	28-Nov-86	19-Dic-86	16-Ene-87	\bar{x}
I	1	.828	1.104	.828	1.035	.94875
	2	.966	1.242	1.242	1.36	1.2025
	3	1.104	.892	1.173	1.173	1.0855
	4	1.311	1.035	1.36	1.104	1.2025
	5	1.36	1.035	1.36	1.36	1.27875
II	1	.892	.828	1.104	.966	.9475
	2	1.104	1.035	1.311	1.518	1.242
	3	1.36	1.035	1.587	1.725	1.42675
	4	1.035	.966	1.035	1.035	1.01775
	5	.892	.828	1.035	.892	.91175
III	1	.828	.828	1.173	.892	.93025
	2	.996	1.587	1.035	1.173	1.19775
	3	1.035	1.173	1.311	1.242	1.1905
	4	1.035	1.36	.966	.996	1.08925
	5	.892	.892	1.311	1.242	1.08425
Totales		15.638	15.840	17.831	17.713	16.75575

DISEÑO EXPERIMENTAL
BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

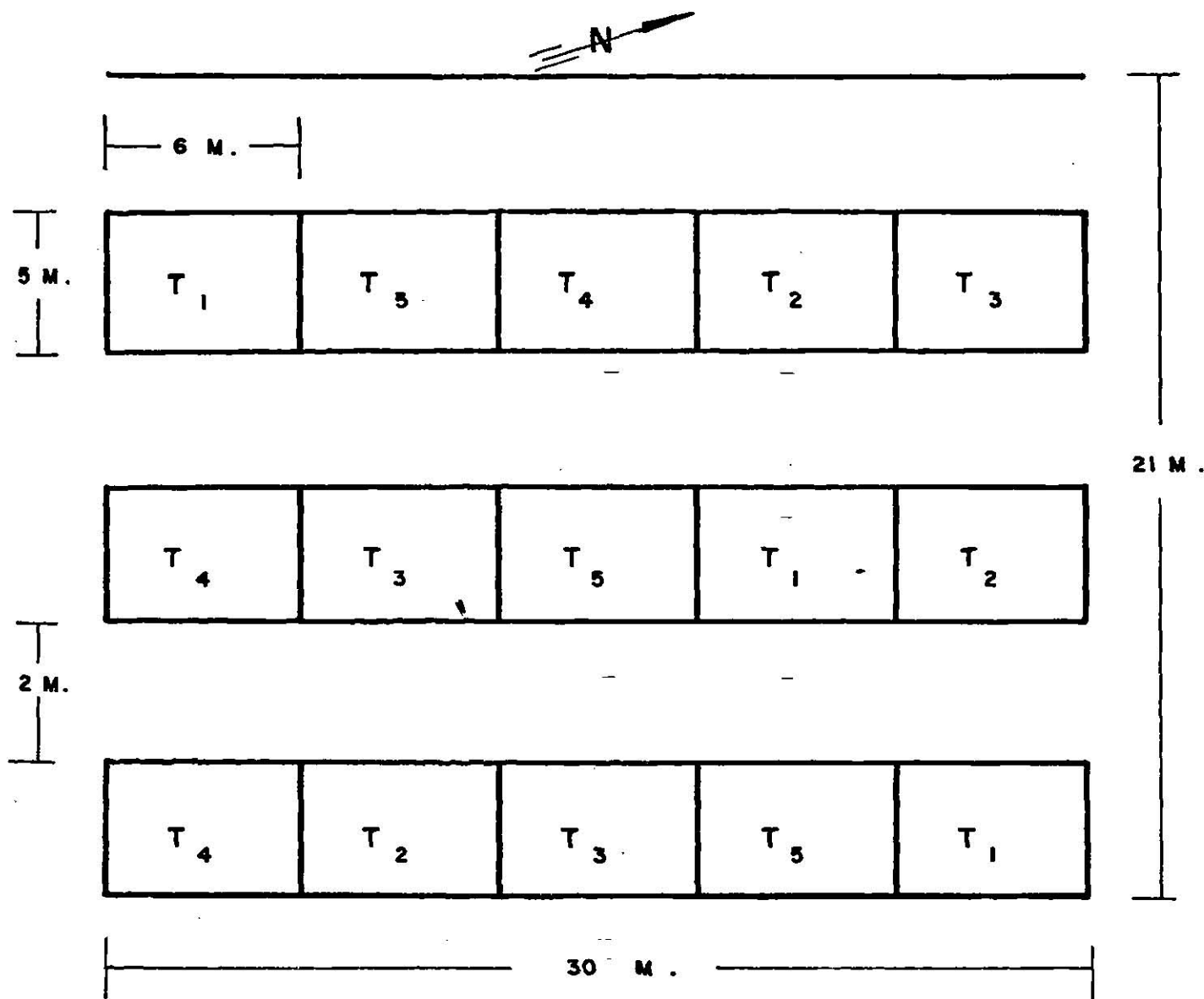


Figura 1. Distribución al azar de los tratamientos en el campo. Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

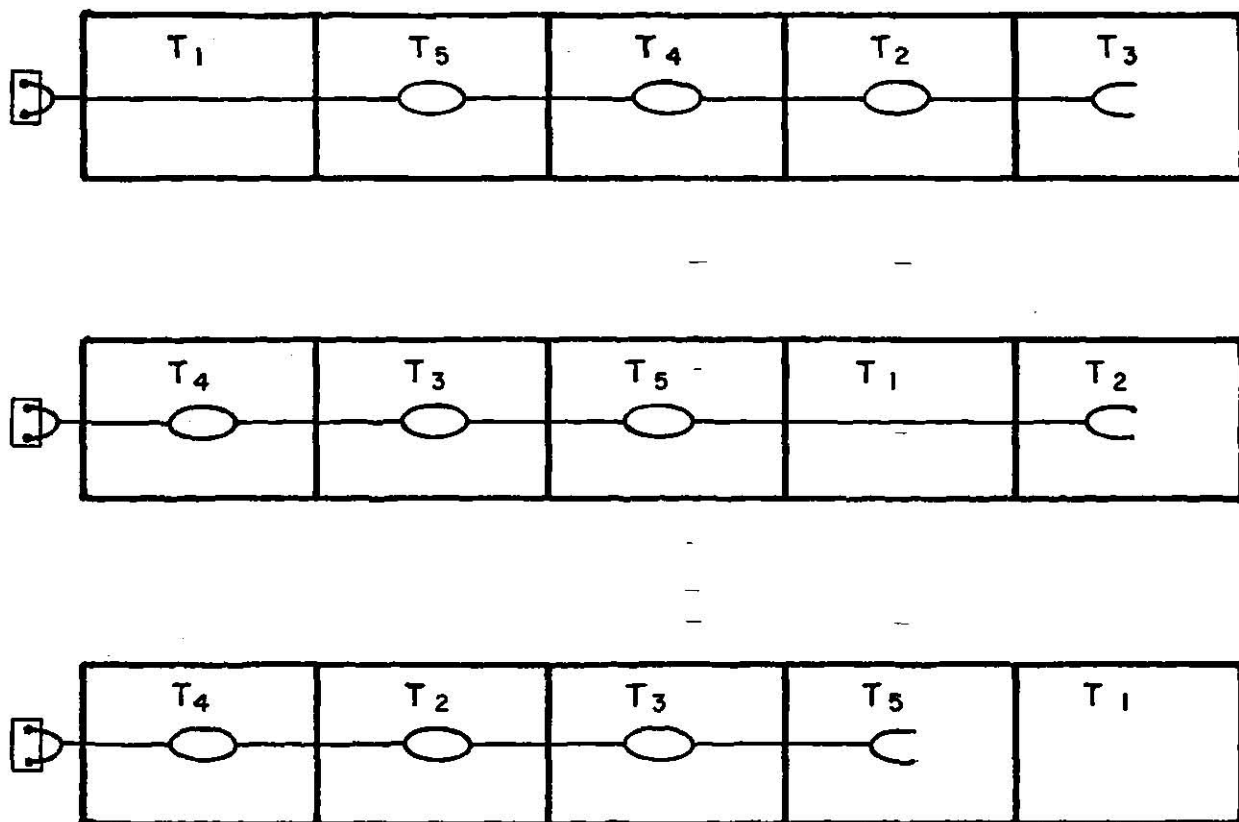


Figura 2. Diagrama esquemático mostrando la colocación de las baterías y cables en el sitio experimental.
 Aplicación de energía eléctrica al suelo y su efecto sobre la materia orgánica.

Para la distancia entre
electrodos de:

La corriente que presentaba ca
da tratamiento era:

1.0 m (T ₃)	10.9 amperes
1.20 m (T ₂)	7.05 "
1.40 m (T ₄)	5.71 "
1.60 m (T ₅)	4.8 "

La fórmula utilizada fué:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{Donde: } I = \text{Corriente (amperios)}$$

$$V = \text{Voltaje (volts)}$$

$$R = \text{Resistencia (Ohms)}$$

Los valores de la resistencia obtenidos fueron:

Para 1.00 m (distancia entre electrodos)	1.1 Ohms
1.20 m	"
1.40 m	"
1.60 m	"

