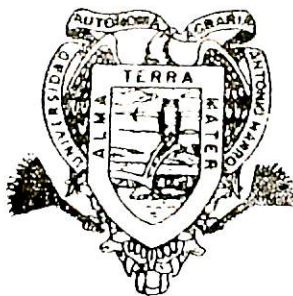


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS



APLICACION DE LA ESTADISTICA Y LA FISICA EN
EL ESTUDIO DE VARIOS EFECTOS DE LA
ENERGIA ELECTRICA SOBRE EL
MEDIO HIDROPONICO Y
DESARROLLO DEL MAIZ

POR

JULIO ANTONIO MENDEZ BERLANGA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN ESTADISTICA EXPERIMENTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

1984

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

COLEGIO DE GRADUADOS

Aplicación de la Estadística y la Física
en el estudio de varios efectos de la e-
nergía eléctrica sobre el medio hidropó-
nico y desarrollo del Maíz.

JULIO A. MENDEZ BERLANGA

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener
el Grado Académico de

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

ESPECIALIDAD EN ESTADISTICA EXPERIMENTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

1984

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

APLICACION DE LA ESTADISTICA Y LA FISICA EN EL ESTUDIO
DE VARIOS EFECTOS DE LA ENERGIA ELECTRICA SOBRE EL
MEDIO HIDROPONICO Y DESARROLLO DEL MAIZ

JULIO A. MENDEZ BERLANGA

TESIS

APROBADA POR EL COMITE PARTICULAR DE ASESORIA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS


ESPECIALIDAD ESTADISTICA EXPERIMENTAL

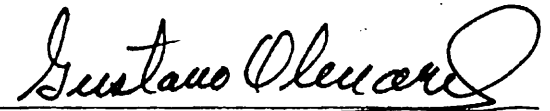


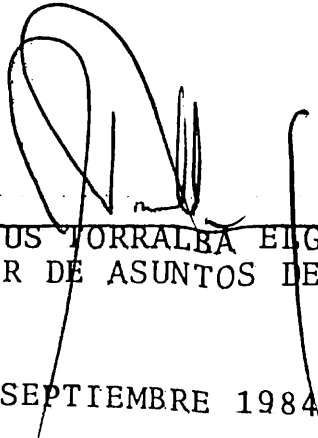
BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

COMITE PARTICULAR DE ASESORIA


MC. EMILIO PADRON CORRAL
PRESIDENTE


MC. DANIEL GOMEZ GARCIA
VOCAL


MC. GUSTAVO OLIVERA SALAZAR
VOCAL


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
SUBDIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO

SEPTIEMBRE 1984

A G R A D E C I M I E N T O

A las personas que en orden cronológico, fueron apareciendo en el curso de este trabajo, y que de alguna u otra forma; les corresponde una parte del todo.

Al Ing. M.C. Regino Morones Reza, amigo y compañero, el cual concatenó conmigo el inicio del proceso de agronomizar las Ciencias Básicas.

Al Dr. Mario E. Castro Gil, por brindarme el sendero agronómico que el había caminado.

Al Ing. Alejandro Arredondo Osorio, por ser mi primer compañero ideológico en la praxis de un mundo mejor, a través de la revolución de las ciencias del agro.

A los que fueron mis alumnos, cuya inquietud conjuntamente con la del Dr. Castro y el Ing. Arredondo; motivaron la fundación del Departamento de Agrofísica; y a mis compañeros que lo integran.

Al personal del Instituto Mexicano del Maíz, y de los demás Departamentos que colaboraron con material y trabajo técnico de análisis físicos, químicos y de computo electrónico.

Al Dr. Jesús Torralba Elguezabal, por su irrestricto apego al progreso del Colegio de Graduados en su calidad de Subdirector Académico.

Al comité de asesores por su calidad humana y científica, formado por los maestros en ciencias Emilio Padrón Corral, Daniel Gómez García y Gustavo Olivares Salazar; quienes dieron el impulso final para la metabolización de este trabajo.

A la Srita. Leticia O. Infante Alvarez, por su dedicación y esmero en la mecanografía del escrito.

A todos áquellos que no menciono, pero que silenciosamente siempre estuvieron presentes en el alfa y omega de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi esposa Lucero y mis hijos; Julio, Emilio y Lucila, quienes me sostuvieron con su fuerza y derramaron sobre mi su energía metafísica que alumbro mi senda.

A la memoria de mi padre José María por llegar al final recurrente del curso vital, con más luz que en el principio.

A mi madre por ser ajena a la encrucijada y escabrosa senda de la ciencia, pero que crea y cree en mi.

A mi suegra Lucila por su gran sensibilidad humana y por ser mi amiga; la madre de mi esposa y la abuela de mis hijos.

A mis maestros y amigos, porque en torno a ellos giró la órbita temporal del proceso de enseñanza y aprendizaje de la amistad; antes, que el de la ciencia.

A el "Alma Terra Mater" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a la cual pertenezco por convicción de que la tierra es la madre que alimenta, y me siento orgulloso de ella.

A aquellos a quienes algún día, pueda este trabajo coadyuvar en parte, a reducir la ignorancia y el sufrimiento en su temporal cause por el mundo.

C O N T E N I D O

	PAGINA
INDICE DE FIGURAS Y CUADROS	
I. INTRODUCCION.	1
II. RESUMEN.	4
III. REVISION DE LITERATURA.	10
3.1 Antecedentes Históricos de la Influencia del Campo Eléctrico sobre el Desarrollo Vegetal.	11
3.2 Síntesis de Algunos Efectos causados por los Campos Electromagnéticos Naturales y Artificiales, de Baja, Alta y Ultra-Alta Frecuencia, en Vegetales y Micro-Organismos.	25
3.3 Antecedentes en Hidroponia.	37
3.4 Origen y Selección del Maíz.	50
IV. MATERIALES Y METODOS.	58
4.1 Localización del Sitio Experimental.	58
4.2 Materiales utilizados en Invernadero, Variables Observadas y Procedimientos para Medirlas.	58
4.3 Materiales utilizados en el Campo, Variables Observadas y Procedimiento para Medirlas.	61
4.4 Aplicación y Comportamiento Eléctrico de los Tratamientos.	62
4.5 Consideraciones Estadísticas.	63
4.6 Fundamentos, Desarrollo y Características de los Modelos Estadísticos de Diseño Experimental y de Regresión.	65
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	96
5.1 Cinética y Dinámica Eléctrica de la Solución.	96
5.2 Cambio del Solute entre el Estado Inicial y Final de la Solución Nutritiva.	113
5.3 Crecimiento Radicular.	118
5.4 Nacencia y Vigor.	124

C O N T E N I D O

	PAGINA
5.5 Cinética de Crecimiento en Altura de Planta.	127
5.6 Diámetro de Tallo.	128
5.7 Area Foliar y Análisis Bromatológico en Hoja.	152
5.8 Floración y Rendimiento.	158
5.9 Contenido Bromatológico en Grano.	162
VI. CONCLUSIONES.	170
VII. BIBLIOGRAFIA.	173

I N D I C E
D E
FIGURAS Y CUADROS

F I G U R A S

NUMERO		PAGINA
1	Sistema de Electrocultivos tipo Lemstroem básico.	24
2	Ilustración de las fuerzas de atracción sobre las moléculas de nutrientes, en el recipiente y sobre una membrana celular exagerada, sin y con electricidad.	82
3	Fotografías que muestran las partes del medio hidropónico.	85
4	Diagrama del circuito utilizado en los tratamientos eléctricos al Maíz.	84
5	Gráficas y modelos matemáticos que describen los tratamientos eléctricos (T_1 , T_2 , T_3 y T_4) en voltaje -- contra tiempo.	83
6	Disposición esquemática del tratamiento, $T_3 = 8V.C.D.$ (\pm) e ilustración del efecto eléctrico sobre la distribución del potencial hidrógeno pH.	87
7	Forma aproximada de las líneas de campo eléctrico, -- para cada uno de los tratamientos eléctricos T_2 , T_3 , T_4 para un instante de tiempo.	88
8	Acción de las fuerzas eléctricas en cada uno de los cuatro tratamientos sobre los iones de la solución -- nutritiva y efecto sobre la distribución del potencial hidrógeno pH.	89
9	Diseño experimental en la etapa de invernadero.	86
10	Diseño experimental para transplante en el campo.	90
11	Gráfica de resistencia eléctrica $R(\pm)$ en (Kilo-Ohms)	

NUMERO	PAGINA
al flujo de electrones del fondo a la superficie de- la solución nutritiva en función del tiempo, para ca da tratamiento.	107
12 Gráfica de resistencia eléctrica $R(\bar{x})$ en (Kilo-ohms) al flujo de electrones de la superficie al fondo de- la solución nutritiva en función del tiempo, para ca da tratamiento.	107
13 Gráfica de voltaje en (Milivolt) contra tiempo en -- (Horas), para los cuatro tratamientos eléctricos du- rante diez días, medido en circuito abierto entre -- los dos electrodos.	109
14 Gráfica de intensidad eléctrica (Miliamper) contra - tiempo (Horas) para los cuatro tratamientos eléctri- cos durante diez días.	110
15 Fotografías que muestran el desarrollo radicular y - foliar de los tratamientos.	122 123
16 Gráfica de altura en función del tiempo, para los -- dos materiales de Maíz en los cuatro tratamientos.	146
17 Gráfica de barras para el porcentaje relativo en flo- ración a los 80 días postsiembra.	159

C U A D R O S

1 Fórmula de Connors y Tiedjens para Solución Nutritiva	44
2 Solución Nutritiva de Hoagland y Arnon's (1950).	46
3 Solución Nutritiva desarrollada por Gauch que provee satisfactoriamente varios tipos de plantas.	47
4 Soluciones Nutritivas utilizadas por el Dr. A.J. Co <u>o</u> per (1974).	47

NUMERO	PAGINA
5 Algunas características de la hembra del Tehuano H-6 en tres regiones.	54
6 Algunas características de la hembra del AN-360.	57
7 Solución empleada en el experimento.	81
8 Análisis del agua en la que se disolvió la solución nutritiva y se restableció el nivel de los recipientes durante diez días.	81
9 Análisis químico del estado final de la solución nutritiva en cada tratamiento a los diez días de iniciada la aplicación de energía eléctrica.	91
10 Análisis del suelo donde se estableció el experimento en cuanto a fertilidad, salinidad y textura.	91
11 Datos climáticos diarios del mes de Mayo.	92
12 Datos climáticos diarios del mes de Junio.	93
13 Datos climáticos diarios del mes de Julio.	94
14 Datos climáticos diarios del mes de Agosto.	95
15 Resistencia eléctrica $R(\pm)$ y $R(\mp)$ en Ohms, al flujo de electrones, Versus Tiempo a través de la solución nutritiva, para cada tratamiento.	106
16 Voltaje en Volt y corriente eléctrica en Miliamper - contra tiempo en HR, entre el fondo y la superficie de la solución nutritiva, en cada tratamiento.	108
17 Diferencias porcentuales y probabilidad de rechazo - entre tratamientos eléctricos, por medio de la prueba (DMS) y (SCHEFFE), sobre valores medios de las variables eléctricas de la solución nutritiva: Resistencia eléctrica $R(\pm)$ y $R(\mp)$, Intensidad de corriente eléctrica (I) y Voltaje (V).	111

NUMERO	PAGINA
18 Selección de Polinomios más significativos de las variables eléctricas de la solución nutritiva en función del tiempo para cada tratamiento.	112
19 Análisis químico del estado inicial y final de la solución nutritiva y la diferencia porcentual entre ellos, para cada tratamiento en un intervalo de diez días.	117
20 Valores medios y análisis de varianza, de longitud y número de raíces principales observadas a los 9 días postsiembra, en la hembra del Tehuano H-6 sujeta a cuatro tratamientos eléctricos.	120
21 Valores medios y análisis de varianza, de longitud y número de raíces principales observadas a los 9 días postsiembra, en la hembra del AN-360 sujeta a cuatro tratamientos.	121
22 Porcentaje de nacencia de Maíz para la hembra del Tehuano H-6 a los tres días postsiembra en los cuatro tratamientos.	125
23 Análisis de Varianza del Cuadro 22.	125
24 Porcentaje de nacencia de Maíz para la hembra del AN-360 a los tres días postsiembra en los cuatro tratamientos.	126
25 Análisis de Varianza del Cuadro 24.	126
26 Altura de planta (en CM) a los 5 días postsiembra de Maíz hembra del Tehuano H-6 en los cuatro tratamientos.	129
27 Análisis de varianza del Cuadro 26.	129
28 Altura de planta (en CM) a los 5 días postsiembra de Maíz hembra del AN-360 en los cuatro tratamientos.	130
29 Análisis de Varianza del Cuadro 28.	130

NUMERO	PAGINA
30 Altura de planta (en CM) a los 7 días postsiembra de Maíz hembra del Tehuano H-6 en los cuatro tratamientos.	131
31 Análisis de Varianza para el Cuadro 30.	131
32 Altura de planta (en CM) a los 7 días postsiembra de Maíz hembra del AN-360 en los cuatro tratamientos.	132
33 Análisis de Varianza del Cuadro 32.	132
34 Altura de planta (en CM) a los 9 días postsiembra de Maíz hembra del Tehuano H-6 en los cuatro tratamientos.	133
35 Análisis de Varianza del Cuadro 34.	133
36 Altura de planta (en CM) a los 9 días postsiembra de Maíz hembra del AN-360 en los cuatro tratamientos.	134
37 Análisis de Varianza del Cuadro 36.	134
38 Altura en CM, medida a los 30 días en la hembra del Tehuano H-6 y del AN-360 para los cuatro tratamientos.	135
39 Valores medios de altura en CM, tomadas a los 30 días en la hembra del Tehuano H-6 para los cuatro tratamientos.	136
40 Análisis de Varianza del Cuadro 39.	136
41 Valores medios de altura en CM, tomadas a los 30 días en la hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos.	137
42 Análisis de Varianza del Cuadro 41.	137
43 Altura en CM, y diámetro menor de tallo en CM, medidos a los 45 días en la hembra del Tehuano H-6 para los cuatro tratamientos.	138
44 Valores medios de altura en CM, tomadas a los 45 días	

NUMERO	PAGINA
en la hembra del Tehuano H-6 para los cuatro trata-- mientos.	139
45 Análisis de Varianza del Cuadro 44.	139
46 Altura en CM, y diámetro menor de tallo en CM, medi-- dos a los 45 días en la hembra del AN-360 para los - cuatro tratamientos.	140
47 Valores medios de altura en CM, tomados a los 45 días en la hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos.	141
48 Análisis de Varianza del Cuadro 47.	141
49 Diámetro de tallo en CM, tomado a los 45 días en la- hembra del tehuano H-6 y del AN-360, para los cuatro- tratamientos.	142
50 Análisis de Varianza del Cuadro 49.	143
51 Diferencia porcentual ($\Delta\%$) y probabilidad de rechazo P(R), entre valores medios de porcentaje de nacencia y altura de la planta en Maíz, dos hembras la del Te huano H-6 y la del AN-360 causados por los tratamien tos eléctricos comparados con el testigo.	144
52 Tabulaciones de altura media (Y) en CM, Versus Tiem- po (t) días postsiembra, en los cuatro tratamientos- y las dos hembras la del Tehuano H-6 y la del AN-360.	145
53 Modelos polinomiales de mayor significancia y su pro babilidad de rechazo, para los datos del Cuadro 52.	145
54 Análisis de Varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de Maíz en el testigo (T ₁), para las dos hembras la del Tehuano H-6 y la - del AN-360.	147
55 Análisis de Varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de Maíz en el trata-- miento (T ₂), para las dos hembras la del Tehuano H-6	

NUMERO	PAGINA
y la del AN-360.	148
56 Análisis de varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de Maíz en el tratamiento (T ₃), para las dos hembras la del Tehuano H-6 y la del AN-360.	149
57 Análisis de Varianza para los polinomios de grado 1, 2 y 3 asociados al crecimiento de Maíz en el tratamiento (T ₄), para las dos hembras la del Tehuano H-6 y la del AN-360.	150
58 Velocidad V(t) y aceleración a(t) para $0 \leq t \leq 45$ días del crecimiento de las dos hembras de Maíz en los cuatro tratamientos.	151
59 Area foliar observada a los 45 días y calculada a partir de una ecuación empírica, en las dos hembras la del Tehuano H-6 y la del AN-360.	153
60 Datos del área foliar obtenidos del Cuadro 59.	154
61 Análisis de Varianza del Cuadro 60.	155
62 Análisis bromatológicos medios de 3 muestras de hoja de Maíz, tomados a los 40 días en los cuatro tratamientos para la hembra del AN-360.	156
63 Diferencias porcentuales ($\Delta\%$) en valores medios de componentes bromatológicos en la hoja de Maíz hembra del AN-360 para los tres tratamientos eléctricos comparados con el testigo.	157
64 Porcentaje de plantas de Maíz en floración con espiga, jilote y espiga más jilote a los 80 días para las dos hembras la del tehuano H-6 y la del AN-360 en los cuatro tratamientos.	159
65 Valores medios de rendimiento (Y) en TON/HA y Análisis de Varianza, para Maíz cruza simple C ₁ (Hembra del	

NUMERO	PAGINA
Tehuano H-6) en los cuatro tratamientos eléctricos.	160
66 Valores medios de rendimiento (Y) en TON/Ha y Análisis de Varianza, para Maíz cruza simple C ₂ (Hembra del AN-360) en los cuatro tratamientos.	161
67 Por ciento de Materia Seca en grano de Maíz hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos eléctricos.	163
68 Análisis de Varianza del Cuadro 67.	163
69 Por ciento de Ceniza en grano de Maíz hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos eléctricos.	164
70 Análisis de Varianza del Cuadro 69.	164
71 Por ciento de fibra cruda en grano de Maíz hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos eléctricos.	165
72 Análisis de Varianza del Cuadro 71.	165
73 Por ciento de Grasa en grano de Maíz hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos eléctricos.	166
74 Análisis de Varianza del Cuadro 73.	166
75 Por ciento de Proteína en grano de Maíz hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos eléctricos.	167
76 Análisis de Varianza del Cuadro 75.	167
77 Extracto libre de Nitrógeno en grano de Maíz hembra del AN-360 para los cuatro tratamientos eléctricos.	168
78 Análisis de Varianza del Cuadro 77.	168
79 Diferencia porcentual ($\Delta\%$) y probabilidad de rechazo P(R) entre valores medios de componentes bromatológicos en grano de Maíz hembra del AN-360, causados por los tratamientos eléctricos comparados con el testigo (T ₁).	169

INTRODUCCION

Las interacciones eléctricas constituyen la base de los mecanismos íntimos de los fenómenos biofísicos, tanto en los niveles tisular, orgánico y finalmente del individuo biológico considerado como una entidad íntegra.

Esto se refiere al hecho de que el agua constituye una parte importante de los materiales que forman los seres vivos; ahora bien, el agua posee propiedades eléctricas particulares debidas a la estructura misma de su molécula. Además, el medio extracelular e intracelular de los organismos vivos es, en gran parte, de naturaleza electrolítica y en consecuencia los fenómenos iónicos desempeñan un papel fundamental en numerosos procesos biológicos. Finalmente, las macromoléculas biológicas, en solución coloidal, muestran propiedades importantes de tipo electrolítico.

La energía eléctrica es sin lugar a dudas, factible de transformarse en muchas otras formas de energía con una eficiencia muy grande, aparte de ser susceptible de controlarla en el tiempo y el espacio con una alta precisión, además es hasta el momento, la de menor costo por kilo-wat-hora comparado con las demás formas de energía para consumo social.

En este estudio, se aplica la Estadística y la Física Experimentales como técnicas del método científico, con el propósito de obtener modelos matemáticos y técnicas operacionales, tales que permitan estimar, explicar y aplicar en

la medida de lo posible, algunos efectos de la energía eléctrica en el medio hidropónico y desarrollo del maíz.

Este trabajo forma parte de un Programa de Investigación del Departamento de Agrofísica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, sobre "Diseño, Construcción y Evaluación de Equipo para Ionización y Magnetización Agrícola" que se inició el año 1978, con el cual se pretende lograr un conjunto de técnicas accesibles, basadas en la aplicación de energía eléctrica a la semilla, planta y suelo, con el fin de aumentar la eficiencia en las semillas y del aprovechamiento de los energéticos disponibles en el medio en que germinarán y se nutrirán, disminuyendo en la medida de lo posible la contaminación ambiental y el uso irracional de energéticos.

Esta investigación científica tiene como objetivo, demostrar que la energía eléctrica aplicada en forma económica y accesible al medio donde se nutre la planta, produce efectos significativos en el crecimiento vegetal y en la calidad del fruto, además de seleccionar las plantas más vigorosas a pH extremo ácido o alcalino, en un tiempo relativamente corto. Esto permite establecer las bases primarias para el desarrollo de una "Técnica Electrodinámica para Selección y Nutrición Vegetal", en esta primera fase se utiliza un medio hidropónico electrodinámico, a través del cual se nutre la plántula para posteriormente transplantarse en el campo. Es posible que algún día una modificación de esta técnica se utilice como herramienta en el proceso de fi-

tomejoramiento.

A nivel de fundamentación científica, se menciona el hecho de que la solución nutritiva del medio hidropónico tiene las características de un electrólito, luego los efectos de la electricidad sobre la solución, pueden en parte ser explicados por las Leyes de Faraday sobre la electrólisis. La disociación electrolítica por la teoría de Clausius y Arrhenius (1877). La presión osmótica con la Ley de Van't Hoff para baja concentración de nutrientes. También se explica a través de la Físicoquímica la movilidad de los iones, la conductividad eléctrica y el número de transporte. Luego para explicar lo que sucede en el sistema radicular de la planta se hace uso de la Electrofisiología Celular considerando para fines electroquímicos la célula como un condensador en serie con una resistencia y un semiconductor, lo cual ayuda a explicar la importancia de la electricidad en el transporte electrogénico que se origina en un gradiente positivo de potencial. De manera un cuanto tanto imprecisa se puede explicar la acumulación de nutrientes en las células y la dinámica eléctrica de la solución, resolviendo las ecuaciones diferenciales que aparecen al aplicar el principio de conservación de la energía a un circuito serie compuesto por un condensador, un resistor y una fuente de voltaje variable en el tiempo.

R E S U M E N

Se realizó un experimento con dos cruizas simples de Maíz (*Zea mays*) que son la C_1 (S_5-10-1)X(S_5-32-1) y C_2 =($SSE-232-1-1$)X($SSE-255-1-1$) bajo condiciones de hidroponia tipo solución, dirigido a estimar estadísticamente con un error máximo del 5% los efectos de la energía eléctrica sobre la solución nutritiva y sobre plantas de maíz durante diez días en invernadero y posteriormente transplantadas al campo. Con el objetivo de establecer las bases de una técnica electrodinámica para:

- a) Selección en base a vigor bajo potenciales hidrógeno extremos.
- b) Nutrición vegetal para producción de plántulas a nivel invernadero; dichas plántulas se pueden utilizar para consumo o transplante en el campo para producción en suelos con problemas de nutrición.

La aplicación de energía eléctrica se hizo a través de dos electrodos de papel de aluminio, uno inferior de forma plana que se coloca en el fondo del recipiente que contiene la solución nutritiva, y otro superior formado por conos de papel de aluminio interconectados, que se insertan en las celdas de forma cónica de las cajas de poliestireno para siembra, que se colocan en la parte superior de los recipientes y están en contacto con la solución nutritiva. Los conos se llenan de vermiculita como medio para sostener la semilla y posteriormente la plántula que permanecerá en hidroponia durante diez días para luego transplantarla al campo.

Se aplicaron cuatro tratamientos eléctricos, tres de

ellos con una diferencia de potencial de 8 volt efectivos, uno alterno 60Hz senoidal (T_4) y los otros dos (T_2) y (T_3) con corriente continua pulsante 60Hz senoidal invertidos - en polaridad uno con respecto al otro. (T_2) mantiene positiva la superficie de la solución y (T_3) negativa y un testigo o control (T_1), con la única diferencia con respecto a los demás de que no se le aplica energía eléctrica. Los tratamientos fueron distribuidos siguiendo un diseño experimental completamente aleatorio durante diez días en invernadero. Posteriormente se transplantaron al campo bajo un diseño - en bloques completos al azar.

Las variables estimadas fueron: Voltaje, intensidad de corriente y resistencia eléctrica entre los electrodos de la solución, durante diez días. Diferencia entre la solución nutritiva inicial y final en cuanto a potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Cloro, Sulfato y Nitrógeno. En planta el porcentaje de emergencia y vigor (bajo criterio del autor), velocidad de crecimiento radicular y foliar durante el tratamiento y en el campo, diámetro menor de tallo, área foliar, porcentaje de floración masculina y femenina para una fecha dada, rendimiento en grano; contenido en grano y hoja de: materia seca, cenizas, fibra cruda, grasa, proteína, Nitrógeno y extracto libre de Nitrógeno, además de Potasio y Fósforo en hoja.

En las variables eléctricas de la solución nutritiva se encontraron diferencias altamente significativas compa-

radas con el control (T_1). Todos los tratamientos eléctricos disminuyeron la resistencia al flujo de electrones (que en la solución son iones los que se mueven). El rango porcentual del flujo hacia la superficie libre es de (722 a - 5450)OHM, y hacia el fondo es de (162 a 240)OHM. Todos -- los tratamientos eléctricos aumentaron significativamente la intensidad de corriente eléctrica y voltaje, en más de un 100 por ciento (%) en miliamper y en un rango porcentual de (103 a 114) Volt respectivamente.

En cuanto a la diferencia entre el estado inicial de la solución nutritiva antes de aplicar la energía eléctrica y el estado final al terminar de aplicarla se tiene: el -- control T_1 y el de energía alterna T_4 tienden a mantener - un pH neutro. El pulsante continuo con polaridad negativa en la superficie T_2 tiende hacia un pH ácido y el tratamiento inverso a T_2 es decir el T_3 tiende a un pH alcalino. La conductividad eléctrica en T_3 disminuye 15.15% en relación al control. En Potasio T_1 , T_3 y T_4 lo reducen en un 34.3 - por ciento (%) y el T_2 en un 43%. El Fósforo se ve reducido en un 32% en T_1 y T_3 , en T_2 y T_4 se reduce un 55%. El - Calcio se reduce un 33.3% en todos los tratamientos. El - Magnesio aumenta un 62.5% en T_1 y T_2 , se reduce un 25% en T_3 y no se detectan diferencias en T_4 . El Cloro se reduce un 50% en T_1 y T_4 , y no se detectan diferencias en T_2 y T_3 . El sulfato se reduce en (21.9, 10.1, 33.9 y 15.5)% para T_1 , T_2 , T_3 y T_4 respectivamente. El Nitrógeno se reduce 29.65% en T_1 y T_3 , y un 34.6% en T_2 y T_3 .

A través de la dinámica de crecimiento se encuentra lo siguiente: Se reduce significativamente la emergencia en T_2 y T_3 en un rango de 8.0 a 15.3 % para C_1 y C_2 , en T_4 no se detectan diferencias. El porcentaje de plantas muertas a los 9 días en C_1 fué de 19, 43, 23, 13 y en C_2 fué de 18, 35, 33, 18 para T_1, T_2, T_3, T_4 respectivamente. El crecimiento radicular comparado con T_1 se vió reducido significativamente en más de un 100% en T_2 y T_3 con mayor intensidad en T_3 , y en T_4 lo aumentó en un 19.6% en longitud y un 36.8% en número de raíces principales. Se reduce el crecimiento foliar en relación a T_1 en un rango de 15.5 a 65.0 % en T_2 y T_3 para C_1 y C_2 ., resultando mayor en T_2 para C_1 y en T_3 para C_2 , el tratamiento T_4 aumenta en un rango de 7.3 a 24.4 % en C_1 y C_2 . En diámetro menor de tallo existe las siguientes diferencias significativas porcentuales $\% \Delta(T_3, T_4) = 25$ en C_1 , $\% \Delta(T_1, T_4) = 46.9$ y $\% \Delta(T_3, T_4) = 88.5\%$ en C_2 . El área foliar se redujo entre el 40 y 47 % en T_2 y T_3 comparados con T_1 en C_1 y C_2 , el T_4 aumentó el área entre 17.27 a 41.2 % en C_1 y C_2 . Las diferencias en rendimiento resultaron altamente significativas comparadas con T_1, T_2 y T_3 reducen un 41.73 y 75.81 % para C_1 y C_2 , T_1 y T_4 no presentan diferencias.

A partir de los polinomios estimados bajo el criterio $S = \text{máximo}(1 - P(R)/r^2)$ para el crecimiento se efectuó un análisis de los valores críticos de la velocidad $V(t)$ y la aceleración $a(t)$ en el tiempo. Determinando que T_1 y T_4 se comportan con $V(t)$ constante y $a(t)$ nula para C_1 y C_2 . Los tratamientos T_2 y T_3 anulan $V(t)$ en 16.5 días y 28 días

respectivamente y estan desacelerados hasta los 22 días de la postsiembra momento en que $a(t)$ se anula, para posteriormente acelerarse hasta los 45 días.

Con respecto a contenido bromatológico en hoja y grano se tiene: Todos los tratamientos eléctricos con relación al control aumentaron Potasio en hoja en un rango porcentual de 32.83 a 120.89 . Se detectaron diferencias muy significativas en grano comparadas con el control. Todos los tratamientos eléctricos disminuyen Cenizas en rango de 18.00, 32.40 y 75.95 % en T_2 , T_3 y T_4 respectivamente y disminuyen Fibra en 22.20, 50.46 y 26.83 %. T_3 aumentó un 49.7% de grasa y disminuye 9.11% de proteína, T_4 disminuye el 52% de Grasa, T_2 disminuye 2.70% y T_4 un 2.74% extracto libre de Nitrógeno. No se detectan diferencias en Materia Seca.

Estimando la selección entre y dentro de materiales en vigor a pH extremo, observamos que el porcentaje de vigor de C_1 y C_2 a pH ácido, es de 57% y 65%. y a pH alcalino, es de 77% y 67% respectivamente. Debemos tomar en cuenta, que el factor limitante para C_1 , es la altura sobre el nivel del mar. La técnica electrodinámica de selección como cualquier otra, debe de aplicarse entre materiales de una misma región, o bien entre un mismo material para seleccionar las mejores plantas, o para evaluar su vigor en diferentes tiempos de almacenaje y contenidos de humedad.

El consumo medio de energía eléctrica por tratamiento es de 0.24 Watt, con perspectiva de abatirlo aún más.

Lo cual ubica esta técnica, como económicamente aceptable. Es importante observar, que a medida que aumenta el número de plantas bajo tratamiento eléctrico, el consumo de energía eléctrica por planta disminuye y consigo el costo.

Se concluye que la técnica electrodinámica propuesta para Selección y Nutrición Vegetal, es aceptable en principio desde un punto de vista científico y económico. Se reconoce a su vez, la necesidad de perfeccionar la técnica, hasta lograr una aplicación social, de manera que produzca una transformación benéfica de orden popular en el - - - - "Estatus Quo".

Quod érat demonstrándum. Quod scripsi, scripsi.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Fundamentalmente se revisaron tres tópicos literarios, que se encuentran íntimamente ligados con el objetivo de esta Investigación, como son: "Efectos causados -- por la energía eléctrica natural y artificial sobre los Vegetales", "Antecedentes sobre la Hidroponia" y "Origen y - Selección del Maíz".

Es importante observar, que no fué posible encontrar, al menos, un trabajo de investigación similar al que se --- efectuó. Por lo tanto, resulta más problemática la interpretación y discusión de los resultados experimentales, y su debida concatenación con las teorías que giran en torno al fenómeno estudiado.

Sin embargo, la información obtenida a través de la Revisión de Literatura, sirve para darle originalidad a -- este trabajo, además de proporcionar importantes datos complementarios, que permitan integrar la "Técnica Electrodinámica de Selección y Nutrición Vegetal" en un futuro próximo en el campo electromagnético de alto voltaje y alta -- frecuencia, aún cuando se considera en parte, que no es extrictamente necesario.

3.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA INFLUENCIA DEL CAMPO ELECTRICO SOBRE EL DESARROLLO VEGETAL

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.

Los resultados de algunas investigaciones fueron conocidos 300 años después de efectuados. El estudio de los electrocultivos (como los llama la ciencia) empieza con los experimentos básicos del doctor Mambray en Inglaterra en 1746. El notable Francés Jean Antoine Nollet, en 1748 estableció que los vegetales bajo electrodos cargados aceleran la germinación y el desarrollo. Posteriormente a partir de los resultados encontrados por un científico Alemán, Nollet realizó experimentos con tubos capilares electrizados observando que aumenta el ascenso de agua comparado con el nivel del tubo neutro.

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

El científico Americano Benjamín Franklín, por medio de un colector de electricidad atmosférica de los rayos conectados a una botella de Leyden observó la iluminación simultánea de la botella y el rayo. Por ese tiempo también

el astrónomo Francés, Pierre Charles Lemonnier determinaba la existencia de un estado de actividad eléctrica permanente entre la tierra y la atmósfera. El sacerdote Giambattista B'ccaria de la Universidad de Turín en 1775, establece "La naturaleza manifiesta de forma extensiva un marcado uso de la electricidad atmosférica para promover la vegetación" pero las interacciones con las plantas permanecen cubiertas por un misterio.

Con pocos años de diferencia y de manera casual e independiente coincidieron las relaciones encontradas por los siguientes investigadores: Abbé Bertholon (1783), Profesor Gardini (1748) y el científico Holandés Ingen Housz (1788). Bertholon suigirió abiertamente que llegaría el día en que la mejor forma de fertilizar las plantas sería por medios eléctricos.

Concluye, Sturgeon en 1848 y Grandeau en 1878, que la electricidad es un factor importante en el ciclo de crecimiento vegetal. Más tarde en 1879, el científico Francés L. Grandeau vió las dramáticas posibilidades en el campo de la electrocultura, las cuales describió en un trabajo. La influencia de la electricidad atmosférica sobre la nutrición de los vegetales.

Grandeau (32) ha llevado a cabo experimentos dentro de una jaula metálica de anchas mallas, con distintas plantas de los cultivos (trigo, maíz, tabaco). Las plantas en

jauladas han elaborado del 50 al 60% menos de materia seca, su floración se ha retrasado y la fructificación reducido.

En 1898, el científico Finlandés, Selim Lemstroem reportó experimentos realizados con una máquina electrostática provista de botellas de Leyden las cuales se descargaban por sus puntas metálicas a través de semillas de cereal germinadas provocando en ellas efectos detectables en su crecimiento. Estos resultados fueron comprobados por el presbítero Suizo, J.J. Gassner en 1907.

Deben también señalarse los experimentos proseguidos regularmente, desde 1918, por la Comisión ministerial inglesa de electrocultivo. Blackmann (66) ha estudiado especialmente la acción de la descarga eléctrica, tanto en el campo como en el cultivo en macetas. Colocaba a una altura variable, y por encima de las plantas, una red de hilos metálicos con tensión elevada, y sus conclusiones no dejan lugar a dudas sobre la posibilidad de un efecto favorable de descargas eléctricas muy pequeñas, correspondientes a corrientes del orden de $2,5 \times 10^{-9}$ A por planta.

El máximo efecto útil se ha observado para un período de seis a nueve semanas hacia la mitad de la vegetación, y se traduce en una disminución de flores estériles de los cereales. Pero este resultado se consigue en condiciones económicas que le quitan todo interés práctico.

Hechos análogos se han observado en Bellevue (1923)- La intensidad óptima por planta se ha mostrado igual a --- $0,3 \times 10^{-4}$ A. Además debe tenerse en cuenta que un campo - 10000 veces superior al campo terrestre normal sólo ha aumentado el rendimiento en un 20%, cifra del mismo orden de magnitud que la observada en los experimentos ingleses.

Si se aumenta la intensidad de la corriente, con --- $0,1 \mu$ A, se nota un efecto depresivo sobre el rendimiento. Las corrientes de origen atmosférico parecen demasiado débiles para ejercer una acción apreciable.

La acción favorable de la descarga parece que se debe, por lo menos en parte, a la ionización del aire y a la elevación de la temperatura. El suplemento de la materia-seca registrada no está relacionado en absoluto con la poca cantidad de energía eléctrica que puede utilizar la --- planta.

Georges Lakhovsky, en 1923 realizó investigaciones - sobre "osciladores tipo L Celulares". Conjuntamente con - G. Doin, 1981 establecieron experimentos comparativos entre la acción de las ondas electromagnéticas, y el circuito oscilador de Lakhovsky en relación con la germinación de semillas y desarrollo vegetal.

El científico Americano, V.H. Blackman y sus colaboradores en 1923, condujeron bajo cuidadoso control un estu

dio sobre el desarrollo de coleopteros y semillas de avena germinadas expuestas a descargas eléctricas. También experimentaron con maíz y trigo mostrando un aumento en calidad y tasa de crecimiento.

Sprengler y Werdenhagen (143) han estudiado un electrocultivador en experimentos con remolachas en el campo; no se ha podido observar ninguna acción favorable.

Se abstiene de relatar en este terreno muchos otros experimentos por carecer de la precisión necesaria para -- que puedan considerarse demostrativos. En el estado actual de las cosas debe considerarse que los hechos observados no se han explicado bien, y que los diversos dispositivos propuestos hasta el momento son poco eficaces o demasiado costosos para que el electrocultivo tenga un interés práctico.

De los rayos X se sabe que los vegetales son menos sensibles a ellos que los animales. Los hechos experimentales muestran que no puede atribuírseles una acción estimulante sobre el desarrollo de la planta (S Lallemand (137)). Sin embargo, pueden provocar mutaciones. La irradiación del polen podría ocasionar modificaciones somáticas profundas desde la primera generación (Fondard y Cabasson., 1939). Por otra parte, se han observado efectos perjudiciales.

Por otra parte, se han propuesto diversos aparatos-

para la agricultura capaces de producir o bien una corriente galvánica, o bien, al decir de sus inventores, de captar la electricidad atmosférica. Tamm y Mertens (49) han ensayado un ionizador utilizando la pila Zn-Cu en forma de placas metálicas sumergidas en el suelo; la corriente variaba de 0.40 a 1,70mA, según las condiciones de humedad, con una tensión bastante constante de 30 a 40 mV. Los resultados fueron negativos.

En la atmósfera terrestre existe un campo eléctrico de gran intensidad cuyo valor medio es de 1 V/cm. Según Neda Marinesco (103) este campo (que a 1 m ya es de +100V) interviene como factor acelerador en la ascensión electromiética de la savia. ¿Cómo se conducen, desde el punto de vista del crecimiento, las plantas sustraídas a esta influencia?

Por el contrario, otros experimentadores, comparando el crecimiento en conexión con el suelo o bien aislando macetas de cultivo, han observado que la supresión del campo eléctrico terrestre no perjudica, por el contrario favorece el desarrollo de los vegetales. Con la influencia de un potencial eléctrico se aumenta el tránsito de cationes en la planta.

Los postulados sobre cargas eléctricas en vegetales datan de mediados del siglo XVIII, emitidos primeramente por Franklin D'Alibard, Pierre Charles Lemonnier, el sacer

dote Giambattista y muchos otros investigadores, en torno a la idea de que la electricidad puede influir sobre los procesos biológicos.

Fue Lemstrom quien en la introducción de su Libro ti titulado "Electricidad en la Agricultura y la Horticultura" advierte que para la interpretación de estos fenómenos se requieren al menos de conocimientos básicos sobre Física, Botánica y Agronomía. Pero resulta que la Electrocultura no es de interés particular para los especialistas en esas áreas. En el siglo XX se tendrá la necesidad de recurrir a no menos de siete campos diferentes de la Ciencia y la técnica en relación con la Electrocultura.

En respuesta a la advertencia de Lemstrom, los científicos contemporáneos encontrarán la explicación natural de porque la electricidad es el factor más importante en el desarrollo de los sistemas biológicos.

En tiempos más recientes otros experimentadores han extendido la investigación al tratamiento de semillas utilizando métodos ultrasónicos y de radiofrecuencia. La técnica de radiofrecuencia involucra frecuencias arriba de -- 3 MHZ que se aplican durante unos cuantos segundos a las bolsas que contienen las semillas y que se encuentran dentro de un circuito tanque de radiofrecuencia. El método ultrasónico consiste en sumergir las bolsas con semillas dentro de un baño agitado a frecuencias arriba de 10 MHZ.

Las plantas que nacen de las semillas tratadas de esta manera tienen producciones calificadas de buenas a excelentes.

La fundación Carlo Erba de Milán, Italia y el Instituto Americano de Climatología Médica de Philadelphia, P.A. U.S.A., efectuaron investigaciones en todo el mundo durante más de sesenta años sobre la nueva ciencia "ELECTROGENICA".

Más recientemente, científicos como:

W.F. Wheaton, S.O. Nelson, Walker; L.E. Stetson, R.B. Stone, A.P. Krueger, L.E. Murr y otros, cuyos trabajos tienen contribución con la Corporación Unitron sobre el desarrollo de la ELECTROGENICA en cuanto a la construcción de una máquina para tratar semilla lo cual merece un especial reconocimiento.

La aplicación de tecnología electrónica altamente avanzada por científicos de la Corporación Unitron sobre Sistemas Biológicos es una realización de esta organización debida a la experimentación a través de trescientos años.

Andrew Zaderej y Claude Corson, de Corporación Unitron; (1977). (144) en su tesis sobre "Electrogénica Aplicada al Desarrollo Vegetal", construyen una máquina electrogénica para tratar semilla la cual incorpora siete funciones que separadas o en combinación producen reconocidos

beneficios sobre el crecimiento y desarrollo vegetal.

Breve descripción de los resultados en el tratamiento de semillas producidos por la máquina Electrogénica, según Andrew Zaderej y Claude Corson (144). Se impregnan las semillas de una solución que contiene fertilizante y enzimas, luego pasan a través de un campo eléctrico de alto voltaje, por medio del cual son bombardeadas con iones negativos (electrones), lo cual carga eléctricamente las células, dado que las membranas celulares figuran físicamente como placas de un condensador. El efecto neto esperado, es el de acelerar la actividad de transferencia de los genes, desde una molécula de ADN a otra, dentro del núcleo de la célula permitiendo esto aumentar la selectividad desde el código hereditario hacia el metabolismo de la planta.

En seguida la semilla pasa a otro campo eléctrico de alto voltaje, quedando expuesta a un flujo acelerado de iones negativos, para aumentar la penetración y nacimiento de enzimas desde el ambiente, las que generalmente constan de 80% nitrógeno aproximadamente. Esto reduce los requerimientos de nitratos líquidos por la planta.

Después las semillas son expuestas a un selector de frecuencia en el espectro infrarrojo. Con el propósito de rejuvenecer las semillas duras, secada la semilla y cargada con fotones, dispara el proceso fotosintético.

Posteriormente las semillas son esparcidas dentro de una cámara electrostática para proteger la semilla de los rayos catódicos causados posteriormente por la influencia solar, donde también se cargan las macromoléculas orgánicas de las semillas con iones negativos, lo cual mejora la habilidad para germinar dentro del comportamiento eléctrico del suelo.

Finalmente la semilla pasa a través de una bobina de radiofrecuencia. La frecuencia seleccionada y aplicada a la semilla, tiene la facultad de penetrar más a fondo dentro de la célula, reforzando la acción de las moléculas de ADN, la carga eléctrica de la mitocondria (generadores eléctricos de la célula) con lo que se intensifica todo el proceso metabólico.

Probablemente el descubrimiento y la utilización de los fertilizantes químicos, fué lo que inhibió el desarrollo de la ingeniería de los electrocultivos. Hoy, sin embargo, estamos en una situación que la polución por la utilización de los nitratos está contaminado no sólo el abastecimiento del agua, sino el panorama ecológico entero. Esta situación hace que el resurgimiento de la electrocultura sea no solamente deseable sino inminentemente necesaria.

La experimentación con los electrocultivos es ardua, lo mismo que construir un amplificador estereofónico o un voltámetro digital, debido a que se tiene que trabajar --

con altos voltajes y además se requiere un alto grado de profesionalismo para obtener buenos resultados (hay que mantener en la mente que se está trabajando con plantas vivientes, las cuales tienen sus propias peculiaridades y pueden no siempre responder como se espera; solamente trabajos en gran escala son importantes). Hay sistemas de electrocultivos típicos que son frecuentemente desatendidos por largos períodos en un medio ambiente al aire libre. Esto requiere construcciones para servicio pesado, tanto eléctricas como mecánicas, para el equipo utilizado. Sin embargo, el costo puede mantenerse bajo, utilizando materiales baratos en el caso de electrocultivos experimentales, por medio de un sistema de descarga de alto voltaje. El costo de una unidad excitadora típica puede estar abajo de 2000 pesos.

Sistema Básico. Un esquema de un sistema de electrocultivo del tipo Lemstroem se muestra en la figura 1 en la cual la terminal positiva de la fuente de abastecimiento de alto voltaje, se conecta al alambre elevado con un retorno de corriente a través del paso que ofrece el suelo. Los potenciales son tan altos como 20,000 Volts (y se aplican 60,000 Volts solamente por corto período) mientras el rango de las corrientes atmosféricas naturales está entre 10^{-16} y 10^{-15} amperes, la excitación provista por el alto voltaje del alambre provee corrientes alrededor de 10^{-12} ó 10^{-11} amperes, tal como fueron medidas con un electrómetro sensitivo. En experimentación de campo la eleva-

ción del alambre de descarga respecto al suelo puede ser de 1 a 3 m. La elevación sobre el suelo afecta naturalmente la cantidad de corriente atmosférica. Hay que recordar que el alto voltaje sirve como un portador de corriente--- los valores apropiados de corriente no pueden ser generados bajo otras condiciones que no sean las de alta tensión.

Precauciones de Seguridad. Debido al peligro de toques eléctricos imprevistos involucrados en cada uno de los sistemas descritos, éstos deberán ser operados poniendo una barrera con letreros como los siguientes: "Manténgase Apartado", "Peligro", "Prohibido para Personal no Autorizado".

El equipo puede también ser operado en exteriores -- dentro de jardines privados con protección para lluvia y humedad y las medidas de precaución necesarias. Con los valores mostrados para los componentes, una antena elevada de 1 m es adecuada dependiendo de las condiciones locales de viento y contenido de humedad del aire.

Cuando es necesario trabajar sobre una planta o re-
garla conviene desconectar el abastecimiento de corriente del sistema electrónico y el elemento de descarga de alto voltaje. Si transita entre las plantas se deberá desconectar el abastecimiento de corriente.

Siempre se deberá mantener físicamente protegido el electrocultivo de los extraños, de los niños y de los animales.

¿Qué es lo que se puede esperar?. De acuerdo con -- los últimos datos el Dr. K, Stern y otros, un incremento -- verídico en la producción de 45%, se puede esperar de un campo bien cultivado. Las diferencias en la producción se determinan comparando los resultados contra campos en igua -- les condiciones pero sin electrocultivos. Algunas plantas responden negativamente al tratamiento y dan muy baja pro -- ducción tales como chícharos y zanahorias. Además el tra -- tamiento eléctrico deberá ser suspendido si los días son -- calurosos y soleados. Un simple circuito de relay foto --- eléctrico conectado en serie con el abastecimiento de co -- rriente provee un control adecuado para este propósito. Se puede utilizar un fertilizante orgánico para proveer -- los nutrientes básicos para la planta.

Se debe hacer notar que las plantas son seres inde -- pendientes en muchos modos y que no necesariamente mues --- tran patrones de producción uniformes. Electrónicamente -- hablando, siendo organismos vivientes, las especies utili -- zan la energía contenida en la unión del fosfato, del trifosfa -- to de adenosina (ATP) para impulsar las reacciones las cua -- les controlan el mantenimiento y crecimiento de las célu -- las, tejidos, etc. Este ATP se produce del difosfato de -- adenosina (ADP) por procesos involucrados en la respiración

aeróbica, fermentación, y los constituyentes bionucleares-electromagnéticos de la foto-síntesis. En muchos casos -- las plantas son semi-conductores orgánicos y aparentemente partes de sistema del transporte de electrones, los cuales en las mitocondrias de las plantas superiores son exactamente los mismos que para las mitocondrias animales un camino para generar enzimas.

Sin embargo, tomadas conjuntamente, la ciencia sólo tiene una idea vaga del porqué las plantas reaccionan a la aplicación de la electrocultura. El campo es amplio y abierto para la experimentación, ciertamente tiene excepcionales esperanzas para el futuro.

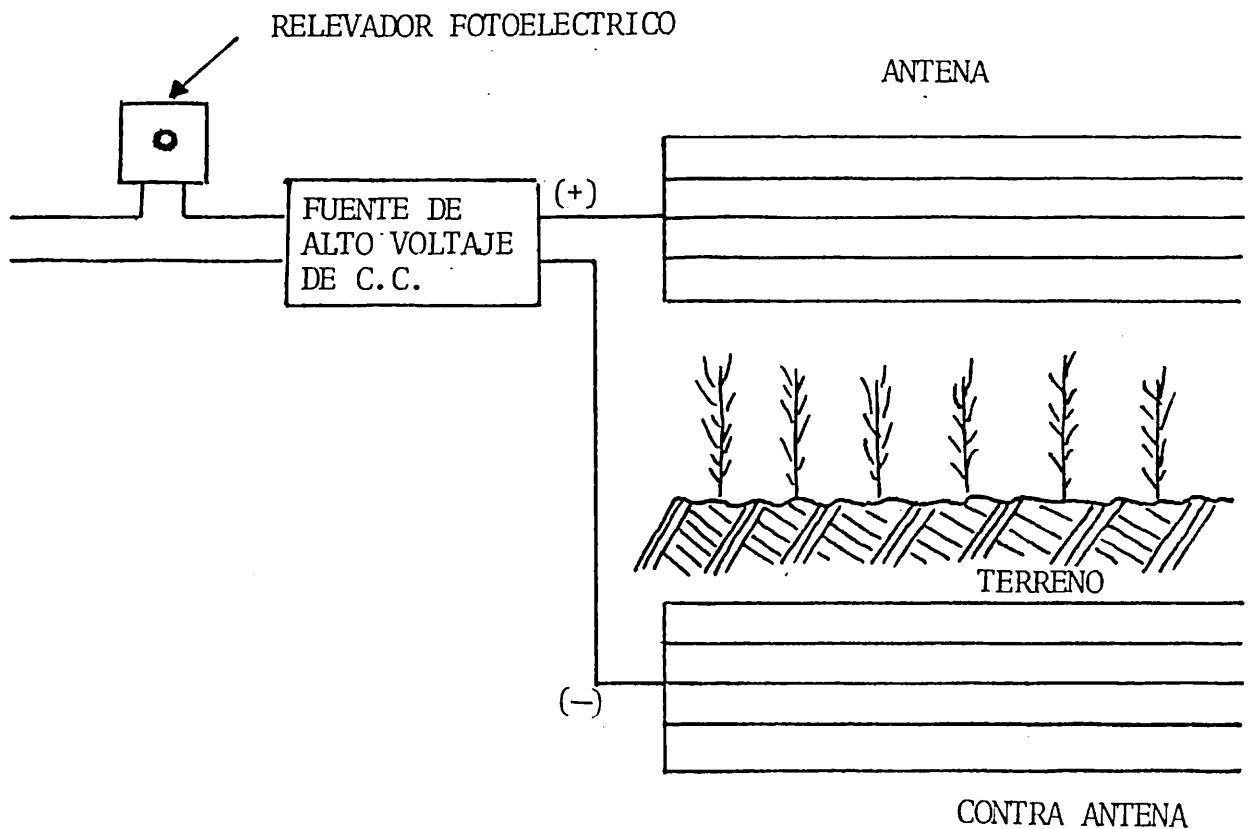


FIG. 1 SISTEMA DE ELECTROCULTIVOS TIPO LEMSTROEM BASICO.

3.2 SINTESIS DE ALGUNOS EFECTOS CAUSADOS POR LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS NATURALES Y ARTIFICIALES DE BAJA, ALTA Y ULTRA-ALTA FRECUENCIA EN VEGETALES Y MICRO-ORGANISMOS

INFLUENCIA DE LA ENERGIA ELECTRICA SOBRE LAS PLANTAS.

En un ensayo de verano realizado por el Dr. Wheaton, sobre los descubrimientos en relación con el campo eléctrico de la atmósfera terrestre sobre la naturaleza. "La polaridad de la Tierra es normalmente negativa con respecto a la Atmósfera. Las corrientes eléctricas de la tierra hacia el aire son aproximadamente de 2×10^{-12} Amperes por Metro Cuadrado. El valor exacto depende de el gradiente de potencial eléctrico, del número de iones por unidad de volumen de aire, y de la movilidad de los iones. Este flujo de corriente eléctrica es debido a los rayos o relámpagos, movimiento de iones, movimiento de la lluvia de gotitas de agua cargadas, partículas de polvo y otras partículas en movimiento dentro del aire".

Conclusiones

Son muchos los factores que influyen en el crecimiento de las plantas. Temperatura, Nivel de Húmedad y Radiación Solar, son los más familiares. Un factor que no es usualmente considerado es la Electricidad Natural sobre los organismos vivos. Este ensayo relata la Influencia de la Energía Eléctrica sobre los Organismos Vivos.

La luz establece en la lluvia una mayor carga eléctrica a medida que esta es más densa. Especialistas han calculado la existencia de más de 3600 tormentas eléctricas

ocurriendo simultáneamente, en la tierra. A partir de la actividad de las tormentas eléctricas y estimando otros flujos de corriente eléctrica estimadas, la tierra mantiene su carga eléctrica. Otras investigaciones han probado que las plantas contienen iones y poseen potenciales eléctricos, -- una distribución uniforme existe en la raíz de la cebolla. Estos factores demuestran que las plantas contienen sustancias que son afectadas por la actividad de las corrientes eléctricas en la proximidad de ellas. De lo anterior podemos decir que los potenciales atmosféricos normalmente ejercen considerable influencia sobre el crecimiento de las --- plantas.

Experimentalmente se ha probado que los tratamientos eléctricos en semillas aumentan la absorción de agua. en relación con las semilla testigo; la semilla dura al ser -- tratada eléctricamente aumenta hasta un 67% la germinación. Un exceso en los tratamientos eléctricos a la semilla, reducen el porcentaje de germinación y el desarrollo significativamente. (Wheaton, F.W.)

IMPORTANCIA DE LOS EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS FRECUENCIAS ELÉCTRICAS EXTREMADAMENTE BAJAS- DE LOS FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS.

W. O. Schumann desarrolló predicciones teóricas de los fenómenos de resonancia electromagnética en la cavidad formada por la ionosfera y la tierra. Mediciones obtenidas durante varios años en el rango de frecuencias cercano a -- 10 CPS hacen posible el hecho de que se registren simultáneamente en U.S.A. y Alemania al mismo tiempo las oscilacioo

nes provocadas por un fuerte relámpago. Las señales observadas por ellos estan en un rango de frecuencias entre 0.5 CPS y 20 CPS dicho campo de variación es característico de la localidad. Simularon estas señales y observaron los efectos. Obtuvieron resultados positivos por medio de la respuesta registrada en piel galvánica. El cambio de pelaje del pulgón bajo campos eléctricos artificiales. Se puede afectar la producción de las bacterias del ácido láctico y del cultivo de levadura. El cultivo produce la misma cantidad pero acorta el tiempo en 6 días aproximadamente con respecto al control. En semilla de trigo se aumento en un 23% la germinación en el tratamiento de campos eléctricos comparado con el control. (Kroning, H.L.)

EFFECTO DE LOS IONES DEL AIRE SOBRE LA EVAPORACION DE LIQUIDOS.

El porcentaje de evaporación de agua, heptano, alcohol etílico y sales fisiológicas son investigadas en función de la densidad de iones de la atmósfera. Las concentraciones de iones en donde se trabajó son superiores a 10^6 iones/cm³. En general el porcentaje de evaporación decrece cuando se incrementa la densidad iónica (cualquiera que sea el signo) hasta un valor mínimo después del cual se incrementa constantemente. Para el agua se obtiene una reducción aproximada del 15%. Los diferentes líquidos exhiben algunas desviaciones con respecto al patrón general. Los efectos son específicos para cada tipo de gas ionizado resultando excepcionalmente grandes para oxígeno ionizado. Ellos también estan relacionados con la naturaleza polar de las moléculas

del líquido. Los resultados son cualitativamente explicados en base a la superficie, cargada. La modificación de la evaporación en mecanismos biológicos tal vez sea afectada por los iones del aire. (Hart, F.X. y Bachman, Ch. H., 1968)

LA INFLUENCIA DE LA IONIZACION UNIPOLAR DEL AIRE SOBRE LA MOVILIDAD ELECTROFORETICA DE ERITROCITOS.

Sinaya, M.S. ha investigado la influencia de la aereoionización unipolar en la dinámica de cambios dentro de la movilidad electroforética de eritrocitos. Los experimentos se llevaron a efecto en gatos. Se utilizó un aereoionizador Shteinbok de rayos Beta. El micrométodo de Abramson se utilizó para determinar la movilidad electroforética. La exposición fué de 30 minutos en aereoiones negativos aumentando la movilidad electroforética de eritrocitos, en tanto que los aereoiones positivos la disminuyeron, los resultados son estadísticamente significativos.

PROLONGACION DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS ALMACENADAS POR PROTECCION CATODICA.

Fuentes para camaras catódicas. Investigación referente a la colocación de semillas en un conductor cargado negativamente y resultados sobre la prolongación de viabilidad. La protección catódica reduce el efecto de radicales libres utilizando una fuente de electrones. Es bien conocida la degradación periódica iniciada por radicales libres de un medio no saturado que al enfriarlo aumenta el

daño a las membranas celulares. La peroxidación de lípidos en películas monomoleculares y biomoleculares principalmente inicia un aumento en la permeabilidad de la membrana el cual provoca un aumento en la estabilidad de la membrana. Los daños biológicos de las membranas en relación con la peroxidación de lípidos están probados en la mitocondria, microsomas y lisomas. La protección catódica reduce los efectos sobre las macromoléculas biológicas por medio de una fuente de electrones que reaccionan con los radicales libres. Viabilidad y germinación son aumentadas al doble por medio de este control de semillas. (N.W. Pammenter, et al.)

PRINCIPIOS DE ABSORCION DE ENERGIA DE RF.

absorción

Cuando un material como las semillas, que son relativamente poco conductores de la electricidad se exponen a campos eléctricos alternos de frecuencia e intensidad suficientemente altos, su temperatura aumenta por el calentamiento dieléctrico. El material sobre el que se está investigando se denomina un dieléctrico, absorbe energía de las alternancias del campo eléctrico. La proporción o porcentaje de energía absorbida, o potencial (P) disipada, por unidad de volumen en el dieléctrico depende fundamentalmente de los siguientes factores: La frecuencia (F) en MHz, la intensidad de campo eléctrico (E) en Kilovolts RMS/CM, el factor dieléctrico (d) por determinarse

$$P = 0.556FE^2d$$

P, esta dada en WATTS/CM

En materiales biológicos, los valores de (d) dependen fundamentalmente de la temperatura y la frecuencia (Nelson 1973).

El calentamiento del material es decir la energía absorbida del campo eléctrico depende de la potencia disipada. La variación temporal de la temperatura esta dada por

$$\frac{dT}{dt} = 0.239 \frac{P}{C}$$

donde C y P son respectivamente el calor específico y la gravedad específica del material.

En la región de microondas desde 1 MHz la temperatura aumenta desde unos pocos grados por minuto a varios grados por segundo.

USO DE MICROONDAS Y ENERGIA DE BAJA FRECUENCIA RF PARA MEJORAR LA GERMINACION DE SEMILLA DE ALFALFA.

Nelson (1976) pretende probar que el porcentaje de semilla dura de alfalfa se puede reducir a través de la exposición de la semilla a la energía eléctrica de RF en un rango ancho de frecuencias y mantener la alta calidad por medio de los tratamientos de RF en los lotes por varios años este es un importante avance en comparación con la escarificación mecánica procedimiento de uso corriente.

TRANSPORTE IONICO EN CELULAS Y TEJIDOS DE PLANTAS.

Baker y Hall (1975) presentan un estudio del transporte de iones por

los tejidos de la planta en la nutrición mineral, explican los mecanismos de transporte de iones y propiedades de las membranas celulares.

Estos mismos autores presentan una compilación avanzada de datos derivados de varios centros de investigación del mundo sobre el transporte de iones en células y tejidos de la planta. Este libro más que cualquier otro material de referencia establece a la Electrogénica como principio u origen de la vida de la planta. Trata temas de mucho interés como el siguiente: Electrofisiología de las células y de los tejidos de la raíz.

ESTIMULACION FISIOLOGICA DE PLANTAS USANDO
DESFASAMIENTO DE AMBIENTES REGULADOS POR --
CAMPOS ELECTRICOS.

Murr en investigaciones recientes hace referencia a los efectos de campos electrostáticos y electrocinéticos sobre el crecimiento de plantas, ambos tipos de estimulación revelan un retardo en el crecimiento bajo ciertas condiciones y para varios tipos de plantas.

EFFECTO DE LOS CAMPOS ELECTRICOS DE 60 Hz Y
ESTATICO SOBRE EL % DE GERMINACION DE MAIZ
Y SOYA.

Aunque muchas personas han estado interesados en probar la reacción de las plantas a la energía eléctrica, existen pocos trabajos sistemáticos tendientes a determinar los efectos de los campos magnéticos sobre el porcien-

to de germinación de semillas. De acuerdo con Lund, (1971) los organismos vivos tienen asociados campos eléctricos -- que al aplicarles otros campos eléctricos provocan una influencia en relación al crecimiento y la dirección del mismo.

Más recientemente, Nelson y Walker (1971) usan campos de radiofrecuencia eléctrica para reducir el porcentaje de semilla dura en alfalfa. En otras pruebas posteriores aumentaron significativamente la emergencia en el campo de semilla de maíz con un campo eléctrico de 38 MZ. La intensidad del campo fué de 2.5 Kilovolts por pulgada.

INDUCCION DE GERMINACION EN SEMILLA IMPERMEABLE DE ALGODON POR TRATAMIENTOS ELECTRICOS.

Las descargas de flujo eléctrico en el tratamiento de semillas tiende generalmente a ser muy efectivo en la reducción del porcentaje (%) de semilla de baja permeabilidad hídrica en los lotes de almacenaje de Ginrun y Roller-Ginned semilla de algodón de selección 16-B-7. En pruebas de laboratorio sobre exposición de semilla a los campos de radiofrecuencia eléctrica producen incrementos significativos en germinación, pero en menor escala que con respecto a la exposición al flujo de descargas eléctricas. Los tratamientos de (RF) incrementan la emergencia en el campo para semillas de algodón SAW-GINNED moderadamente impermeables al agua.

A frecuencias de 60 Hz, 15 Hz y 17.5 KHz no se detec-

tan diferencias lo cual puede ser atribuido a los diferentes voltajes aplicados en cada frecuencia.

El flujo de descargas eléctricas es el mejor medio para mejorar la germinación de semillas impermeables de algodón (R. B. Stone, et al., 1973).

EFFECTO DEL CAMPO DE RADIOFRECUENCIA ELECTRICA
SOBRE LA PERMEABILIDAD AL AGUA DE ALGUNAS SEMILLAS LEGUMINOSAS, CON ESPECIAL REFERENCIA A LA CONDUCCION STROPHILAR.

Nelson y Wolf (1964) efectuaron una revisión sobre los trabajos realizados en la influencia de tratamientos de campos eléctricos de radio frecuencia sobre semilla.

Estudiaron la influencia de la temperatura, el contenido de humedad de las semillas al ser tratadas por campos eléctricos en respuesta a la germinación de varias especies y variedades que fueron expuestas a tratamientos de campo eléctrico en las frecuencias 5, 10 y 39 MHz. Aumentando el porcentaje de absorción de agua en las semillas duras con un mínimo de cuatro años de almacenaje. Los tratamientos de radio frecuencia eléctrica tienden a reducir el porcentaje de semilla dura y a incrementar la oxigenación de la misma.

Nelson, Stetson y Works (1968) señalan que los efectos de los tratamientos con 39 MHz e infrarrojos (longitud entre 1mm y 7500 Å) comparados en 27 diferentes lotes comerciales de semilla de M. sativa permiten establecer métodos prácticos de reducción del porcentaje de semilla dura en el almacenaje.

En tres lotes de semilla de M. sativa se compararon los tratamientos de exposición de semilla en aire caliente, microondas a 2450 MHz y a 39 MHz (Stetson y Nelson, 1972). Todos los tratamientos son igualmente efectivos en la reducción del porcentaje de semilla dura. La exposición óptima para reducir el porcentaje de semilla dura se logra en el momento en que la temperatura de la semilla se eleva entre (70° y 80°C) y este nivel resulta ser independiente de la temperatura inicial de la semilla dentro del rango de, -18° a 23°C. (L.A.T. Ballard, Csiro et al.)

EFFECTO DEL CALENTAMIENTO DIELECTRICO Y DE RAYOS CATODICOS SOBRE LA GERMINACION Y PRECOSIDAD DE CRECIMIENTO DE TRIGO.

Estudio de la posibilidad de daño en el grano por la aplicación de radiaciones semejantes, calentamiento dieléctrico y rayos catódicos, sobre la germinación y precosidad de crecimiento de trigo.

La exposición de semillas de trigo con 14% de contenido de humedad en campos eléctricos de 40 MHz de radiofrecuencia, por intervalos de tiempo hasta que la masa de semilla alcanza una temperatura máxima de 150°F, se demuestra que no es apreciable el daño en la germinación. Similarmemente al exponer el grano con 9% de humedad se tiene que con un nivel alto de temperatura 190°F no produce daños significativos en la semilla.

La aplicación de rayos catódicos en el rango de ---- 30,000 a 40,000 ZEP, produce daños letales en la semilla de trigo. (L.H. Soderholm)

EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS DE RADIO FRECUENCIA ELECTRICA EN SEMILLA.

La posibilidad de utilizar la energía de radiofrecuencia (R-F) eléctrica como estimulante para mejorar la germinación de semillas y el posterior crecimiento de las plantas, así como para controlar insectos perjudiciales tiene ocupada la atención de los científicos desde hace más de 30 años.

Recientes revisiones de literatura sobre tratamientos con RF en semilla reportan un aceleramiento en la germinación, precosidad y mortandad de las esporas de Fusarium en floración temprana y altos rendimientos de plantas provenientes de semilla tratada. (S.O. Nelson y Elda R. Walker 1961)

CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE ULTRA ALTAS FRECUENCIAS PARA EL CONTROL DE MALEZA Y SELECCION FITOTOLITICA.

Un campo electromagnético de ultra alta frecuencia (2450 ± 20 Megahertz) es letal para plantas y semillas de varias especies expuestas por tiempos relativamente cortos.

Algunas especies son altamente susceptibles; otras son relativamente resistentes a una intensidad de campo electromagnético dada.

La frecuencia usada en estos experimentos esta en la región de microondas de la banda de radiofrecuencia. En esta región la absorción ocurre principalmente por cambios en la energía rotacional en las moléculas del objeto sujeto a la exposición. La absorción de energía electromagnética

por rotaciones es el resultado de la interacción del momento del dípulo molecular con el campo electromagnético.

La molécula necesariamente tiene un momento de dípulo permanente el cual permite la absorción en el rango de frecuencia apropiado.

Varios reportes verifican que los campos de baja frecuencia (10 a 100 MHz) aumentan la germinación y alteran consecuentemente el crecimiento de varias especies de cultivos. (F.S. Davis, et al., 1971)

DESTILACION FRACCIONADA DE PROTEINAS EN EL FLUJO DEL CAMPO ELECTRICO.

Fuentes para la aplicación de bombardeo de iones. La aplicación de fuerzas de campo eléctrico sobre biomembranas. Un estudio del bombardeo de iones a velocidades que actúan sobre la trayectoria de partículas y sus componentes, descrito por modelos de migración de proteína en presencia de intensos campos de fuerza eléctrica, es decir la electrofóresis. (Caldwell, et al., 1972)

3.3 ANTECEDENTES EN HIDROPONIA 1/

Las técnicas para hacer crecer plantas en otros medios que no sea el suelo, han recibido varios nombres como: hidroponia, acuacultura, cultivo sin suelo, agricultura en tanque, agricultura en recipientes y nutricultura. Este último término involucra a todos los métodos para hacer crecer a las plantas en medios artificiales.

BREVE RESEÑA HISTORICA

La historia registra que un Holandés de nombre Von Helmont, plantó un sauce de 5 libras en un recipiente conteniendo 300 libras de suelo, posteriormente fue agregando agua y recogiendo durante algunos años todo el material que el árbol desprendía. Finalmente, pesó el árbol y encontró que había ganado 164 libras, y del suelo original, solo perdió unas pocas libras. Como lo único que agregó fue agua, la conclusión a que Von Helmont llegó es que el agua es lo único que la planta necesitó para crecer (9).

Basándose en la observación de Von Helmont, en 1699, el inglés Woodward hizo crecer plantas de menta, papa y haba en agua de lluvia, río, manantial, cañería y destilada para determinar si es el agua o los materiales disueltos en ella, los que hacen crecer a las plantas, encontrando que son las sustancias disueltas y no el agua quien las hace crecer, encontrando una correlación entre crecimiento

1/ Tomado de Rubio M.D. (CIANE) 1975., Sem. Tec. Vol.2, No.8.

y cantidad de "material terrestre"(9,54). Este fué el primer trabajo serio publicado sobre cultivos en medios sin suelo.

En 1758, Duhamel fué el primero en llevar plantas -- hasta madurez en "acuacultura" (54).

En 1840, el químico francés Jean Bousignault tuvo experiencias haciendo crecer plantas en medios artificiales-insolubles como: arena, cuarzo y grava, impregnado de fórmulas químicas conocidas (39).

De 1859 a 1865, Knop, Sachs y otros, añaden por primera vez sustancias químicas al agua para formar soluciones nutritivas (39,54,127).

De 1900 a 1930, los fisiólogos usaron la Hidroponia-para estudiar tres aspectos de la nutrición vegetal:
a) que elementos son esenciales para el desarrollo de las plantas, b) cual es la mejor solución nutriente y, c) que tan importante es la proporción (balance) de los elementos en la solución (54).

En 1929, W.F. Gericke traspasó la barrera de técnica de laboratorio al realizar el cultivo sin suelo a escala -semicomercial utilizando por primera vez el término Hidroponia (39).

De 1930 en adelante, los investigadores se han centrau

do en: a) las funciones fisiológicas de los elementos esenciales, b) interrelaciones entre iones nutrientes, c) el mecanismo por el cual los iones son absorbidos por las plantas y, d) la traslocación de los constituyentes inorgánicos (recientemente utilizando formas radioactivas de los elementos) (54).

REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

De acuerdo con Hoagland, Arnon, Laurie, Kiplong y otros, las plantas tienen idénticos requerimientos cuando crecen en suelo que cuando lo hacen en medio artificial.

Estos requerimientos pueden suministrarse en forma distinta en el suelo o por hidropoⁿia pero si se hace, los mismos buenos resultados pueden obtenerse en medios de agua, arena, grava o suelo (54).

Un gran número de investigadores de Europa y América, han determinado que para producir un adecuado desarrollo, la planta necesita: (10).

1. Luz solar. De ella obtiene la energía para fabricar alimentos.
2. CO₂. El cual viene del aire y es necesario para fabricar azúcar.
3. Agua. Para muchos procesos.
4. Elementos minerales. Como Ca, Mg, K, P, S y N.
5. Microelementos. Como Cu, B, Mn, Mo y Zn.

Gauch (54) añade a ésta lista:

6. Temperatura.
7. Aereación de las raíces.
8. Anclaje y soporte.

UTILIZACION DE LA HIDROPONIA (10,39,54)

A) En investigación.

1. Determinar que nutrientes son esenciales.
2. Produciendo y caracterizando una dada deficiencia de elementos.

B) Como Hobby.

C) Comercialmente.

Ha sido demostrada su factibilidad por:

1. Producción elevada por unidad de área.
2. Calidad controlada.
3. Es posible inducir precocidad.

EVALUACION DE LA HIDROPONIA

Ventajas: (39,54)

1. Es posible ganar y mantener cualquier nivel de nutrientes que se desee.
2. Es un método que permite desarrollar plantas en un medio donde no hay suelo (arrecifes, islas de coral, etc.) o donde hay suelo fértil pero infestado por enferme-

dades, en superficies rocosas, en centros urbanos, etc.

3. Otorga una uniformidad general tanto al desarrollo como al producto de las plantas, puesto que los factores nutricionales se encuentran a un óptimo y son los mismos de una planta a otra.

4. La nutrición puede ser alterada a cualquier época, para ajustarla a cambios en el clima (principalmente luz y temperatura).

5. Se pueden alterar en cualquier época las fases vegetativas y reproductivas al regular los nutrientes, principalmente Nitrógeno.

6. El pH de la solución puede ser fácilmente mantenido en el rango más adecuado para el cultivo.

7. Se ha encontrado menos problemas con hongos del suelo, bacterias e insectos.

8. El equipo puede ser automático, así, la labor y costo de regar se elimina. También se ha eliminado el movimiento de suelo, cultivos y control de malezas.

9. No es necesario hacer rotación de cultivo, pues se puede plantar el mismo cultivo mes tras mes o año tras año sin limitaciones.

10. Como la población es mayor y los nutrientes no son limitantes, la producción por área es superior (hasta 20 ó más veces que en el suelo).

11. El agua utilizada es mucho menos que en agricultura al no haber pérdidas por infiltración y además por recircularse.

12. No hay pérdida de fertilizantes.

Desventajas: (39,54)

1. El costo es elevado, debido a las construcciones que involucra (construcción de tanques, relleno de agregados, bombas).
2. Se requiere mayor especialización, técnica y control que en agricultura común.
3. Las enfermedades, si es que aparecen, pueden afectar a todas las plantas del tanque, debido a que la circulación de los nutrientes tiende a dispersar a los organismos hacia las raíces de todas las plantas. (NOTA: La desinfección del tanque es rápida, fácil y efectiva).

SOLUCIONES NUTRITIVAS

Se han hecho un gran número de intentos para encontrar la "mejor" solución nutritiva, llegándose a la conclusión, que considerando las necesidades de las plantas, esta solución no existe, porque los requerimientos varían con: a) cultivo, b) variedad, c) etapa fisiológica de la planta, d) parte de la planta que se desee desarrollar (hojas, frutos, tubérculos, etc.). (Ver CUADROS 4 y 5)

Sin embargo, existen soluciones probadas que han dado buenos resultados, siendo las más conocidas las de Hoagland y Arnon, la de Gauch y otras.

FORMULACION DE SOLUCIONES NUTRITIVAS

Existen varios métodos para formular las soluciones nutritivas, las más conocidas son el "sistema triángulo" - que consiste en variar tres sales. Actualmente se usan -- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 y MgSO_4 que poseen los seis elementos mayores, el "sistema Hammer" que consiste en variar la proporción de cationes sin la respectiva de aniones y viceversa, el de "series de concentración", muy utilizado en experimentación y el de "experimentos factoriales" que permite estudiar interacciones (54).

A estos nutrientes hay que añadir los respectivos elementos menores, de preferencia en forma de Quelatos.

A J. Cooper (25 al 31) utiliza la formulación que se muestra en el CUADRO 6, en donde se ve la diferencia entre solución de acabado en tomate y pepino.

Bell (10) muestra en una forma práctica como hacer las soluciones nutritivas siendo la más sencilla la "formula de cocina" realizada por Connors y Tiedjens. Ver Cuadro 3.

El agua corriente posee la mayoría de los micronutrientes y puede obtenerse un desarrollo satisfactorio usando solo agua corriente.

C U A D R O 1

FORMULA DE CONNORS Y TIEDJENS MATERIAL FERTILIZANTE	Cantidad en	
	Gramos	Cucharadas cafeteras
Salitre (Nitrato de Potasio)	4.5	1
Sal Epsom (Sulfato de Magnesio)	4.5	1
Polvo para hornear fosfatado (libre de aluminio)	9.0	2
Limpiador amoniacal	4.5-18.0	1 a 4
Agua corriente	4 litros	

METODOS Y TECNICAS

Hay tres tipos principales de cultivos hidropónicos

- a) Cultivo en Solución
- b) Cultivo en Arena
- c) Cultivo en Grava o Similares

Cultivo en Solución. Las raíces de las plantas se encuentran sumergidas y se desarrollan en un medio líquido que contiene la solución nutritiva. Se requiere soporte para las plantas (estacas, mallas, etc.). Requiere aereación y ausencia de luz en la solución para evitar la formación de algas.

Cultivo en Arena. Este método utiliza arena como un medio relativamente inerte, con un grado de dimensión

adecuado para que las partículas retengan la humedad suficiente tiempo. La aereación se realiza similar al suelo. El material debe esterilizarse antes de usar.

Cultivo en Grava o Similares. En éste método se utiliza un medio relativamente grueso que se inunda de la solución nutriente por medio de subirrigación, al drenar el suelo automáticamente se logra la aereación.

Las arenas y gravas por su origen, comúnmente calcáreo, pueden llegar a interferir con la solución; por ello, se ha investigado con otros materiales inertes, siendo el más adecuado la Vermiculita, mineral perteneciente a la familia de las micas. Su estructura es de capas superpuestas o escamas que al ponerse un horno a 2000°F pierden humedad y se exfolian, expandiéndose y dando lugar a un material poroso, ligero y de gran retención de humedad (39).

El cultivo en grava o Vermiculita es el más recomendado desde el punto de vista comercial.

FUTURO DE LA HIDROPONIA

Se vislumbra como una necesidad debido a que:

- a) la población mundial está aumentando y es necesario -- institucionalizar métodos intensivos de producción de alimentos,
- b) la migración de la población rural a centros urbanos,

- c) el poder evitar factores como inundaciones, enfermedades, sequías, etc., influye cada vez más en la decisión de utilizar éstos sistemas,
- d) la falta de superficie adecuada para la agricultura y la invasión de tierras productivas por la construcción de centros urbanos,
- e) la insuficiencia de agua de riego y el aumento de contaminación de ellas (39,54)

C U A D R O 2

SOLUCION NUTRITIVA DE HOAGLAND Y ARNON'S (1950)

SOLUCION PATRON	MILILITROS POR LITRO DE SOLUCION NUTRITIVA <u>a/</u>
SOLUCION 1	
1 M KH_2PO_4	1
1 M KNO_3	5
1 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	5
1 M MgSO_4	2
SOLUCION 2	
1 M $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	1
1 M KNO_3	6
1 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	4
1 M MgSO_4	2

a/ En cualquiera de las dos soluciones los elementos menores B, Mn, Zn, Cu y Mo, se agregarán en las siguientes concentraciones: 0.5, 0.05, 0.02 y 0.01 p.p.m. respectivamente. El Fe es agregado a razón de 1 ml al 5% de Fe acidulado por litro de solución nutritiva.

C U A D R O 3

SOLUCION NUTRITIVA DESARROLLADA POR GAUCH QUE PROVEE SATISFACTORIAMENTE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS DE VARIOS TIPOS DE PLANTAS.

MILIEQUIVALENTES/LITRO						PARTES POR MILLON				
Ca	Mg	K	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	Cu	Zn	Mn	Fe ^a	B
10	4	4	10	4	4	0.02	0.05	0.5	3	0.5

a/ Fe es suplido por Na Fe - EDTA

C U A D R O 4

SOLUCIONES NUTRITIVAS UTILIZADAS POR EL DR. A. J. COOPER (1974)

SOLUCION 1				
SAL	FORMULA	SOLUCION PATRON (g.p.l.)	DILU- CION (ml.p.l.)	CONCENTRACION (p.p.m.)
Nitrato de Calcio	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	787	1.25	117(N) 168(Ca)
Nitrato de Potasio	KNO ₃	169	3.9	254(K) 91(N)
Sulfato de Magnesio	MgSO ₄ ·7H ₂ O	329	1.5	49(Mg)
Fosfato de Potasio	KH ₂ PO ₄	91	3.0	62(P) 78(K)
Gelato de Fierro	FeNa EDTA	12.3	3.0	5.6(Fe)
Sulfato de Manganeso	MnSO ₄ ·4H ₂ O	3.0	3.0	2.2(Mn)
Acido Bórico	H ₂ BO ₂	1.23	1.5	0.32(B)
Sulfato de Cobre	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.17	1.5	0.065(Cu)
Molibdato de Amonio	(NH ₄) ₂ MoO ₄ ·4H ₂ O	0.06	1.5	0.007(Mo)
Acido Fosfórico	H ₃ PO ₄	—	0.044	23(P)

SOLUCION 2				
SAL	FORMULA	SOLUCION PATRON (g.p.l.)	DILU- CION (ml.p.l.)	CONCENTRACION (p.p.m.)
Nitrato de Calcio	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	787	0.5 tomates	47(N) 67(Ca)
			1.0 pepinos	93(N) 133(Ca)
Sulfato de Magnesio	MgSO ₄ ·7H ₂ O	329	1.0	32(Mg)
Nitrato de Potasio	KNO ₃	169	2.13	147(K) 51(N)
Gelato de Fierro	FeNa EDTA	24.5	0.4 tomates	1.5(Fe)
			0.8 pepinos	3.0(Fe)
Sulfato de Manganeso	MnSO ₄ ·4H ₂ O	7.42	0.3 tomates	0.55(Mn)
			0.6 pepinos	1.1(Mn)
Sulfato de Cobre	CuSO ₄ ·5H ₂ O	1.7	0.15	0.065(Cu)
Molibdato de Amonio	(NH ₄) ₂ MoO ₄ ·4H ₂ O	0.6	0.15	0.007(Mo)
Acido Bórico	B ₂ O ₃ ·H ₂ O	6.17	0.3	0.32(B)

VERMICULITA

Se trata de un Silicato de Aluminio, con la estructura de la mica, y que contiene Magnesio y Hierro. (Bentley, - 1955)

Knickmann (1951), en unos ensayos con Vermiculita, - encontró los siguientes elementos: Acido Silícico, 39.4 -- por 100; arcilla 12.1 por 100, Magnesio 23.4 por 100; Pota- sa 2.5 por 100, Manganeso 0.3 por 100.

Allison (1953) y Manschard (1958) han publicado sus estudios sobre el poder de absorción de la vermiculita. En cuanto a su estructura, esta formada por estratos paralelos. En su preparación se recalienta el mineral por encima de los 1000°C, lo que aumenta el espacio en su estructura y multiplica de diez a quince veces el volumen de sus poros. El producto final pesa de 140 a 150 gramos por litro, y posee una porosidad semejante a la de la turba.

A causa de su estructura estratificada, la Vermiculita es muy sensible a la acción mecánica del uso y suele disgregarse con facilidad, convirtiéndose en laminillas o polvo; esto motiva que, a pesar de los buenos resultados que ofrece, sólo pueda ser recomendada en caso de poder obtenerse a bajo precio, de forma que se pueda renovar con frecuencia; en Alemania, por ejemplo, su costo es muy elevado y la hace prohibitiva.

Por último, digamos que lo anterior es igualmente vá
lido para la Perlita, un producto natural de origen volcáni
co, que a veces se utiliza para el cultivo hidropónico.

3.4 ORIGEN Y SELECCION DEL MAIZ

Cepeda (1976) señala que el origen del maíz es muy antiguo. Fue domesticado hace 7000 años y en la actualidad no puede reproducirse sin la ayuda del hombre. Pertenece a la familia Graminae: tribu Maydeae y sus parientes más cercanos son el Teosintle-- (Zea mexicana) y Tripsacum sp. Puede haberse originado en las mesetas de Perú, Bolivia y Ecuador, ya que existe en estas áreas una gran diversidad de formas nativas. Muchos investigadores creen que su centro de origen es el Sureste de México y América Central por ser el centro de origen del Teosintle y también por la diversidad de tipos que se presentan.

Existen teorías que tratan de explicar el origen del maíz; sin embargo, esto todavía se presta a especulaciones y controversias.

Mangelsdorf y Reeves (3) 1959, sostienen que el maíz moderno evolucionó de un maíz primitivo tipo tunicado.

Weatherwax (4) 1935, menciona que el maíz, el Teosintle y el Tripsacum se originaron separadamente de un progenitor ancestral común.

Longley (2) 1941, considera que el maíz se derivó del Teosintle por mutación.

Anderson (3) 1945, considera que el maíz con 10 pares de cromosomas pudo haberse originado de una cruce entre dos especies con 5 pares cada una, tal vez Coix y Sorghum y por doblamiento resultó el anfiploide.

En la actualidad, existe una gran variabilidad de maíces, los cuales son agrupados en base a sus características morfológicas en razas.

Wellhausen y colaboradores (5) 1951, 1957, reportaron el origen, características y distribución de 25 razas de maíz en México. Estudiaron cerca de 2000 variedades con respecto a:

1. Su distribución geográfica.
2. Características vegetativas de la planta.
3. Caracteres del tallo.
4. Caracteres de mazorca.
5. Caracteres fisiológicos, genéticos y citológicos.

En este estudio se indica, que por su localización geográfica-ecológica las razas tropicales mexicanas son: Chapalote, Harinoso de ocho, Reventador, Pepitilla, Zapalote chico, Zapalote grande, Tabloncillo, Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño, Vandeño y Nal-tel.

El esfuerzo realizado por este grupo de investigadores ha sido imitado en otros Países y se puede decir que actualmente ya se han descrito todas las razas de maíz que se encuentran en el Continente Americano.

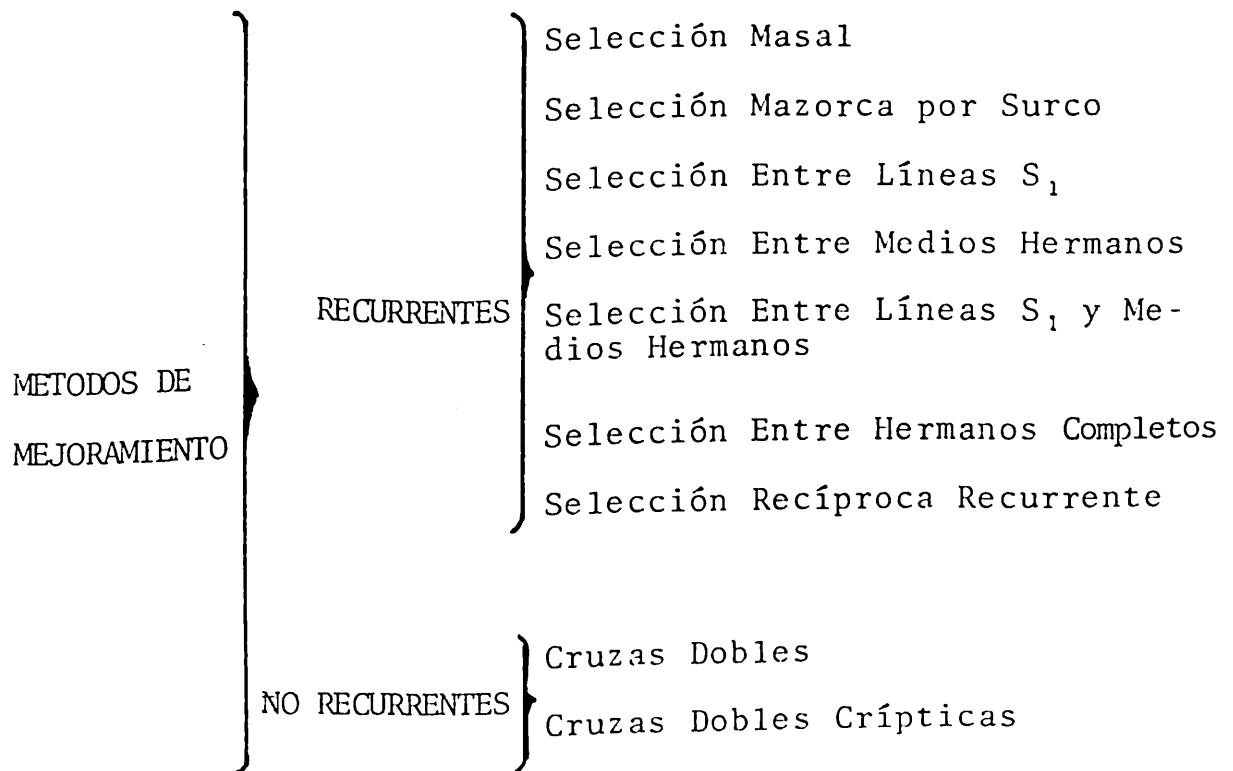
Wellhausen (6) 1961, menciona que los principales factores responsables de la gran variación en México son:

1. Mutación y selección natural.
2. Hibridación entre variedades desarrolladas por mutación y selección.
3. Cruzamiento con Teosintle.
4. Influjos de germoplasma exótico de América del Sur.
5. La accidentada topografía y consecuente variación climática.

La importancia de la diversidad genética en un programa de mejoramiento estriba en la obtención de máices superiores por medio de cruzamientos entre materiales de orígenes distintos. El maíz, es una especie de polinización alogámica, lo que determina una gran variación dentro de cada variedad de polinización abierta, pues es casi imposible, que dos semillas cualesquiera en una mazorca de una variedad sean genéticamente iguales, se pueden encontrar un sin número de híbridos complejos. La comprensión de los métodos de mejoramiento, depende del conocimiento de como se poliniza y los efectos causados por los métodos de polinización en el genotipo de una planta.

El mejoramiento del maíz involucra el desarrollo sistemático de técnicas, para la formación de variedades más productivas que las existentes. El mejorador encuentra diferencias de importancia entre las plantas y selecciona los tipos más deseables.

Cepeda (1976) señala que los métodos de mejoramiento en maíz, se pueden agrupar de la manera siguiente:



ORIGEN Y CARACTERISTICAS DE LA
HEMBRA DEL TEHUANO H-6 Y EL AN-360

TEHUANO H-6

A partir de 1973 a petición de la Secretaría de la -
Presidencia, inició la Universidad Autónoma Agraria "Anto-
nio Narro", a través del Instituto Mexicano del Maíz "Dr.
Mario Castro Gil", un Programa de Mejoramiento de Maíz pa-
ra el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Para lo cual se evaluaron
líneas derivadas de (ANTIGUO GRUPO 2 X TUXPEÑO) F_2

obteniendo la Cruza Simple $[(ANT. GPO. 2 X TUXP.)F_2 IRR.]S_5-10-IX$
 $[(ANT. GPO. 2 X TUXP.)F_2 IRR.]S_5-32-1$, la cual abreviamos por
 $(S_5-10-1 X S_5-32-1)$ y se utilizó como la Hembra del Tehuano-
H-6.

La $(S_5-10-1 X S_5-32-1)$ o "C₁", combinada con el Zapalote chico, originaron el Híbrido triple Tehuano H-6, que ha sido evaluado semicomercialmente en la región, mostrando incrementos en productividad de alrededor del 100% con la misma textura de grano que el criollo regional.

Para referencia con algunas variables observadas en los "tratamientos Eléctricos en C₁", se indican algunas características morfológicas de "C₁" determinadas en 1982 en tres regiones:

C U A D R O 5

REGION	DIAS A FLOR		ALTURA DE MAZORCA (CM)	RENDIMIENTO EN MAZORCA AL 15.5% HUM. TON/HA
	MACHO	HEMBRA		
CARDEL, VER.	64	66	89	5.026
COL. JORDAN DE TEHUANTEPEC OAX.	55	57	57	3.086
STA. TERESA DE TEHUANTEPEC OAX.	56	58	58	2.982

Ref: IMM y Durón I. (40)

AN-360

En la primavera de 1968, se sembró en Roque, Gto., - una parcela chica de:

[(PUEBLA GRUPO 1) X (TUXPEÑO BRAQUITICO)] X (PUEBLA GRUPO 1) # (MAIZ BLANCO) y un surco de 10 Metros (30 Semillas) de una colección de Maíz Amarillo hecha en Argentina por el Ingeniero Agrónomo Juan Carlos Rossi, que él llamó "Tallo Cuadrado". De las 30 semillas de "Tallo Cuadrado" que se sembraron solo germinó una, probablemente por ser semilla vieja conservada al nivel del mar por bastante tiempo. La única plantita nacida de "Tallo Cuadrado" fué cuidada con mucho esmero lo grándose finalmente autofecundarla para su reproducción. Esta plantita alcanzó una altura final de aproximadamente 40 cm, hasta la punta de la espiga (extremadamente enana), mostraba hojas opuestas en vez de alternas como es normal en Zea mays, y produjo dos mazorquitas en el mismo nudo -- (en lados opuestos del tallo), mostrando potencial para desarrollar dobles mazorcas en nudos más inferiores. El eje principal de la espiga era bastante más grueso que lo normal y el tallo tenía un aspecto cuadrado (de ahí el nombre dado a este Maíz) en vez del redondo normal.

La explicación lógica para entender el porqué de tantas anomalías en la anatomía de esta planta fué que se trataba de dos plantas de maíz de genotipo idéntico pero con sus tallos fusionados a manera de plantas siamesas. Dado que los "dos lados" de dicha planta eran perfectamente si-

métricos, indicando esto que se trataba del mismo genotipo, se pensó que ambas plantas se originaron del mismo cigote, durante el proceso del desarrollo embrionario pero conservando una unión física a lo largo del desarrollo de sus tejidos, esta explicación fué dada por el "Dr. Mario E. Castro Gil", éste científico fue el padre de los maíces enanos.

Una vez reproducido el material de "Tallos Cuadrados" se efectuaron con él muchas cruces entre el:

[(PUEBLA GRUPO 1) X (TUXPEÑO BRAQUITICO)] X (PUEBLA GRUPO 1) # de las cuales se obtuvo la Hembra del AN-360 que esta formada por una Cruza Simple (SSE-232-1-1) X (SSE-255-1-1).

En 1973, el Instituto Mexicano del Maíz, obtiene el híbrido triple [(SSE-232-1-1)X(SSE-255-1-1)]X(SSE-76-1-5-1) al que se le llamo "PANCHO VILLA" AN-360 que por sus características representa un nuevo concepto en maíces de alta producción, su altura de planta de 1.40 m y sus hojas erectas permite que se adapte a altas densidades de siembra sin que el tamaño de la mazorca se reduzca drásticamente, lo que fué probado por los agricultores del Estado de Guanajuato, Jalisco y Michoacán en 1975, quienes obtuvieron rendimientos óptimos cuando la densidad de población revasaba las 100,000 plantas/hectárea. Este híbrido ha demostrado también buena adaptación en la región de la Laguna que comprende parte de Durango y Coahuila, en el Valle de Poanas, Dgo. y en San Luis Potosí.

Por nivel de referencia con algunas variables medidas en los "Tratamientos Eléctricos en C₂" se presentan en el Cuadro 6 características de la Hembra del AN-360, denominada en este trabajo como "C₂". La evaluación de estas características se hizo durante 1972 en Cortazar, Gto. con una densidad de 130000 plantas/ha.

C U A D R O 6

DIAS A FLOR	ALTURA	RENDIMIENTO	
	MAZORCA (CM)	MAZORCA	GRANO
82	44	19.9	15.7

Ref: Castro G. M.E. (21) y Chávez A., (23), IMM

IV MATERIALES Y METODOS

Considerando que esta Investigación es en cierta medida original, como puede comprobarse a través de la Revisión de Literatura. Requiere en consecuencia de mayor ilustración descripción y explicación de la infraestructura y la supraestructura física y abstracta utilizada en el proceso de ejecución del experimento. Se pretende ser coherente en el marco de posibilidades, con la secuela, "Dónde, Cuánto y Cómo" se llevó a efecto esta investigación, sobre Electricidad aplicada al Fenómeno de Selección y Nutrición Vegetal bajo condiciones de Hidroponia tipo Solución.

4.1 Localización del Sitio Experimental.

El experimento se inició el 17 de Mayo de 1978 y se estableció en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Las coordenadas geográficas son: Altitud: 1743 M.S.N.M., Latitud: 25°22' Norte, Longitud: 101°22' Oeste. Utilizando durante diez días un invernadero con equipo de control automático para mantener el microclima adecuado al desarrollo vegetal. Posteriormente el 27 del mismo mes se transplantó al campo situado en el bajío de la Universidad.

4.2 Materiales y Métodos utilizados en Invernadero:

4.2.1 Trescientas ochenta semillas de Maíz cruz simple -

(S₅ - 10 - 1) X (S₅ - 32 - 1) Hembra del Tehuano H-6 y 380 semillas de Maíz cruza simple (SSE - 232 - 1 - 1) X (SSE - 255 - 1 - 1), Hembra del AN-360 de la cosecha de 1977, ver (págs. 53-57). Las semillas fueron seleccionadas considerando que estuviesen aproximadamente iguales en tamaño y color y libres de daños mecánicos. Se sembraron a 2 cm de profundidad con el embrión apuntando hacia el suelo y con la cara hacia el oriente utilizando un diseño experimental completamente aleatorio, ver (FIG. 9).

4.2.2 Dos mil cuatrocientos mililitros de solución nutritiva, ver (Cuadro 7), 123.6 litros de agua potable, ver (Cuadro 8) y vermiculita, ver (pág. 48) como medio para sembrar la semilla, sostener y nutrir la plántula.

4.2.3 Cuatro recipientes de acrílico (polimetacrilato de metilo) color negro en forma de paralelepípedo de dimensiones 70x45x10 cm³ = 31.5 Lt. Cuatro cajas de poliestireno con 180 celdas para siembra de forma cónica con 3.5 cm de diámetro superior y 7 cm de profundidad, con orificio de 1 cm de diámetro en el fondo para el desplazamiento radicular. Una fuente de energía eléctrica (construida por el Autor) con voltaje reducido ajustable a 8 volt efectivos, con tres tomas de energía una alterna senoidal de 60Hz y las otras dos pulsantes continuas senoidales de 60Hz invertidas en polaridad una con respecto a la otra. Un rollo de papel de aluminio marca "Reynolds Wrap" para formar dos electrodos por recipiente, uno plano de 70x45 cm² colocado al fondo del recipiente y otro formado por 180 conos interconectados

eléctricamente y colocados en las celdas de las cajas de poliestireno, para luego llenarlos de vermiculita y proceder a la siembra, ver (FIGS. 3,4 y 6).

4.2.4 Un multímetro marca "Simpson" modelo 260 con 20000-ohms por volt en DC y 5000 en AC, utilizado para medir voltaje, resistencia e intensidad de corriente eléctrica entre los electrodos de aluminio. Cuatro reglas métricas, de 30 cm graduadas en milímetros, para medir altura de planta de la base superior de la caja de siembra a la hoja bandera y longitud radicular de la base inferior a la punta de la raíz, ver (Cuadros 20 y 21).

4.2.5 Cuatro frascos de vidrio de un litro de volumen, para tomar las muestras de solución nutritiva en su estado inicial y final al terminar los diez días de estar sujeta a los tratamientos eléctricos, para efectuar los análisis químicos, ver (Cuadros 7 y 9).

4.2.6 Reactivos para análisis químicos, cámara y película fotográfica.

4.2.7 El porcentaje de vigor de la semilla en pH extremos, se calcula en base a la relación $\%V = 100(1 - PM/NS)$ donde: NS = Números de semillas sembradas y PM = Número de plantas muertas a los 9 días postsiembra en el tratamiento T₃ para pH alcalino y en el tratamiento T₂ para pH ácido, ver (Cuadros 34 y 36).

4.3 Materiales y Métodos utilizados en el Campo.

4.3.1 Barrena para tomar muestras de suelo en el estrato - (0 - 30 cm) para sus análisis de fertilidad, salinidad y textura, ver (Cuadro 10).

4.3.2 Tractor para ejecutar el barbecho, un paso de rastra y los surcos para luego transplantar en seco, bajo un diseño en bloques completos al azar, ver (FIG. 10), e inmediatamente después dar un riego por aspersión, con una lámina de 10 cm es decir (100 LT/M²). No se cuantificó el total de agua aplicado durante el ciclo biológico del cultivo. Todos los riegos se hicieron por aspersión. No se aplicó fertilizante.

4.3.3 Instrumental agrometeorológico para medir las variables climáticas durante el ciclo vegetativo del cultivo, -- ver (Cuadros 11 al 14).

4.3.4 Cuatro reglas métricas de un metro graduadas en milímetros, para medir altura de planta en campo, ver (Cuadros 25 al 36), área foliar, ver (Cuadros 59,60 y 61); y cuatro vernier rectilíneos con precisión a décimas de milímetros - para medir diámetro menor de tallo, ver (Cuadros 43 y 46). Bolsas de papel para polinización por conexión directa*.

4.3.5 Báscula con capacidad para 25 kg y precisión de 25 gr para medir rendimiento, ver (Cuadros 65 y 66).

* Diseño especial del Ing. Agrónomo Alejandro Arredondo O.,
UAAAN, 1977

4.3.6 Instrumentos y reactivos químicos para análisis bromatológicos de hoja y grano, ver (Cuadros 65 y 66).

4.3.7 El insecticida utilizado fue "Sevin", granulado en la proporción de 7 KG/HA, una sola aplicación para combatir el gusano cogollero.

4.4 Aplicación y Comportamiento Eléctrico de los Tratamientos.

4.4.1 Ilustración de las fuerzas de atracción sobre las moléculas de nutrientes, en el interior y, en las paredes del recipiente y en la superficie. Descripción del movimiento de partículas ionizadas a través de una membrana celular de tamaño exagerado con o sin electricidad, ver (FIG. 2).

4.4.2 Diagrama del circuito utilizado en los tratamientos eléctricos al Maíz, ver (FIG. 4).

4.4.3 Gráficas y modelos matemáticos que describen los tratamientos eléctricos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 en voltaje contra tiempo, ver (FIG. 5).

4.4.4 Disposición esquemática del tratamiento $T_3 = 8V.C.D.$ (\pm) e ilustración del efecto eléctrico sobre la distribución del potencial hidrógeno, ver (FIG. 6).

4.4.5 Forma aproximada de las líneas de campo eléctrico para cada uno de los tratamientos T_2 , T_3 y T_4 para un instante de tiempo, ver (FIG. 7).

4.4.6 Acción de las fuerzas eléctricas en cada uno de los tratamientos eléctricos sobre los iones de la solución nu--

tritativa y efecto sobre la distribución del potencial hidrógeno (pH), ver (FIG. 8).

4.5 Consideraciones Estadísticas.

Se utilizaron dos diseños estadísticos uno completamente aleatorio y el otro en bloques completos al azar, ver (FIGS. 9 y 10). El primero se justifica dadas las condiciones de invernadero, además cabe aclarar que las evaluaciones de porcentaje de emergencia o nacencia, altura de planta y porcentaje de plantas muertas, se realizaron evaluando toda la población y también se aplicó el muestreo estadístico para comprobar. En lo referente al campo el tipo de diseño al menos en principio se justifica aun cuando el suelo y aplicación de agua sean muy uniformes, puede suceder que las aplicaciones de productos químicos o prácticas culturales no resulten ser uniformes por limitaciones de tiempo o de personal.

Las muestras de hoja y grano se efectuaron considerando uniformidad en tamaño y apariencia, evaluando la parcela útil de seis plantas y además las orillas para fines de comparación.

En los análisis de varianza para diferencias entre efectos y modelos de regresión, utilizamos una probabilidad de rechazo máxima del 5% en la hipótesis de diferencia. Además, se indica en algunos casos, ver (Cuadros 65 y 66), la probabilidad de rechazo máxima, a partir de la cual resultan significativas las diferencias, de efectos medios entre

tratamientos, utilizando la prueba DMS con la distribución probabilística t-Student simultáneamente con la de Scheffe usando la distribución F-Snedecor .

Para estimar los valores críticos de la velocidad y-aceleración, en la dinámica de crecimiento (Altura Versus -Tiempo), ver (Cuadros 53 al 57) y comportamiento eléctrico de la solución nutritiva, ver (Cuadro 18), por medio de polinomios desde primer grado hasta sexto, el Autor seleccionó, - por criterio personal, el polinomio más significativo en ca da tratamiento, utilizando el máximo de $S=(1-P(R)/r^2)$, donde P(R) es la probabilidad de rechazo del polinomio, y r^2 es - el coeficiente de determinación.

4.6 Fundamentos, Desarrollo y Características de los Modelos Estadísticos de Diseño Experimental y de Regresión.

Todo experimento en el que interviene el proceso de medición de variables, está sujeto a un error experimental ϵ debido a causas no controlables, a las que se les denomina aleatorias. El diseño experimental relacionado con el análisis de varianza y regresión, resultan ser una rama de la Estadística Experimental que se encarga de construir modelos estadísticos. Por medio de ellos estima el error aleatorio ϵ involucrado en el método de experimentación reproducible.

Después de estimar $\bar{\epsilon}$, se procede a estimar la diferencia o contraste entre efectos o respuestas en relación a las causas o estímulos, para que finalmente podamos estimar los parámetros involucrados en el modelo estadístico propuesto para el fenómeno en estudio. El cual relaciona las causas con los efectos por medio de una ecuación matemática, la que nos permite conocer de forma aproximada el comportamiento del fenómeno bajo estudio en una forma continua; aún cuando, el experimento se lleve a cabo generalmente por no decir que siempre en forma discontinua.

En ocasiones el investigador del fenómeno, se ve obligado a extrapolar su modelo, estimando efectos de causas que están fuera de los límites de experimentación, en este caso no es posible estimar el error.

Para cada uno de los contrastes o diferencias entre

efectos producto de causas controladas, se tiene asociado un error tipo I o probabilidad de rechazo de la hipótesis nula cuando esta es cierta. La hipótesis nula cuando es cierta asegura que causas diferentes producen efectos iguales. Luego el proceso de rechazar esta hipótesis con un error tipo I a través de un análisis de varianza, nos conduce a aceptar el hecho de que al menos dos causas diferentes producen efectos distintos con un error probabilístico menor o igual que 0.01, en este caso se dice que las causas son "altamente significativas", y si el error es mayor que 0.01 pero menor o igual que 0.05 las causas son "significativas". Los límites del error son convencionales y puede darse el caso de que para un investigador las diferencias entre tratamientos con un error de 0.1 sean altamente significativas o por el contrario, que para que lo sean, el error debe ser de 0.001 es decir de una décima de por ciento. Con errores del 1% o del 5% se rechaza convencionalmente la hipótesis nula, considerando que si repetimos el experimento cien veces bajo las mismas condiciones, solamente una vez se encuentra que causas diferentes produzcan efectos iguales cuando el error es de 1%, o cinco veces cuando el error es 5%.

La lógica dialéctica nos obliga a pensar que no es posible que existan causas diferentes que produzcan efectos iguales, lo cual es cierto bajo condiciones ideales; es decir, con experimentación libre de errores o sea de causas desconocidas que interaccionen con las controladas y en con-

secuencia alteran los efectos. Esta alteración en estadística se llama error experimental y es el que justifica la existencia de la hipótesis nula. En consecuencia, el control físico de un experimento juega un papel muy importante, dado que a medida que el control es más preciso las causas fuera de control disminuyen, y por lo tanto solo están actuando de forma significativa las causas bajo estudio. En ocasiones hasta que se descubre una técnica adecuada de control, es posible verificar que las causas son significativas, las cuales antes de aplicar la nueva técnica de control no lo eran.

El diseño estadístico de experimentos como un modelo matemático que relaciona las causas controladas con los efectos derivados de ellas, más el error experimental producto de causas no controladas. Además de estimar el error, permite particionarlo en las direcciones en que las causas no controladas influyen más intensamente sobre el fenómeno en estudio, y de esa manera disminuye el error experimental.

Es importante dejar claro que en materia de experimentación científica, antes de elegir un diseño estadístico, es necesario agotar todos los recursos del control físico en el proceso de establecimiento y conducción del experimento. También debemos tomar muy en cuenta la sensibilidad, precisión y confiabilidad de los instrumentos para medir las causas y los efectos; dado que, a través de ellos se pueden generar grandes engaños con apariencia de verdades científicas, aún cuando lo demás esté perfectamente planeado.

Todo experimento se puede dividir en dos partes, una que resulta ser controlada y por tanto conocida y otra no controlada o aleatoria. En consecuencia, al aplicar un conjunto de causas o estímulos controlados o tratamientos $X_{i\alpha}$ con $i = 1, 2, \dots, t$ a un sistema S o muestra de una población, le produce un conjunto de efectos o respuestas $Y_{i\alpha}$, con $\alpha = 1, 2, \dots, r$ que se miden r -veces cada efecto en diferentes unidades experimentales.

La muestra de la población antes de aplicar los tratamientos se encontraba definida por una resultante μ llamada media muestral, la cual es producto de todas las interacciones posibles con el medio que la rodea, además de las interacciones intrínsecas de la materia y la energía en el tiempo y el espacio, las cuales constituyen la muestra en sí misma. En consecuencia el valor μ se ve afectado en el momento en que pretendemos medirlo, dado que para conocerlo, es necesario en alguna medida alterar el estado original de la muestra, a parte de que la muestra como tal ya fué alterada al tomarla como representación de una población sobre la que se emitirán inferencias sobre lo que sucedería al aplicar los tratamientos en toda la población a partir de lo que sucede con la muestra.

Se supone que el i -ésimo efecto controlado $\tau_i = \mu'_i - \mu$ o sea la media alterada por la i -ésima causa o tratamiento menos la media original, y que el τ_i y el i -ésimo efecto no controlado $\epsilon_{i\alpha}$ con $i = 1, 2, \dots, t$ son aditivos y obedecen a una distribución normal cuando el tamaño de la muestra tien-

de a ser muy grande teóricamente infinito, esto lo asegura el teorema del límite central piedra angular de la Estadística Experimental, aun cuando existan contradicciones entre este teorema y el mundo físico, dado que todas las poblaciones que interaccionarn con los sentidos físicos del hombre son finitas. Como los efectos τ_i son las desviaciones con respecto a la media original se debe cumplir que

$$\sum_{i=1}^t \tau_i = 0 \quad (1)$$

También se asume que el valor esperado de los efectos no controlados es cero, y que su valor esperado de la varianza es igual a la varianza de la población, agregando además, el hecho de que los efectos $\epsilon_{i,j}$ no estan correlacionados: es decir,

$$E(\epsilon_{i,j}) = 0 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, t \quad \text{y} \quad j = 1, 2, \dots, r \quad (2)$$

$$E[V(\epsilon_{i,j})] = E[\epsilon_{i,j}^2 - (E(\epsilon_{i,j}))^2] = E(\epsilon_{i,j}^2) = \sigma^2 \quad (3)$$

para $i = 1, 2, \dots, t \quad \text{y} \quad j = 1, 2, \dots, r$

$$Cov(\epsilon_{i,j}) = E[V(\epsilon_{i,j})V(\epsilon_{i,k})] = 0 \quad (4)$$

para toda $j \neq k \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, r \quad \text{y} \quad i = 1, 2, \dots, t$

$$\epsilon_{i,j} \sim N_{ID}(0, \sigma^2) \quad (5)$$

A partir de los supuestos se puede construir el modelo de diseño experimental más sencillo, denominado "Completamente Aleatorio", a partir del cual bajo algunos agregados se generan todos los demas modelos

$$y_{i,j} = \mu + \tau_i + \epsilon_{i,j} \quad (6)$$

Donde $i = 1, 2, \dots, t$ es el número asociado a cada tratamiento

y t es el número total de tratamientos, $j = 1, 2, \dots, r_i$ es el número asociado a cada repetición, r_i es el número de repeticiones del tratamiento i° -ésimo, $\sum_{i=1}^t r_i$ es el número total de unidades experimentales o de observaciones, y_{ij} es el efecto provocado por el i° -ésimo tratamiento en la j° -ésima repetición.

El modelo descrito en (6) puede servir para un análisis de varianza como para un análisis de regresión, cambiando el efecto $\mu + \tau_i$ por una combinación lineal de la causa o tratamiento X_{ik} es decir $\mu + \tau_i = \sum_{k=1}^p \beta_{ik} X_{kij}$ donde β_{ik} es un elemento del campo de los números reales, o bien puede ser una función de X_{ij} ,

$$y_{ij} = \sum_{k=1}^p \beta_{ik} X_{kij} + \epsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, t \quad \text{y} \quad j = 1, 2, \dots, r_i \quad (7)$$

La forma vectorial de (7) resulta ser,

$$Y_{t \times n} = B_{t \times p} X_{p \times n} + E_{t \times n} \quad (8)$$

El modelo (8) es la forma más general de la regresión multivariada.

El análisis de varianza visto en una forma intuitiva consiste fundamentalmente, en comparar a través de la hipótesis nula la variación cuadrática provocada a la muestra por las causas controladas $\forall C$, en relación con la variación cuadrática provocada por las causas aleatorias $\forall A$; es decir $\forall C / \forall A$. Si $\forall C$ es mayor que $\forall A$ se rechaza la hipótesis nula, y si $\forall C$ es menor o igual a $\forall A$ se acepta la hipótesis nula, lo que resta es calcular el error.

Aplicando el criterio de que el mejor modelo para estimar los efectos producto de la mezcla de causas controladas y aleatorias, es aquel que hace mínimo el efecto cuadrático total de causas aleatorias; es decir, que $Q = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \varepsilon_{ij}^2$ sea mínimo. Luego, utilizando (6) y las condiciones necesarias y suficientes para que exista un valor extremo en la función Q , cuyas variables independientes son μ y τ_i ,

$$Q = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - \mu - \tau_i)^2 \quad (9)$$

Es necesario

$$\frac{\partial Q}{\partial \mu} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial Q}{\partial \tau_k} = 0, \quad k=1,2,\dots,t \quad (10)$$

Para que el valor extremo $\hat{\mu}$ y $\hat{\tau}_k$ obtenido en (10) sea mínimo es suficiente que

$$\left\{ \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial \mu^2} \right) \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial \tau_k^2} \right) - \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial \mu \partial \tau_k} \right) \right\} \Big|_{(\hat{\mu}, \hat{\tau}_k)} > 0, \quad \text{y} \quad \frac{\partial^2 Q}{\partial \mu^2} \Big|_{\hat{\mu}} > 0 \quad \text{o} \quad \frac{\partial^2 Q}{\partial \tau_k^2} > 0 \quad (11)$$

Aplicando la derivada parcial de Q con respecto a

$$\mu, \quad \frac{\partial Q}{\partial \mu} = -2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - \mu - \tau_i) = 0 \quad (12)$$

$$y_{..} - n\mu - \sum_i \tau_i = 0$$

Obsérvese que los puntos en el lugar de los subíndices denotan que se efectuado la sumatoria sobre ese subíndice, en lo sucesivo se utilizará esta notación. Luego, utilizando (1) es decir $\tau_o = 0$ y substituyendo en (12) resulta,

$$\hat{\mu} = y_{..} / n \quad (13)$$

Ahora calculando la derivada parcial de Q con respecto a cualquiera de los efectos τ_i , sea este el τ_k ,

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial \tau_k} &= -2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - \mu - \tau_i) \frac{\partial \tau_i}{\partial \tau_k} = \\ &= -2 \sum_{j=1}^{r_k} (y_{kj} - \mu - \tau_k) = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

desarrollando (14) se obtiene $y_{k0} - r_k \mu - r_k \tau_k = 0$
o bien,

$$y_{i0} - r_i \mu - r_i \tau_i = 0 \quad (15)$$

substituyendo (13) en (15),

$$\begin{aligned} y_{i0} - r_i y_{00} / n - r_i \tau_i &= 0 \\ \hat{\tau}_i &= \frac{y_{i0}}{r_i} - \frac{y_{00}}{n} \end{aligned} \quad (16)$$

Al substituir los estimadores $\hat{\tau}_i$ y $\hat{\mu}$ en las condiciones de suficiencia dadas en (11) se concluye que las cumple, entonces estos estimadores hacen mínima la suma de cuadrados del error, y de acuerdo al teorema de Gauss-Markoff son los mejores estimadores linealmente insesgados. Substituyendo $\hat{\tau}_i$ y $\hat{\mu}$ en la ecuación (6),

$$\begin{aligned} y_{ij} &= \frac{y_{00}}{n} + \frac{y_{i0}}{r_i} - \frac{y_{00}}{n} + \epsilon_{ij} = \frac{y_{i0}}{r_i} + \epsilon_{ij} \\ \text{se tiene } \hat{\epsilon}_{ij} &= y_{ij} - \frac{y_{i0}}{r_i} \end{aligned} \quad (17)$$

En seguida, si se pretende obtener la partición de la suma de cuadrados, es conveniente sumarle y restarle y_{00} a el lado derecho de la ecuación (17),

$$\epsilon_{ij} = (y_{ij} - y_{00}) - (\bar{y}_{i0} - y_{00}) \quad (18)$$

Elevando al cuadrado y sumando sobre i y j en la ecuación (18),

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} E_{ij}^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} [(y_{ij} - y_{..})^2 - 2(y_{ij} - y_{..})(\bar{y}_{i.} - y_{..}) \\
 &+ (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2 - 2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})(\bar{y}_{i.} - y_{..}) \\
 &+ \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2 - 2 \sum_{i=1}^t (\bar{y}_{i.} - r_i y_{..})(\bar{y}_{i.} - y_{..}) \\
 &+ \sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2
 \end{aligned}$$

luego como $y_{i.} = r_i \bar{y}_{i.}$ y substituyendo en Q ,

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2 - 2 \sum_{i=1}^t (r_i \bar{y}_{i.} - r_i y_{..})(\bar{y}_{i.} - y_{..}) + \\
 &\sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2 - 2 \sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2 + \\
 &\sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2 - \sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2, \\
 \underbrace{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} E_{ij}^2}_{\text{S.C. ERROR}} &= \underbrace{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2}_{\text{S.C. TOTAL}} - \underbrace{\sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i.} - y_{..})^2}_{\text{S.C. TRATAMIENTOS}} \quad (19)
 \end{aligned}$$

La suma de cuadrados total y de tratamientos se puede expresar de manera más sencilla para fines de cálculo.

$$\begin{aligned}
 \text{S.C.T.} = \text{S.C.Total} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij} - y_{..})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (y_{ij}^2 - 2y_{ij} \bar{y}_{..} \\
 &+ \bar{y}_{..}^2) = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}^2 - 2 \bar{y}_{..} \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij} + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \bar{y}_{..}^2 = \\
 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}^2 - 2 \bar{y}_{..} y_{..} + n \bar{y}_{..}^2 &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}^2 - 2n \bar{y}_{..}^2 + n \bar{y}_{..}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{dado que } y_{..} = n \bar{y}_{..}, \text{ S.C.T.} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{n} \quad (20)$$

$$\begin{aligned}
\text{S.C. } \bar{C} &= \text{S.C. Tratamientos} = \sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i0} - \bar{y}_{00})^2 = \\
& \sum_{i=1}^t r_i (\bar{y}_{i0}^2 - 2\bar{y}_{00}\bar{y}_{i0} + \bar{y}_{00}^2) = \sum_{i=1}^t r_i \bar{y}_{i0}^2 - 2\bar{y}_{00} \sum_{i=1}^t r_i \bar{y}_{i0} + \\
& \bar{y}_{00}^2 \sum_{i=1}^t r_i = \sum_{i=1}^t r_i \frac{y_{i0}^2}{r_i} - 2\bar{y}_{00} \sum_{i=1}^t r_i \frac{y_{i0}}{r_i} + \bar{y}_{00}^2 \frac{n}{n^2} = \\
& \sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - 2\bar{y}_{00} \sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}}{r_i} + \frac{y_{00}^2}{n} = \sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - 2\frac{y_{00}y_{00}}{n} + \frac{y_{00}^2}{n}
\end{aligned}$$

$$\text{S.C. } \bar{C} = \sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - \frac{y_{00}^2}{n} \quad (21)$$

Substituyendo las expresiones (20) y (21) en la (19)

$$\underbrace{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \mathcal{E}_{ij}^2}_{\text{S.C.E}} = \underbrace{\left(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \frac{y_{ij}^2}{r_i} - \frac{y_{00}^2}{n} \right)}_{\text{S.C.T}} - \underbrace{\left(\sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - \frac{y_{00}^2}{n} \right)}_{\text{S.C.}\bar{C}} \quad (22)$$

Para continuar con el análisis de varianza requerimos de los siguientes conceptos: Grados de libertad, cuadrado medio, función F.- Snedecor y prueba de hipótesis.

Los grados de libertad de un conjunto de observaciones es igual al número de contrastes ortogonales posibles menos uno.

El cuadrado medio de una fuente de variación o variable, es igual a la suma de cuadrados de la variable dividida por el número de grados de libertad correspondiente.

La función F-Snedecor es una función de distribución

probabilística, cuya variable independiente resulta del cociente de dos variables, que se distribuyen como una función χ^2 -cuadrada, y estas a su vez son el cuadrado correspondiente de una variable que se distribuye normal. Es decir, si tenemos dos variables aleatorias X_1 y X_2 , que se distribuyen normal y tienen asociados G_1 y G_2 grados de libertad respectivamente, entonces X_1^2 y X_2^2 se distribuyen χ^2 -cuadrada con G_1 y G_2 grados de libertad respectivamente para cada una, y el cociente de ellas $F = X_1^2 / X_2^2$ se distribuye F-Snedecor con G_1 y G_2 grados de libertad.

En seguida se calculan las esperanzas de los cuadrados medios de error experimental y de los tratamientos,

$$\begin{aligned} E(CME) &= E\left(\frac{SCT - SCG}{n-t}\right) = \frac{1}{n-t} [E(SCT) - E(SCG)] \\ &= \frac{1}{n-t} \left[E\left(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}^2 - \frac{y_{00}^2}{n}\right) - E\left(\sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - \frac{y_{00}^2}{n}\right) \right] = \\ &= \frac{1}{n-t} \left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} E(y_{ij}^2) - \sum_{i=1}^t E\left(\frac{y_{i0}^2}{r_i}\right) \right] \end{aligned} \quad (23)$$

como $y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$, cálculese y_{i0}^2 y $E(y_{i0}^2)$

$$y_{i0} = \sum_{j=1}^{r_i} (\mu + \tau_i + \epsilon_{ij}) = r_i \mu + r_i \tau_i + \epsilon_{i0}$$

$$y_{i0}^2 = r_i^2 \mu^2 + r_i^2 \tau_i^2 + \epsilon_{i0}^2 + 2r_i^2 \mu \tau_i + 2r_i \mu \epsilon_{i0} + 2r_i \tau_i \epsilon_{i0}$$

$$\begin{aligned} E(y_{i0}^2) &= r_i^2 \mu^2 + r_i^2 \tau_i^2 + E(\epsilon_{i0}^2) + 2r_i^2 \mu \tau_i + 2r_i \mu E(\epsilon_{i0}) \\ &\quad + 2r_i \tau_i E(\epsilon_{i0}) \end{aligned} \quad (24)$$

Veáse ahora quien es $E(\epsilon_{i0})$ y $E(\epsilon_{i0}^2)$,

$$E(\epsilon_{i0}) = E\left(\sum_{j=1}^{r_i} \epsilon_{ij}\right) = \sum_{j=1}^{r_i} E(\epsilon_{ij}) = 0 \quad (25)$$

$$E(\epsilon_{i0}^2) = E\left(\sum_{j=1}^{r_i} \epsilon_{ij}\right)^2 = E\left[\sum_{j=1}^{r_i} \epsilon_{ij}^2 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j'}}^{r_i} \sum_{\substack{j'=1 \\ j' \neq j}}^{r_i} \epsilon_{ij} \epsilon_{ij'}\right]$$

$$= \sum_{j=1}^{r_i} E(\epsilon_{ij}^2) + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j'}}^{r_i} \sum_{\substack{j'=1 \\ j' \neq j}}^{r_i} E(\epsilon_{ij} \epsilon_{ij'})$$

$$\sum_{j=1}^{r_i} \sigma^2 + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j'}}^{r_i} \sum_{\substack{j'=1 \\ j' \neq j}}^{r_i} 0 = r_i \sigma^2 \quad (26)$$

Luego

$$\sum_{i=1}^t E\left(\frac{y_{i0}^2}{r_i}\right) = \sum_{i=1}^t \frac{1}{r_i} E(y_{i0}^2) = \sum_{i=1}^t (r_i \mu^2 + r_i \sigma_i^2 + \sigma^2 + 2r_i \mu \sigma_i)$$

$$= n\mu^2 + \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i^2 + t\sigma^2 + 2\mu \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i \quad (27)$$

Considerando y_{ij}^2 para calcular $E(y_{ij}^2)$,

$$y_{ij}^2 = (\mu + \sigma_i + \epsilon_{ij})^2 = \mu^2 + \sigma_i^2 + \epsilon_{ij}^2 + 2\mu\sigma_i + 2\mu\epsilon_{ij} + 2\sigma_i\epsilon_{ij}$$

$$E(y_{ij}^2) = \mu^2 + \sigma_i^2 + \sigma^2 + 2\mu\sigma_i$$

$$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} E(y_{ij}^2) = n\mu^2 + \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i^2 + n\sigma^2 + 2\mu \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i \quad (28)$$

Substituyendo las ecuaciones (27) y (28) en la ecuación (23)

$$E(CME) = \frac{1}{n-t} \left(n\mu^2 + \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i^2 + n\sigma^2 + 2\mu \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i - n\mu^2 - \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i^2 - t\sigma^2 - 2\mu \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i \right) = \frac{(n-t)\sigma^2}{(n-t)} = \sigma^2$$

$$E(CME) = \sigma^2 \quad (29)$$

Calculando ahora $E(c m \bar{y})$,

$$\begin{aligned}
 E(c m \bar{y}) &= E\left(\frac{S C \bar{y}}{t-1}\right) = \frac{1}{t-1} E(S C \bar{y}) = \\
 &= \frac{1}{t-1} E\left(\sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - \frac{y_{00}^2}{n}\right) = \frac{1}{t-1} \left[\sum_{i=1}^t \frac{1}{r_i} E(y_{i0}^2) - \right. \\
 &= \left. \frac{1}{n} E(y_{00}^2) \right] = \frac{1}{t-1} \left[n\mu^2 + \sum_{i=1}^t r_i \sigma_i^2 + t\sigma^2 + 2\mu \sum_{i=1}^t r_i \tau_i \right. \\
 &= \left. \frac{1}{n} E\left(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}\right)^2 \right] \quad (30)
 \end{aligned}$$

Calculando el $E(y_{00}^2)$,

$$\begin{aligned}
 E(y_{00}^2) &= E\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} (u + \tau_i + \epsilon_{ij})\right]^2 \\
 &= E\left(n\mu + \sum_{i=1}^t r_i \tau_i + \epsilon_{00}\right)^2 = E\left[n^2\mu^2 + \left(\sum_{i=1}^t r_i \tau_i\right)^2 + \right. \\
 &= \left. \epsilon_{00}^2 + 2n\mu \sum_{i=1}^t r_i \tau_i + 2n\mu \epsilon_{00} + 2\epsilon_{00} \sum_{i=1}^t r_i \tau_i\right] = \\
 &= n^2\mu^2 + \left(\sum_{i=1}^t r_i \tau_i\right)^2 + E(\epsilon_{00}^2) + 2n\mu \sum_{i=1}^t r_i \tau_i + 2n\mu E(\epsilon_{00}) \\
 &+ 2 E(\epsilon_{00}) \left[\sum_{i=1}^t r_i \tau_i\right] \quad (31)
 \end{aligned}$$

Calculando ahora $E(\epsilon_{00})$ y $E(\epsilon_{00}^2)$,

$$E(\epsilon_{00}) = E\left(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \epsilon_{ij}\right) = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} E(\epsilon_{ij}) = 0 \quad (32)$$

$$\begin{aligned}
 E(\epsilon_{00}^2) &= E\left[\left(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \epsilon_{ij}\right)^2\right] = E\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \epsilon_{ij}^2 + \right. \\
 &= \left. \sum_{i=1}^t \sum_{i'=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \sum_{j'=1}^{r_{i'}} \epsilon_{ij} \epsilon_{i'j'}\right] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} E(\epsilon_{ij}^2) + \sum_{i=1}^t \sum_{i'=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \sum_{j'=1}^{r_{i'}} E(\epsilon_{ij} \epsilon_{i'j'}) ; \\
 &= n\sigma^2 \quad (33)
 \end{aligned}$$

Substituyendo (32) y (33) en (31) se tiene,

$$E(y_{oo}^2) = n^2 \mu^2 + \left(\sum_{i=1}^t r_i \tau_i \right)^2 + n \sigma^2 + 2n\mu \sum_{i=1}^t r_i \tau_i \quad (34)$$

Substituyendo (34) en (30)

$$\begin{aligned} E(CM\tau) &= \frac{1}{t-1} \left\{ n\mu^2 + \sum_{i=1}^t r_i \tau_i^2 + t\sigma^2 + 2\mu \sum_{i=1}^t r_i \tau_i \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{n} \left[n^2 \mu^2 + \left(\sum_{i=1}^t r_i \tau_i \right)^2 + n\sigma^2 + 2n\mu \sum_{i=1}^t r_i \tau_i \right] \right\} \\ &= \frac{1}{t-1} \left[\sigma^2 (t-1) + \sum_{i=1}^t r_i \tau_i^2 - \left(\sum_{i=1}^t r_i \tau_i \right)^2 \right], \end{aligned}$$

Pero se sabe que:

$$\sum_{k=1}^m (X_k - \bar{X}) a_k = \sum_{k=1}^m a_k X_k^2 - \frac{\left(\sum_{k=1}^m a_k X_k \right)^2}{\sum_{k=1}^m a_k}$$

sea $a_k = r_i$ y $X_k = \tau_i$ luego,

$$\begin{aligned} E(CM\tau) &= \frac{1}{t-1} \left[\sigma^2 (t-1) + \sum_{i=1}^t (\tau_i - \bar{\tau})^2 r_i \right] \\ &= \sigma^2 + \sum_{i=1}^t \frac{r_i (\tau_i - \bar{\tau})^2}{t-1} \quad (35) \end{aligned}$$

Ahora ya se puede establecer el cuadro de análisis de varianza para un diseño experimental completamente aleatorio con diferente número de repeticiones.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad , \quad \epsilon_{ij} \sim N_{ID}(0, \sigma^2)$$

$i = 1, 2, \dots, t$
 $j = 1, 2, \dots, r_i$

$$\sum_{i=1}^t r_i = n$$

FV	GL	SC	CM	E(cm)	F _c	F(α, t-1, n-t)
TRAT.	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{y_{i0}^2}{r_i} - \frac{y_{00}^2}{n}$	$\frac{SC\bar{0}}{t-1}$	$\sigma^2 + \sum_{i=1}^t \frac{r_i (\bar{0}_i - \bar{0})^2}{t-1}$	$\frac{CM\bar{0}}{CM\bar{E}}$	5% 1%
ERROR	n-t	SCT - SCE	$\frac{SCE}{n-t}$	σ^2		
TOTAL	n-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} y_{ij}^2 - \frac{y_{00}^2}{n}$	$\frac{SCT}{n-1}$			

PRUEBA DE HIPOTESIS

La prueba de hipótesis nula considera que $E(CM\bar{E}) = E(CM\bar{0})$ y esto es cierto si y solo si $\bar{0}_i = \bar{0}$ para toda $i = 1, 2, \dots, t$ y en este caso $CM\bar{0} = CM\bar{E}$ y esto implica $F_c = 1$. El valor de F_c en la práctica resulta ser menor que uno, difícilmente es uno.

Hipótesis nula $H_0: \bar{0}_i = \bar{0}$ para toda $i = 1, 2, \dots, t$

Hipótesis alterna $H_A: \bar{0}_i \neq \bar{0}$ al menos para alguna $i = 1, 2, \dots, t$

CRITERIO DE DECISION

Si $F_c \geq F(\alpha, t-1, n-t)$ se rechaza H_0 con una probabilidad α de cometer el error tipo I; es decir, rechazar la hipótesis nula cuando es cierta.

Si $F_c < F(\alpha, t-1, n-t)$ se acepta H_0 o se rechaza H_A con una probabilidad α de cometer el error tipo I. O bien, con una probabilidad β de cometer el error tipo II, es decir aceptar la hipótesis nula H_0 cuando es falsa.

CARACTERISTICAS DEL MODELO

- 1) Requiere unidades experimentales homogéneas.
- 2) Es flexible en cuanto a número de tratamientos dentro de un límite.
- 3) Es flexible en cuanto a número de repeticiones dentro de un límite.
- 4) No requiere de estimar datos faltantes, es decir podemos tener un número diferente de repeticiones.
- 5) Es el diseño que aporta el mayor número de grados de libertad al error experimental.
- 6) Generalmente se utiliza este diseño en laboratorio e invernadero sin invalidar su aplicación en el campo.

C U A D R O 7

SOLUCION NUTRITIVA EMPLEADA EN EL EXPERIMENTO
(LAB. DE CALIDAD DE AGUAS U.A.A.'A.N'.)

COMPONENTE	FORMULA	MGR/Lt (*)
NITRATO DE AMONIO	NH_4NO_3	457.5
FOSFATO DE AMONIO	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	231.25
SULFATO DE POTASIO	K_2SO_4	0.70
SULFATO DE MAGNESIO	MgSO_4	206.25
SULFATO DE FIERRO	FeSO_4	2.0625
ACIDO BORICO	H_3BO_3	1.125
SULFATO DE ZINC	ZnSO_4	.0625
SULFATO DE COBRE	CuSO_4	.0625

(*) AGUA DESTILADA
VOLUMEN DE LOS RECIPIENTES UTILIZADOS 70x45x10 CM = 31.5 Lt. SE DISOLVIERON 0.6 Lt DE SOLUCION NUTRITIVA EN 30.9 Lt DE AGUA POTABLE PARA CADA TRATAMIENTO

C U A D R O 8

ANALISIS DEL AGUA EN LA QUE SE DISOLVIO LA SOLUCION NUTRITIVA Y SE RESTABLECIO EL NIVEL DE LOS RECIPIENTES DURANTE DIEZ DIAS (LAB. CALIDAD DE AGUAS U.A.A.'A.N'.)

p.H		7.95
C.E. MICROMHOS/CM		0.8
HCO_3^-	MEQ/LTO	5.0
Ca^{++}	MEQ/LTO	3.0
Mg^{++}	MEQ/LTO	1.5
Cl^-	MEQ/LTO	1.81
SO_4	MEQ/LTO	0.12
Na^{++}	MEQ/LTO	
B	P.P.M	0.20
K	P.P.M	

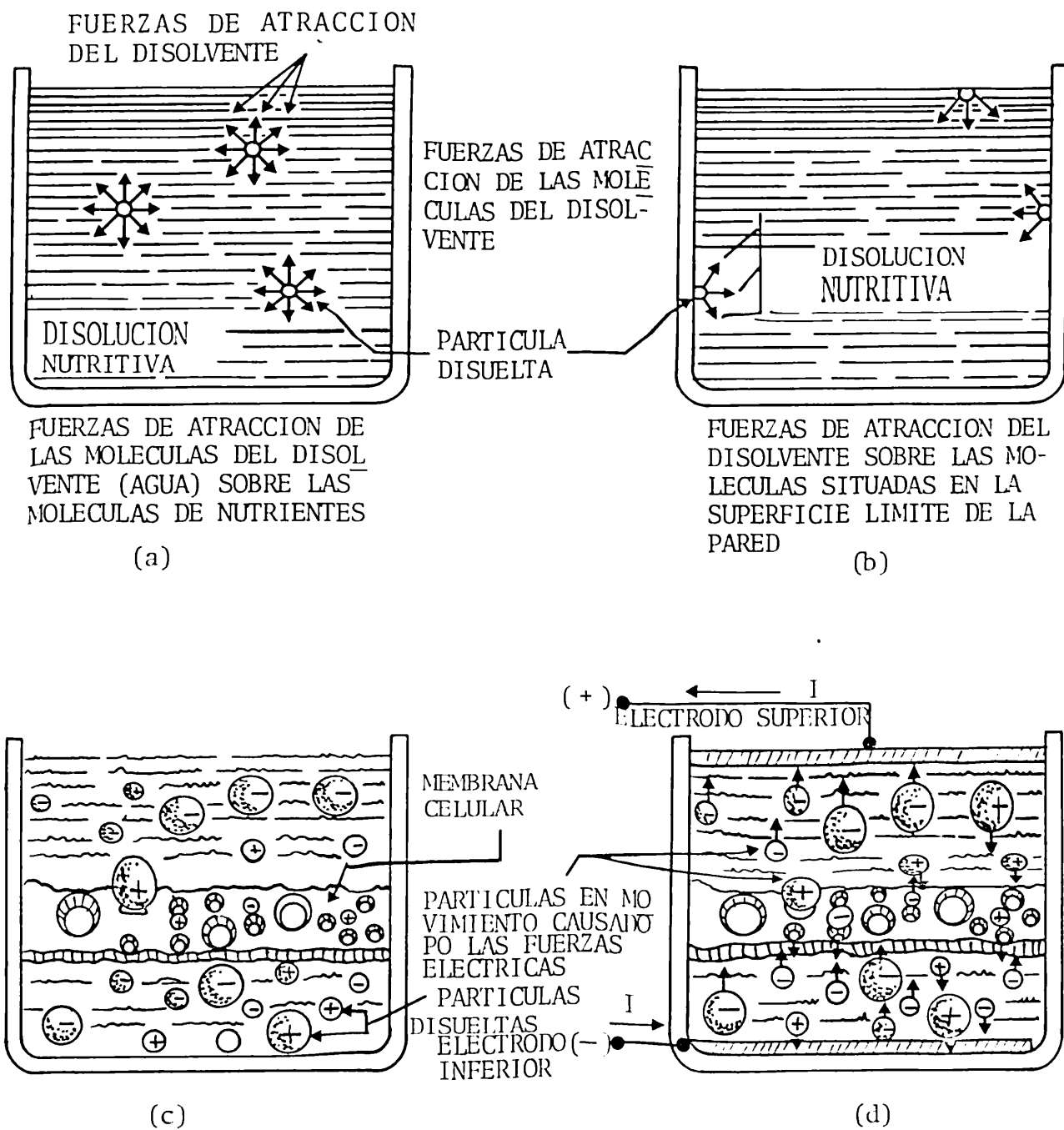


FIG. 2 ILUSTRACION DE LAS FUERZAS DE ATRACCION SOBRE LAS MOLECULAS DE NUTRIENTES EN EL INTERIOR, EN LAS PAREDES DEL RECIPIENTE Y EN LA SUPERFICIE. DESCRIPCION DEL MOVIMIENTO DE LAS PARTICULAS IONIZADAS A TRAVES DE UNA MEMBRANA CELULAR, SIN Y CON ELECTRICIDAD.

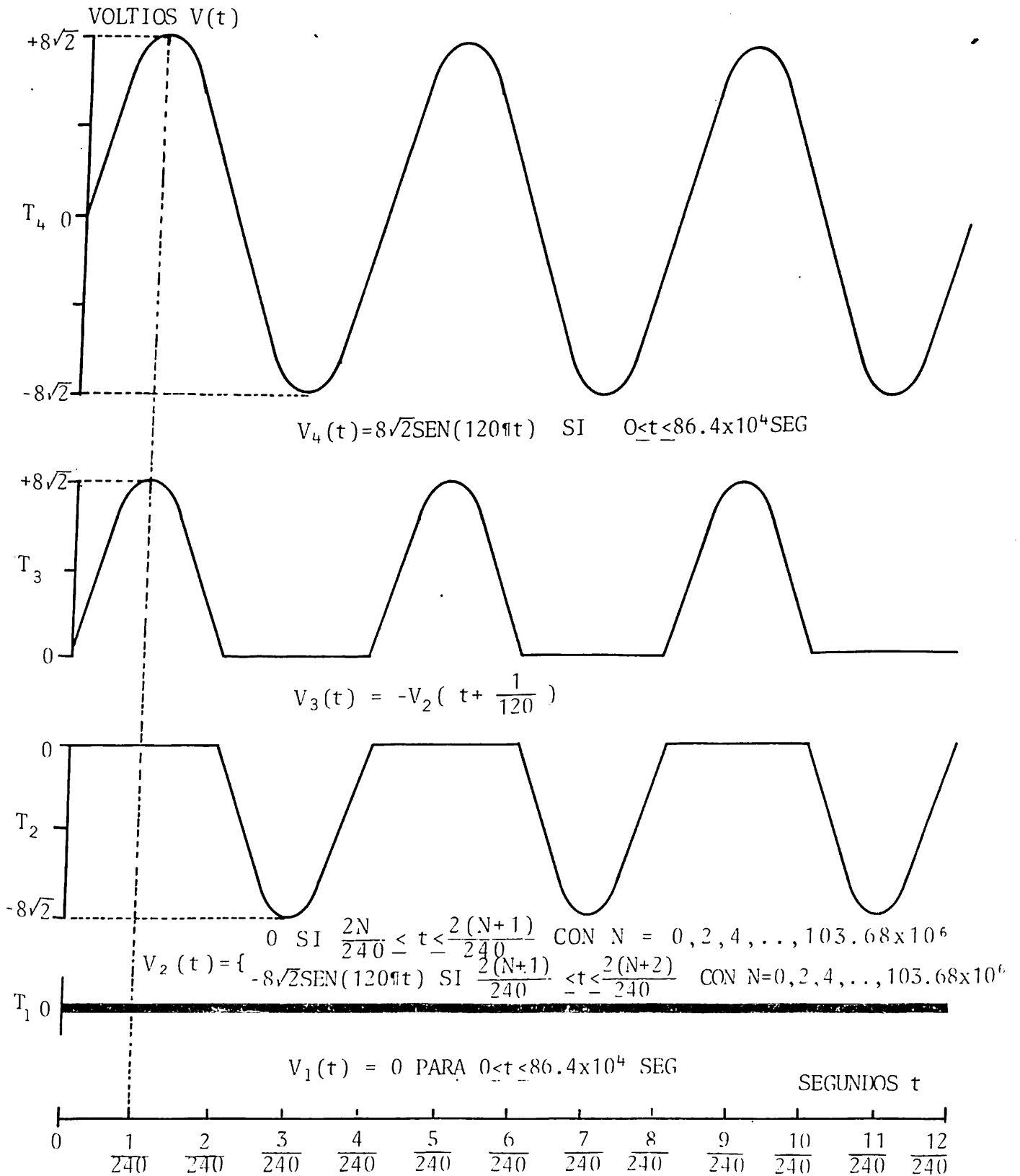


FIG. 5 GRAFICAS Y MODELOS MATEMATICOS QUE DESCRIBEN LOS TRATAMIENTOS ELECTRICOS (T_1 , T_2 , T_3 y T_4) EN VOLTAJE CONTRA TIEMPO

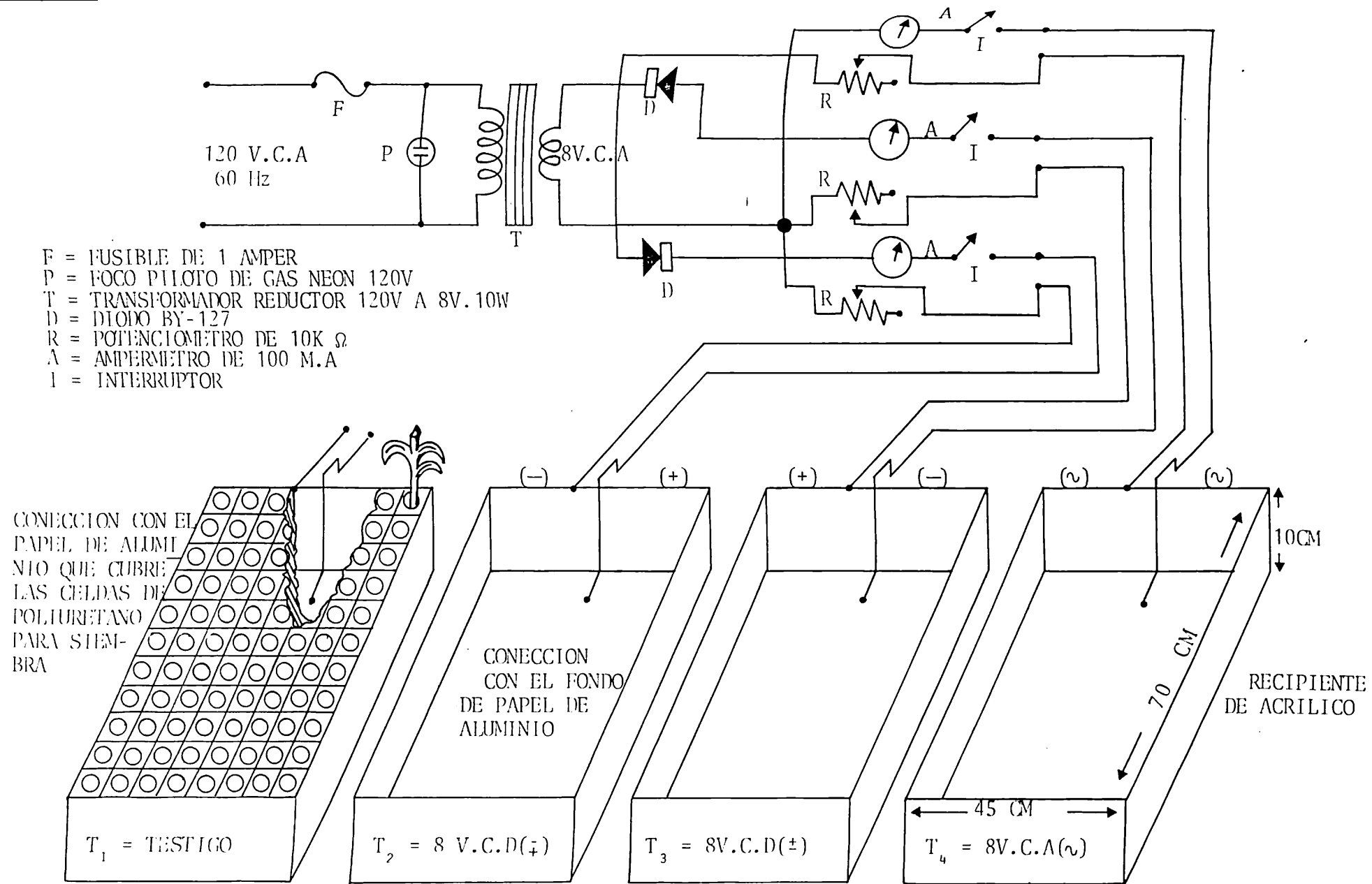


FIG. 4 DIAGRAMA DEL CIRCUITO UTILIZADO EN LOS TRATAMIENTOS ELECTRICOS AL MAIZ

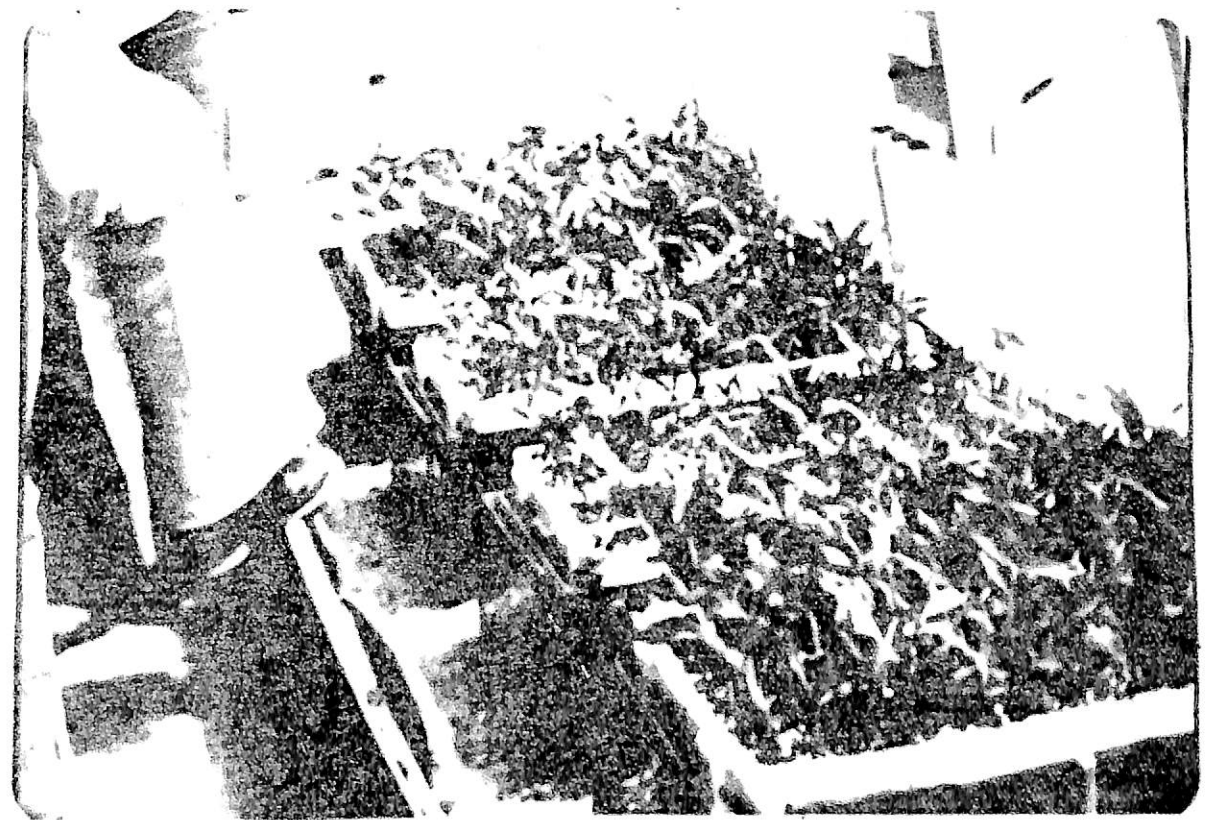
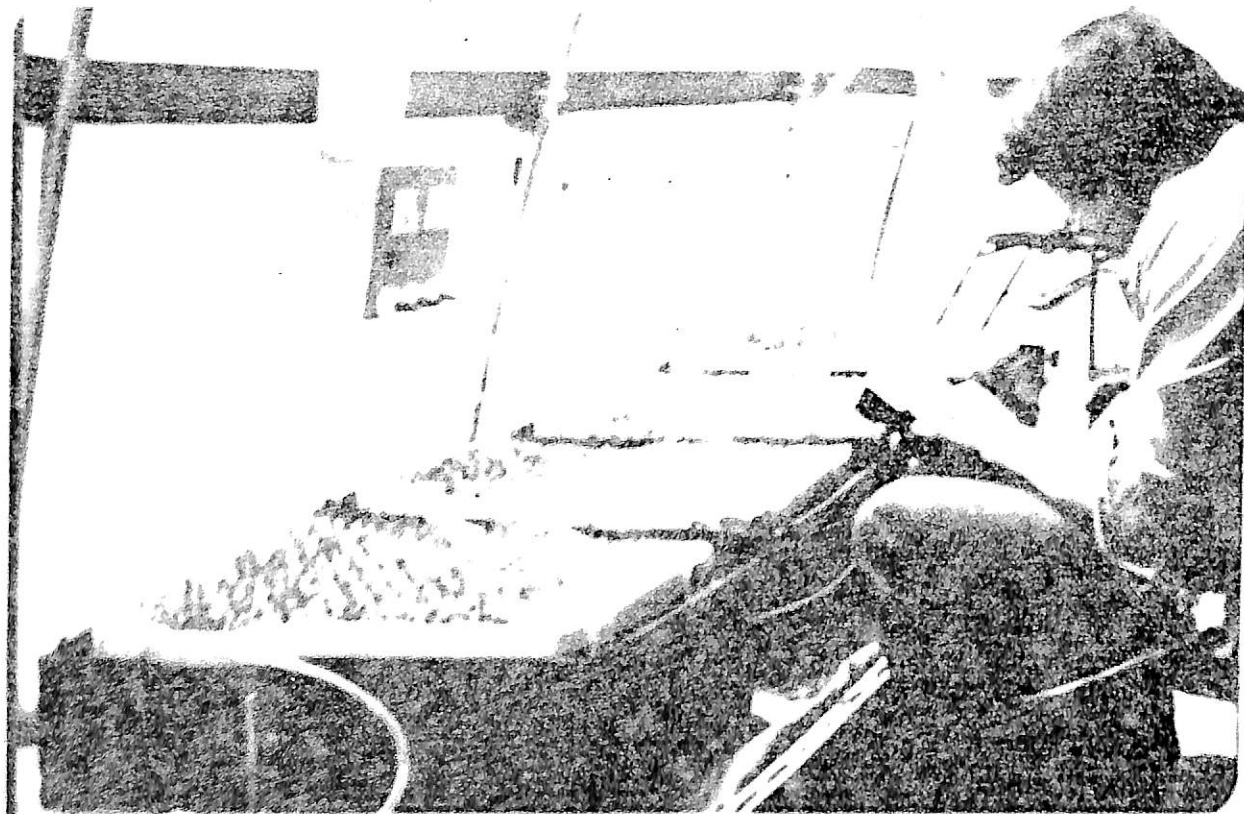
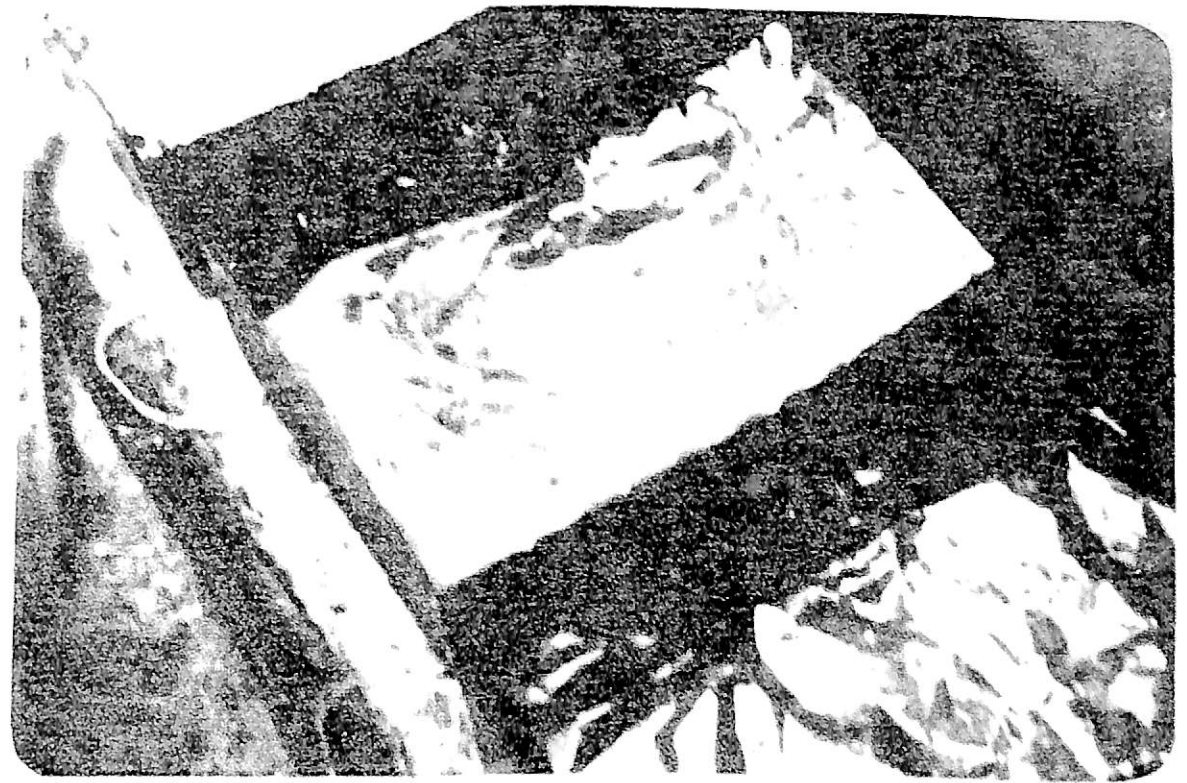
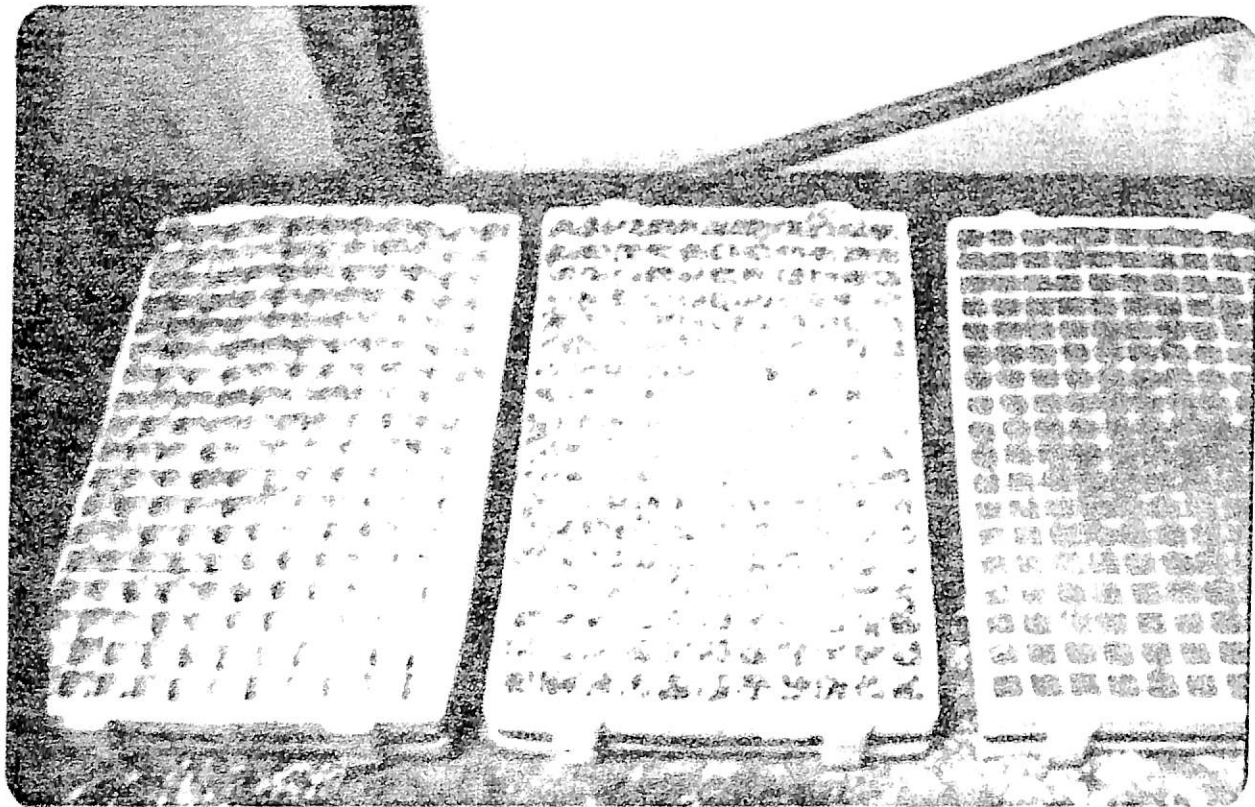


FIG. 3

FOTOGRAFIAS QUE MUESTRAN LAS PARTES DEL MEDIO HIDROPONICO

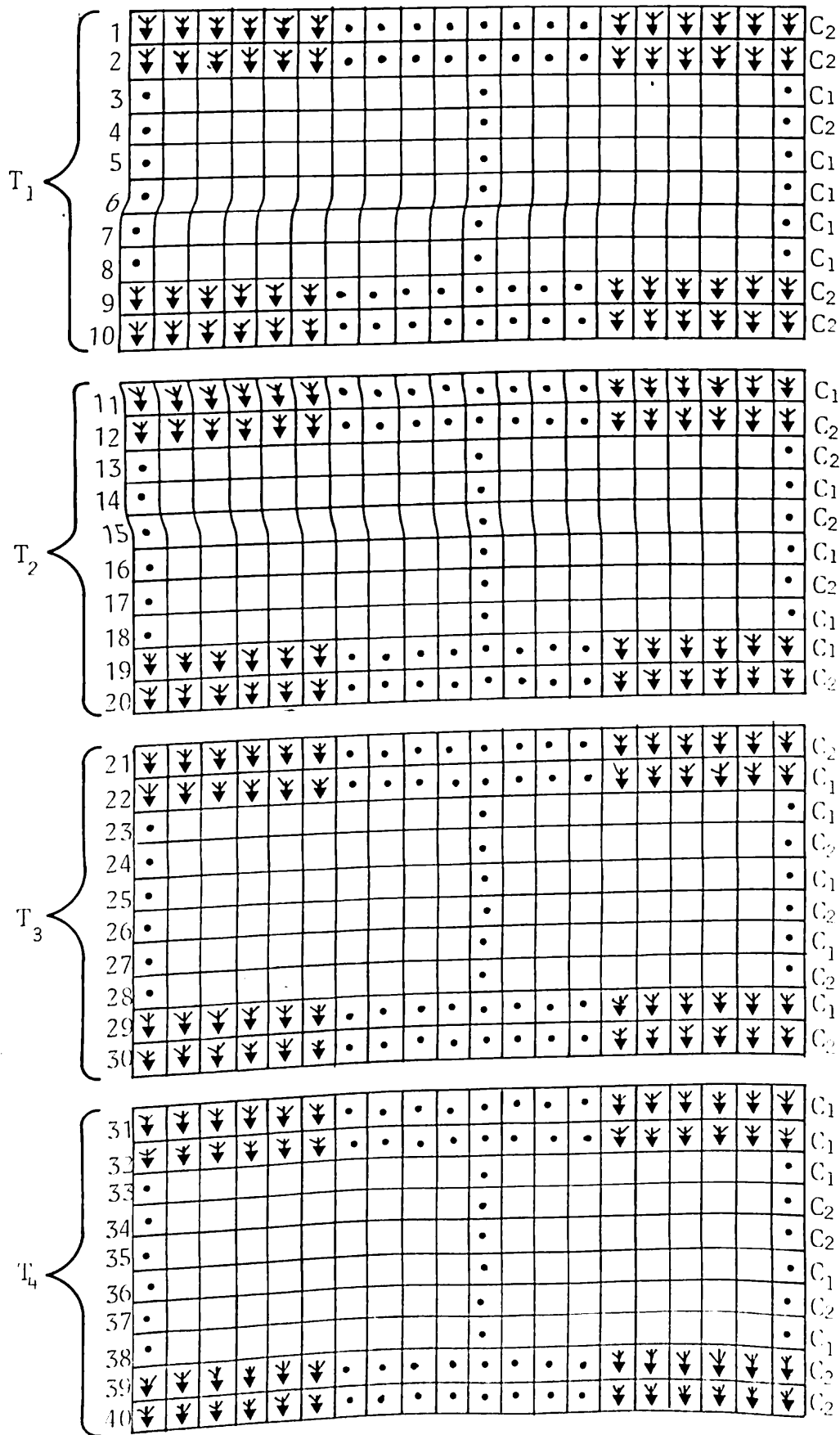


FIG. 9 DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE ALEATORIO, CON CINCO REPETICIONES Y CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS (T₁, T₂, T₃ y T₄), PARA CADA UNA DE LAS CRUZAS SIMPLES DE MAIZ C₁ (HEMBRA DEL TEHUA NO H-6) Y C₂ (HEMBRA DEL AN-560).

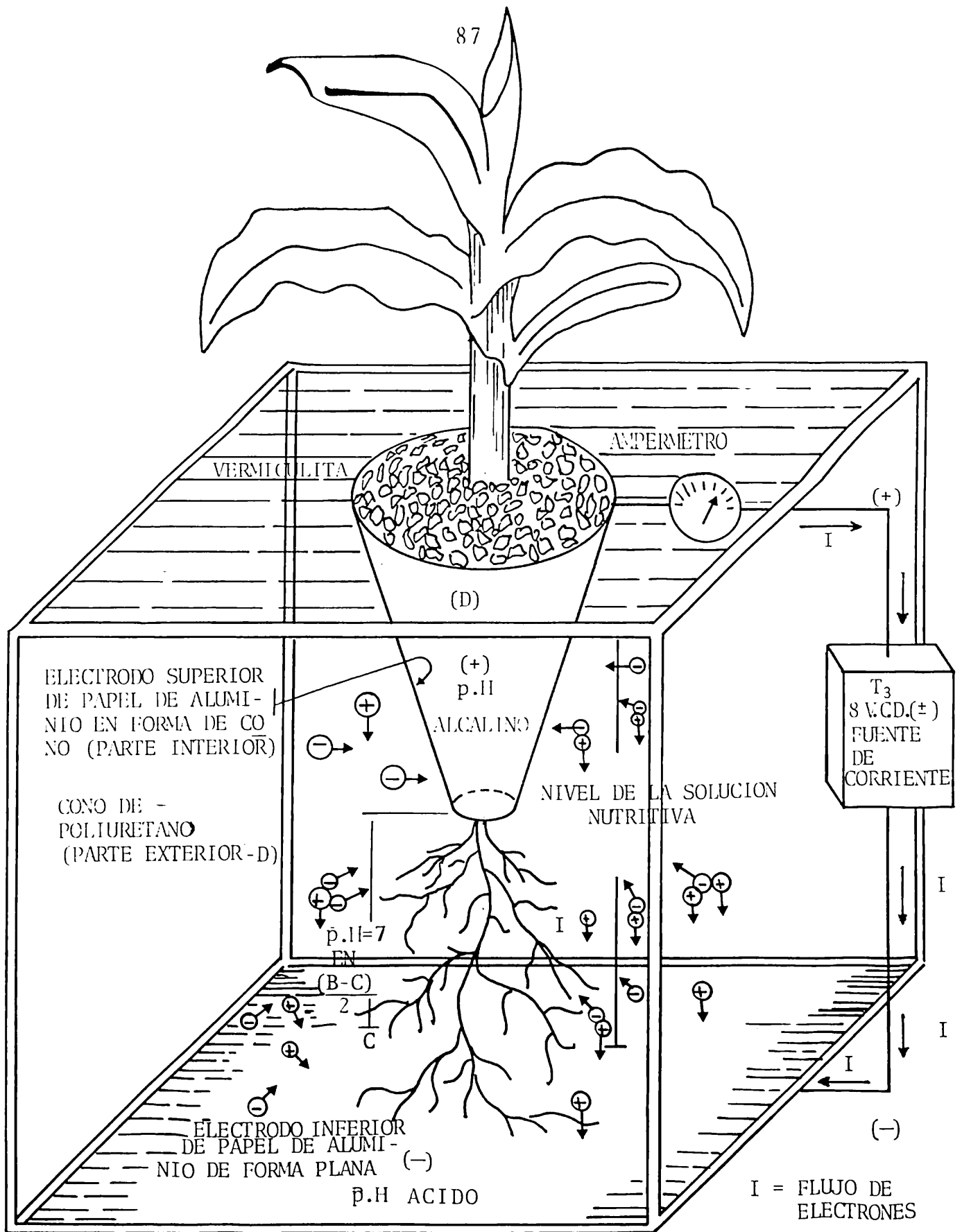
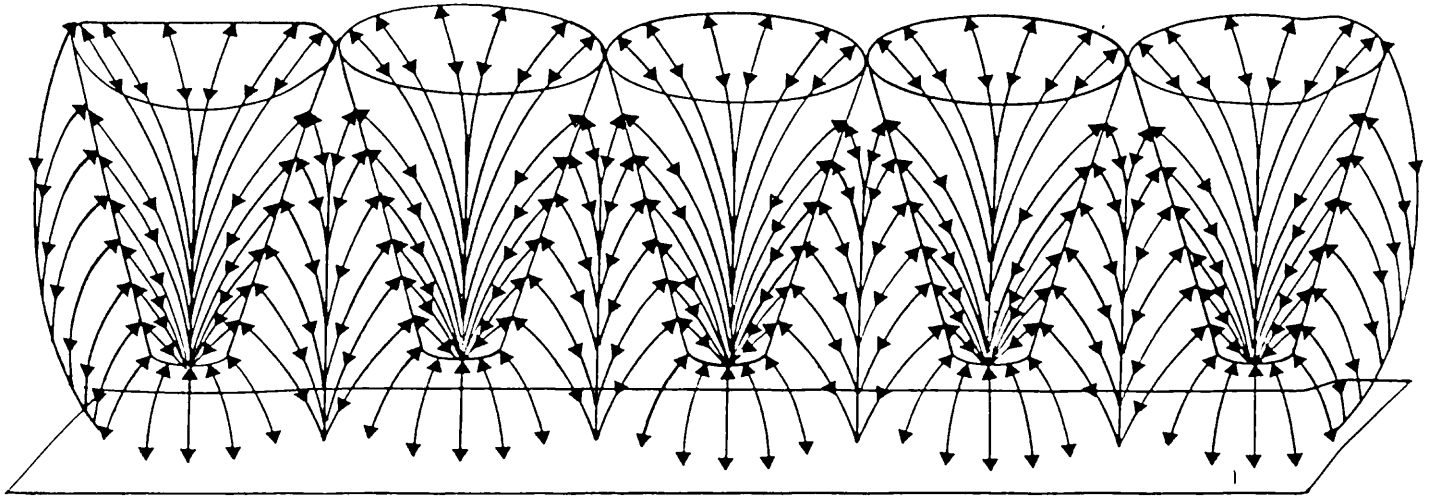
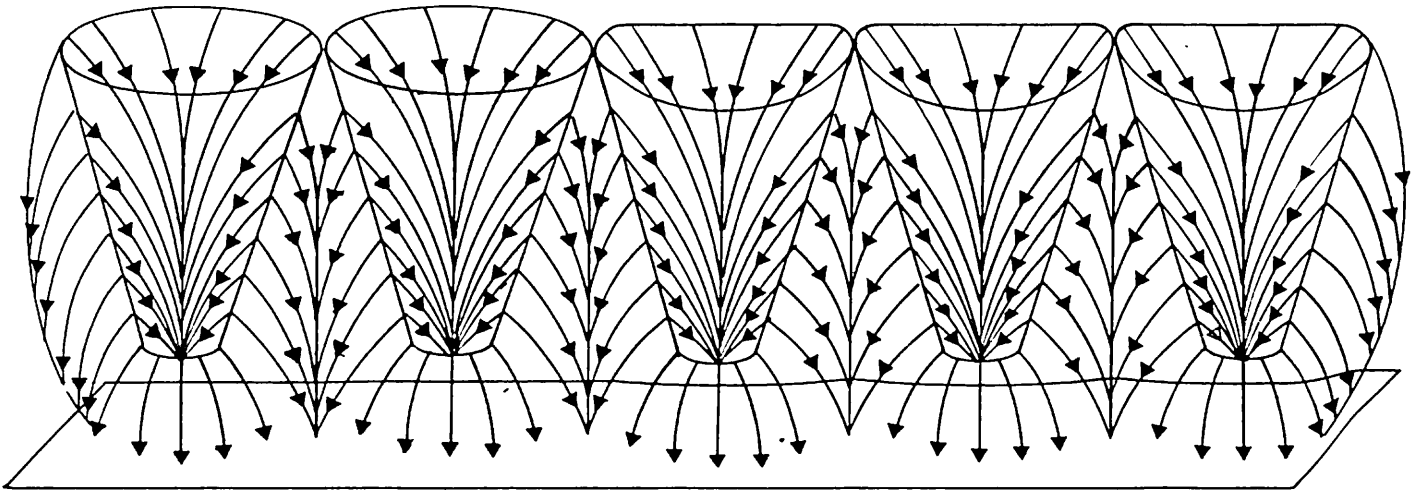


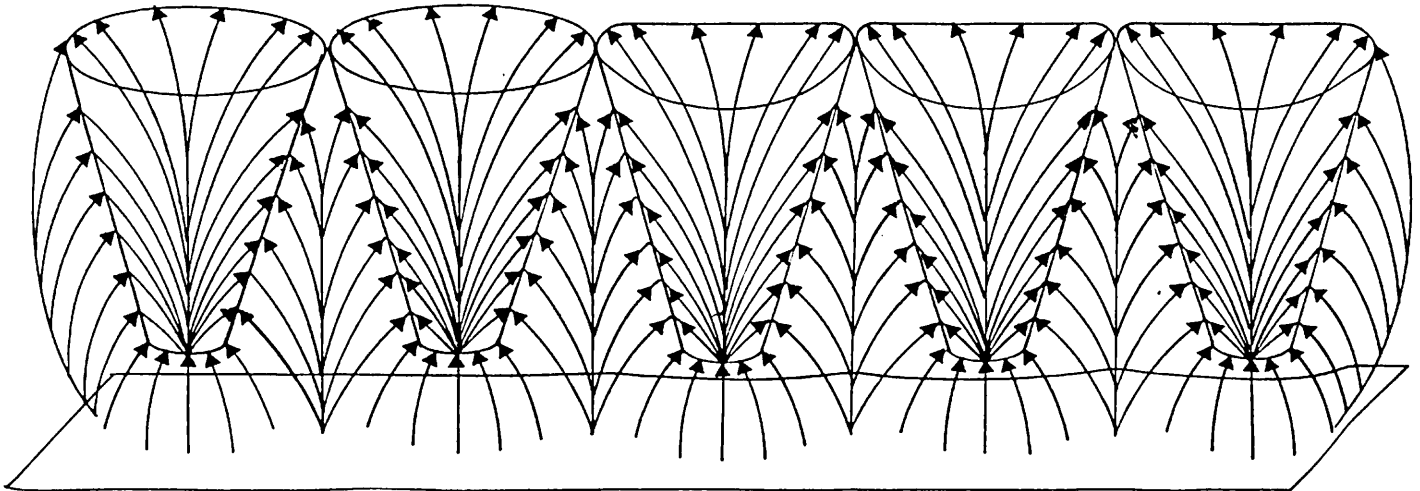
FIG. 6 DISPOSICION ESQUEMATICA DEL TRATAMIENTO T₃ = 8 V.C.D.(±) E ILUSTRACION DEL EFECTO ELECTRICO SOBRE LA DISTRIBUCION DEL POTENCIAL HIDROGENO p.H



$T_4 = 8 \text{ V.C.A. } (\sim)$



$T_3 = 8 \text{ V.C.D. } (\pm)$



$T_2 = 8 \text{ V.C.D. } (\mp)$

FIG. 7 FORMA APROXIMADA DE LAS LINEAS DE CAMPO ELECTRICO, PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS ELECTRICOS T_2 , T_3 y T_4 PARA UN INSTANTE DE TIEMPO

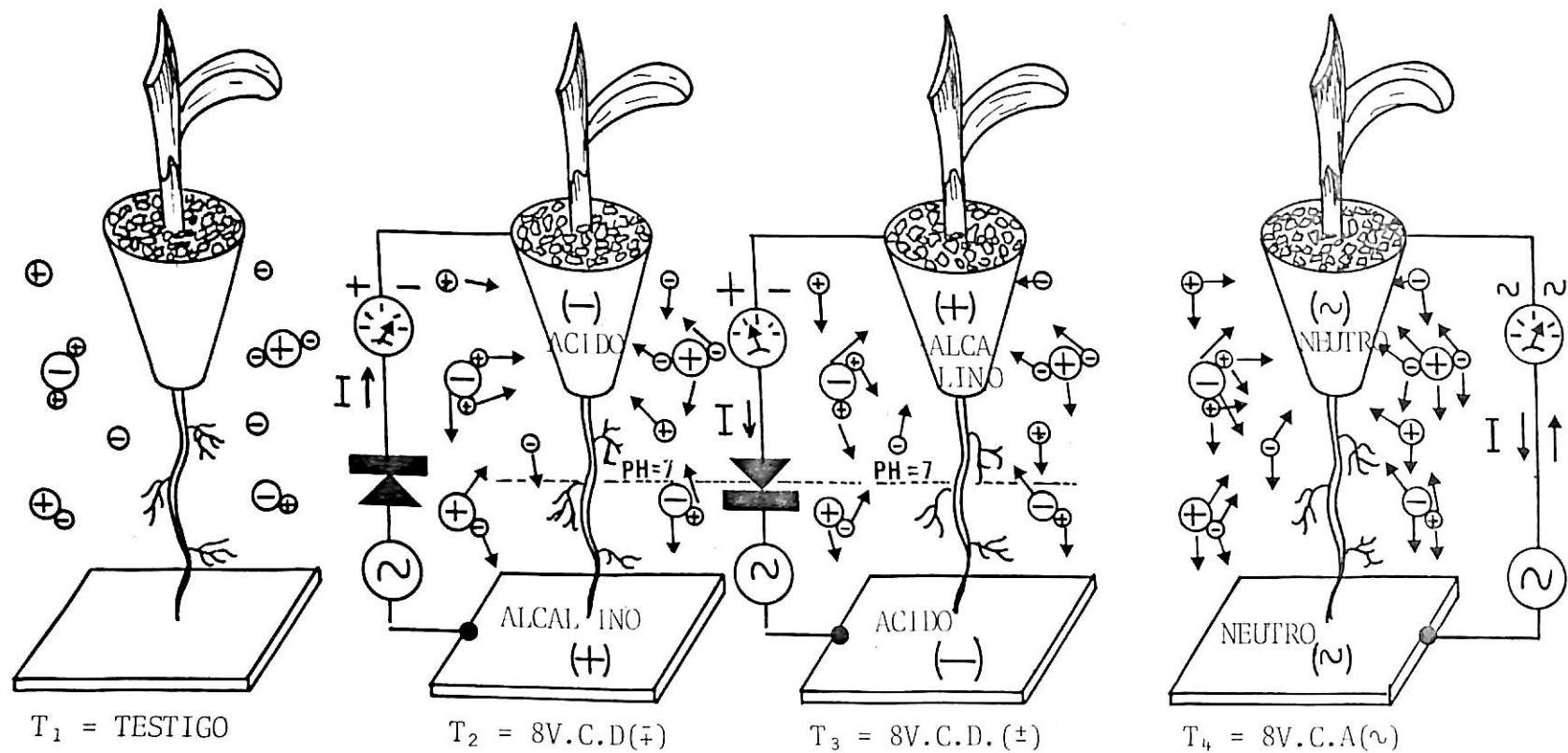


FIG. 8 ACCION DE LAS FUERZAS ELECTRICAS EN CADA UNO DE LOS CUATRO TRATAMIENTOS SOBRE LOS IONES DE LA SOLUCION NUTRITIVA Y EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION DEL POTENCIAL HIDROGENO (pH)

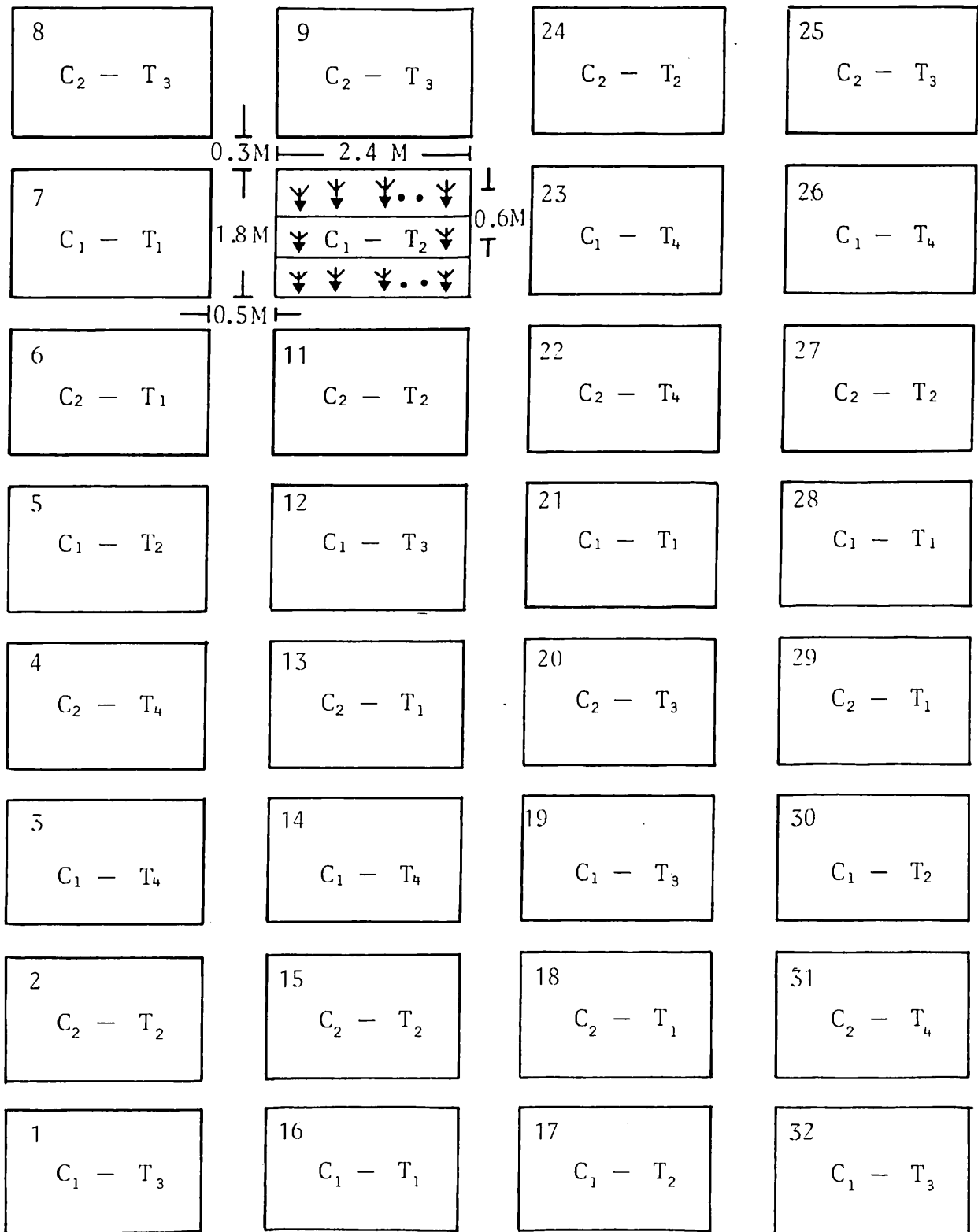


FIG. 10 DISEÑO EXPERIMENTAL EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR DE CUATRO TRATAMIENTOS (T_1, T_2, T_3 y T_4) CON CUATRO REPETICIONES PARA CADA UNA DE LAS CRUZAS SIMPLES DE MAÍZ (C_1 (HIEMBRA DEL TEHUANO H-6) Y C_2 (HIEMBRA DEL AN-360))

C U A D R O 9

ANALISIS QUIMICO DEL ESTADO FINAL DE LA SOLUCION NUTRI
TIVA EN CADA TRATAMIENTO A LOS DIEZ DIAS DE INICIADA
LA APLICACION DE ENERGIA ELECTRICA

VARIABLE QUIMICA	TRATAMIENTOS			
	T ₁ = 0 V	T ₂ = 8V(+)̄	T ₃ = 8V(±)	T ₄ = 8V(∞)
pH	7.0	6.8	8.65	7.3
C.E.MILIMHOS/CM	3300	3200	2800	3300
POTASIO P.P.M	1150	1000	1150	1150
FOSOFORO P.P.M	3.5	2.5	3.3	2.0
Ca ⁺⁺ Meq/LTO	2.0	2.0	2.0	2.0
Mg ⁺⁺ Meq/LTO	6.0	7.0	3.0	4.0
CL ₂ ⁻ Meq/LTO	2.5	5.0	5.0	2.5
SO ₄ ⁻ Meq/LTO	18.12	20.86	15.33	19.62
NITROGENO %	0.04446	0.04144	.04144	0.04466

C U A D R O 10

ANALISIS DEL SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO EN
CUANTO A FERTILIDAD, SALINIDAD Y TEXTURA. DEPTO. SUELOS,
DIVISION DE INGENIERIA U.A.A.'A.N'.

DETERMINACION	CONTENIDO	DICTAMEN
MATERIA ORGANICA %	2.4	MEDIANAMENTE RICO
NITROGENO APROV. Kg/ha	57.6	RICO
FOSFORO APROV. Kg/ha	40.5	MEDIANO
POTASIO INTERCAMBIABLE Kg/ha	900	EXT. RICO
REACCION (pH) 1:2	7.2	MUY LIGERO ALCALINO
CARBONATOS TOTALES %	5.1	BAJO
C.E. (MILIMHOS/CM)	0.22	NO SALINO
ARENA %	56.0	
LIMO %	33.2	MIGAJON ARENOSO
ARCILLA %	10.8	

U.A.A.A.N. - AGROMETEOROLOGIA

CUADRO 11

LUGAR BUENAVISTA

ALT. 1785 m

LAT. N-25°-22'-41"

LONG. W-100°-00'

TEMPERATURAS °C

MES MAYO

AÑO 1978

CLAVE EAP-01

HORA 0800 (Local)

DIAS	TEMPERATURAS °C				PRECIP (mm)	EVAPORACION		H. R. (%)	RADIACION		VIENTO		PRESION (mm Hg)	RESUMEN MENSUAL
	MAX.	MIN.	MED.	OSC.		LECT. (mm)	LAMINA (mm)		(ly)	(hrs)	(vel)	(direcc)		
1	30.1	13.2	21.6	16.9				36	9.13					
2	27.5	14.5	21.0	13.0				42	0.00		S			
3	24.4	12.0	18.2	12.4				56	11.00		WSW			
4	28.7	4.4	16.5	24.3				55	9.42		SW			
5	31.6	5.0	18.3	26.6				52	8.30		SSW			
6	31.5	14.0	22.8	17.5				40	8.28		SSW			
7	33.3	15.0	19.2	18.3				63	9.54					
8	29.0	13.5	21.2	15.5				72	6.55		E			
9	27.6	12.5	20.0	15.1				80	8.40		CALMA			
10	29.7	14.0	21.9	15.7	3.8			76	7.33		ENE			
11	31.4	11.0	22.2	20.4	0.9			50	6.15		VAR			
12	31.8	16.0	23.4	15.8				54	5.17		SW			
13	22.6	11.0	16.8	11.6	2.4			73	3.46		CALMA			
14	27.6	11.0	19.3	16.6				73	7.00					
15	26.8	14.0	20.4	12.8				65	6.16		WSW			
16	29.0	14.0	21.5	15.0				60	8.15		SW			
17	30.0	15.5	22.7	14.5				56	7.20		W			
18	30.5	17.5	24.0	13.0	0.7			56	4.15		S			
19	28.0	14.0	21.0	14.0	1.2			64	5.35		VAR			
20	29.5	12.0	20.8	17.5				71	8.09		VAR			
21	25.1	12.0	18.5	13.1				74	4.03		ESE			
22	28.0	12.0	20.0	16.0				67	2.32		VAR			
23	29.2	11.0	20.1	18.2	2.5			66	5.51		VAR			
24	30.4	13.5	22.0	16.9				64	10.00		S			
25	32.0	13.3	24.6	18.7				60	9.15		SSE			
26	29.5	14.0	21.8	15.5	0.8			75	7.20		SSE			
27	29.0	12.0	20.5	17.0				77	7.03		S			
28	28.5	14.0	21.2	14.5	1.9			72	5.04					
29	24.5	13.0	18.8	11.5	0.2			82	4.17		VAR			
30	27.0	12.0	19.5	15.0				79	9.01		VAR			
31	29.3	13.0	21.2	16.3	1.9			73	5.31		WSW			
SUMA	893.1	3939	641.0	4992	16.3			1983			VAR			
\bar{x}	28.8	12.7	20.7	16.1				64						

RESUMEN MENSUAL

TEMPERATURAS

MAXIMA EN EL MES: 33.3
 MINIMA EN EL MES: 4.4
 MEDIA EN EL MES: 20.7

LLUVIA

MAXIMA EN EL MES: 3.8
 DIA: 10 (DIEZ)
 TOTAL EN EL MES: 16.3

EVAPORACION

MAXIMA EN EL MES: _____
 DIA: _____
 TOTAL EN EL MES: _____

VIENTO DOMINANTE

DIRECCION: _____

ciable. La distancia de separación entre electrodos es --
 (D=10cm) y (k) es la constante electrolítica, constituida-
 por la solución nutritiva y la parte de las raíces que se-
 encuentran entre los electrodos, cuyo valor instantáneo y-

U.A.A.A.N. - AGROMETEOROLOGIA

CUADRO 12

LUGAR BUENAVISTA

ALT. 1785 m

LAT. N-25°22'41"

LONG. W-100°00'

TEMPERATURAS °C

MES JUNIO

AÑO 1978

CLAVE EAP-01

HORA 0800 (Local)

DIAS	MAX.	MIN.	MED.	OSC.	PRECIP (mm)	EVAPORACION		H. R. (%)	RAIACION		VIENTO		PRESION (mm Hg)
						LECT. (mm)	LAMINA (mm)		(ly)	(hrs)	(vel)	(direcc)	
1	28	15	21.5	13	1.4			69	11:22		VAR		
2	30	15	22.5	15				73	9:11		VAR		
3	30	15	22.5	15				78	4:31		ESE		
4	26	14	20.0	12	5.5			76	10:10		ESE		
5	29	12	20.5	17				75	7:27		VAR		
6	26	17	21.5	9	7.8			79	3:43		VAR		
7	25	16	20.5	9	9.5			80	8:38		CALMA		
8	27	13	20.0	14				68	11:30		CALMA		
9	27	13	20.0	14				66	11:45		CALMA		
10	27	13	20.0	14				71	9:16		W		
11	30	16	23.0	14				61	10:25				
12	28	14	21.0	14				63	8:01		WSW		
13	27	15	21.0	12				79	8:19		CALMA		
14	28	15	21.5	13				71	10:04		WSW		
15	28	15	21.5	13				66	11:50		VAR		
16	29	15	22.0	14				61	11:28		VAR		
17	28	16	22.0	12				57	11:40		VAR		
18	26	15	20.5	11				70	5:52		SW		
19	27	13	20.0	14				72	9:33		VAR		
20	28	15	21.5	13	6.4			64	11:47		WSW		
21	27	15	21.0	12				75	11:48		WSW		
22	28	16	22.0	12				74	9:15		VAR		
23	30	15	22.5	15				67	11:33		SSE		
24	31	19	25.0	12				65	6:58		SSE		
25	32	18	25.0	14	2.6			58	7:49		S		
26	31	18	24.5	13				57	6:09		S		
27	29	19	24.0	10				64	6:23		S		
28	27	18	22.5	9	0.3			65	7:46		S		
29	28	17	22.5	11	1.1			67	7:40		SW		
30	28	16	22.0	12	1.3			65	7:31		VAR		
31									263.22				
SUMA	845	463	654	383	36.4			2056			VAR		
\bar{x}	28.2	15.4	21.8	12.8				69					

RESUMEN MENSUAL

TEMPERATURAS

MAXIMA EN EL MES: 32°
 MINIMA EN EL MES: 12°
 MEDIA EN EL MES: 21.8

LLUVIA

MAXIMA EN EL MES: 9.5
 DIA: 6
 TOTAL EN EL MES: 34.7

EVAPORACION

MAXIMA EN EL MES: _____
 DIA: _____
 TOTAL EN EL MES: _____

VIENTO DOMINANTE

DIRECCION: _____

93

ciable. La distancia de separación entre electrodos es --
 (D=10cm) y (k) es la constante electrolítica, constituida-
 por la solución nutritiva y la parte de las raíces que se-
 encuentran entre los electrodos, cuyo valor instántaneo y-

U.A.A.A.N. - AGROMETEOROLOGIA

CUADRO 13

LUGAR BUENAVISTA

ALT. 1785 m

LAT. N 25°22'4"

LONG. W 100°00'

TEMPERATURAS °C

MES JULIO

AÑO 1978

CLAVE EAP-01

HORA 0800 (Local)

DIAS	TEMPERATURAS °C				PRECIP (mm)	EVAPORACION		H. R. (%)	RADIACION		VIENTO		PRESION (mm Hg)	RESUMEN MENSUAL
	MAX.	MIN.	MED.	OSC.		LECT. (mm)	LAMINA (mm)		(ly)	(hrs)	(vel)	(direcc)		
1	29	15	22	14				66				WSW		
2	29	16	22.5	13				66				SW		
3	29	17	23	12				65				WSW		
4	30	18	24	12	1.8			60				WSW		
5	30	19	24.3	11	8.0			66				S		
6	29	18	23.5	11	4.2			66				S		
7	31	18	24.5	13	1.0			64				SSE		
8	31	16	23.5	15				60				ESE		
9	30	13	21.5	17				57						
10	29	17	23	12				57				WSW		
11	29	17	23	12				72				WSW		
12	28	16	22	12	43.3			64				WSW		
13	29	17	23	12				61				WSW		
14	28	18	23	10				62						
15	28	16	22	12	7.4			67				WSW		
16	29	14	21.5	15	7.4			63				SW		
17	29	16	22.5	13				67				SW		
18	28	16	22	12				69				WSW		
19	28	17	22.5	11				73				S		
20	28	18	23	10	55.5			67				WSW		
21	27	16	21.5	11				66				SW		
22	28	15	21.5	13				64				SSW		
23	25	15	20	10				80						
24	22	14	18	8				86				ENE		
25	23	14	18.5	9	4.5			83				SW		
26	28	15	21.5	13				73				SSW		
27	28	15	21.5	13				73				SSW		
28	28	14	21	12	4.5			91						
29	24	14	19	10	25.9			76				SSW		
30	23	15	19	10	0.9			84				SW		
31	23	15	19	10	5.4			87				ENE		
SUMA	860	494	677	368	162.4			2155				WSW		
\bar{x}	27.7	15.9	21.8	11.8				70						

RESUMEN MENSUAL

TEMPERATURAS

MAXIMA EN EL MES: 31°

MINIMA EN EL MES: 13°

MEDIA EN EL MES: 21.8

LLUVIA

MAXIMA EN EL MES: 55.5

DIA: 20

TOTAL EN EL MES: 162.4

EVAPORACION

MAXIMA EN EL MES: _____

DIA: _____

TOTAL EN EL MES: _____

VIENTO DOMINANTE

DIRECCION: _____

ciable. La distancia de separación entre electrodos es --
(D=10cm) y (k) es la constante electrolítica, constituida por la solución nutritiva y la parte de las raíces que se encuentran entre los electrodos, cuyo valor instantaneo y-

U.A.A.A.N. - AGROMETEOROLOGIA

CUADRO 14

LUGAR BUENAVISTA

ALT. 1785 m

LAT. N 25°22' 41"

LONG. W 100°00'

TEMPERATURAS °C

MES AGOSTO

AÑO 1978

CLAVE EAP-01

HORA 0800 (Local)

DIAS	MAX.	MIN.	MED.	OSC.	PRECIP (mm)	EVAPORACION		H. R. (%)	RADIACION		VIENTO		PRESION (mm Hg)
						LECT. (mm)	LAMINA (mm)		(ly)	(hrs)	(vel)	(direcc)	
1	23	13	18.5	10	0.8			86				CALMA	
2	25	16	20.5	9	1.6			82				S	
3	26	16	21	10	11.5			74				SSW	
4	26	14	20	12				67				W	
5	26	13	19.5	13				65				SW	
6	24	13	18.5	11				76				NE	
7	24	12	18	12	7.8			76				ESE	
8	24	12	18	12				84				CALMA	
9	25	13	19	12	0.6			76				SW	
10	26	14	20	12				76				SW	
11	27	16	21.5	11	0.8			76				VAR	
12	27	16	21.5	11	INAP			78				WSW	
13	27	18	22.5	9				65				SW	
14	27	15	21	12				74				SSW	
15	26	14	20	12	9.8			71				VAR	
16	29	14	21.5	15				68				SW	
17	29	15	22	14				64				WSW	
18	25	15	20	10	9.0			59				SW	
19	29	15	22	14				67				SW	
20	25	15	20	10				79				N	
21	25	13	19	12	16.5			88				CALMA	
22	24	13	18.5	11	2.7			83				SSW	
23	27	15	21	12	12.0			69				SW	
24	25	18	21.5	7				79				ESE	
25	27	14	20.5	13	4.0			77				SW	
26	27	15	21	12	INAP			74				SW	
27	26	15	20.5	11	16.70			79				SW	
28	27	15	21	12	7.5			73				SSW	
29	28	15	21.5	12				88				SE	
30	19	14	16.5	5	INAP			93				NE	
31	21	14	17.5	7	9.9			89				NE	
SUMA	796	450	623	346	94.5			2360				CALMA	
\bar{x}	25.7	14.5	20.1	11.2				76				SW	

RESUMEN MENSUAL

TEMPERATURAS

MAXIMA EN EL MES: 29°C
 MINIMA EN EL MES: 12°C
 MEDIA EN EL MES: 20.1

LLUVIA

MAXIMA EN EL MES: 16.5 mm
 DIA: 20
 TOTAL EN EL MES: _____

EVAPORACION

MAXIMA EN EL MES: 16.70 mm
 DIA: 27
 TOTAL EN EL MES: 189.77 mm

VIENTO DOMINANTE

DIRECCION: _____

ciable. La distancia de separación entre electrodos es --
 (D=10cm) y (k) es la constante electrolítica, constituida-
 por la solución nutritiva y la parte de las raíces que se-
 encuentran entre los electrodos, cuyo valor instantáneo y-

V RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Cinética y Dinámica Eléctrica en la Solución Nutritiva del medio Hidropónico para los Tratamientos T₂, T₃ y T₄. Conjugando la Teoría con el Experimento.

5.1.1 Consideraciones básicas del Sistema Hidropónico de tipo Teórico y Experimental.

Considerando el sistema hidropónico eléctrico como un circuito resistivo capacitivo (R-C) en serie. Formado por los dos electrodos de Aluminio, como placas planas paralelas de un condensador electrolítico de capacidad (C), la solución nutritiva y las raíces, forman el electrólito de resistencia (R) y "Constante" electrolítica (k). Los tratamientos serán las fuentes de voltaje variable en el tiempo que alimentarán el circuito (R-C), ver (FIGS. 4,5,6 y 7).

La capacidad del condensador estará dada de forma -- aproximada por:

$$C = k A/D \quad (1.1)$$

Donde: (A) es el área de cada uno de los electrodos superior e inferior ($A=70 \times 45 \text{cm}^2$), considerandola igual para ambos electrodos por razones de simplicidad en los cálculos, ya que el error introducido es para fines prácticos despreciable. La distancia de separación entre electrodos es -- ($D=10 \text{cm}$) y (k) es la constante electrolítica, constituida por la solución nutritiva y la parte de las raíces que se encuentran entre los electrodos, cuyo valor instantáneo y --

medio se determina teórica y experimentalmente a través de:

$$k = (-DtI_m) / (AVeLn(I/I_m)) \quad (1.2)$$

(Ve) es el voltaje eficaz de la fuente en cada tratamiento, la forma de calcular (Ve) se explica más adelante ver ecuación (2.4), (I_m) es la intensidad de corriente eléctrica - máxima que pasa por la solución, que generalmente ocurre - en el instante de aplicar la energía eléctrica. El tiempo es (t) y (I) es la intensidad de corriente en función del tiempo, ver (Cuadro 18).

La capacidad eléctrica del medio hidropónico es posible calcularla también por medio de la siguiente ecuación:

$$C = -tI_m / (VeLn(I/I_m)) \quad (1.3)$$

Y la carga (q) acumulada en la solución en forma de iones o electrones esta dada por:

$$q = -tI_m / Ln(I/I_m) \quad (1.4)$$

Luego tomando en cuenta las características de los electrólitos tenemos que la intensidad de corriente (I) resulta ser:

$$I = I_+ + I_- \quad (1.5)$$

Donde (I₊) e (I₋) son la cantidad de iones positivos y negativos que fluyen a través de la solución por unidad de tiempo respectivamente. La capacidad eléctrica exclusiva de la solución nutritiva es (C₁) y la de la raíz es (C₂), actuando ambas en paralelo, entonces la capacidad total (C) es:

$$C = C_1 + C_2 \quad (1.6)$$

En movimiento estacionario los iones adquieren una

velocidad (v), tal que la fuerza de fricción (F_f) es igual a la fuerza provocada por el campo eléctrico (F_e) o sea:

$$F_f - F_e = 0 \quad (1.7)$$

Donde: $F_f = fV \quad (1.8)$

y $F_e = qi(Ve/r) \quad (1.9)$

(f) es el coeficiente de fricción, (qi) es la carga eléctrica del ion y (r) es la distancia del ion a uno de los electrodos. Entonces despejando (v) de la ecuación (1.7)-

se tiene: $v = (qi/f)(Ve/r) \quad (1.10)$

Donde: $\mu = (qi/f) \quad (1.11)$

Se le denomina movilidad iónica.

La conductividad del electrólito se calcula por:

$$\lambda = nq\theta(u_+ + u_-) \quad (1.12)$$

Donde: (n) es el número de moléculas de nutrientes en forma de soluto, q es la carga eléctrica molecular y $\theta = n'/n$ es el coeficiente de disociación iónica y (n') es el número de moléculas disociadas en un centímetro cúbico, (u_+) y (u_-) las movilidades de los iones positivos y los negativos respectivamente.

Podemos expresar (λ) de manera más conveniente haciendo:

$$nq = bF \quad (1.14)$$

Donde ($F = 96494$ Culomb/Equivalente Gramo) es el número de Faraday y (b), es la concentración equivalente de la solución, es decir, el número de equivalentes gramo de nutrientes de soluto en un cm^3 de solución, entonces se sigue que:

$$\lambda = bF\theta(u_+ + u_-) \quad (1.15)$$

La conductividad eléctrica (C_e) del sistema hidropó-

nico se puede calcular a través de:

$$c_e = 1/\bar{R}D \quad (1.16)$$

Donde: $\bar{R} = \bar{R}_1\bar{R}_2/(\bar{R}_1+\bar{R}_2)$ es la resistencia media del sistema, (\bar{R}_1) es la resistencia media exclusiva de la solución y (\bar{R}_2) es la resistencia media de las raíces que se encuentran entre los electrodos. Se puede calcular el potencial hidrógeno (pH) de la solución en las proximidades de los electrodos utilizando la definición:

$$pH = \log(1/d) \quad (1.17)$$

Donde: (d) es la densidad iónica volumétrica y resulta ser

$$d = q/(AL) \quad (1.18)$$

Siendo (q) la carga que fluye hacia el electrodo donde se desea medir el (pH) y (L) es la distancia próxima al electrodo. Luego resulta que:

$$pH = \log(AL/q) \quad (1.19)$$

Pero sabemos que $C = q/Ve$ y $C = kA/D$ entonces:

$$pH = \log(L^2/(kVe)) \quad (\text{Ver Cuadro 19}) \quad (1.20)$$

5.1.2 Solución de la Ecuación diferencial asociada al tratamiento (T_4).

En el tratamiento (T_4), ver (FIGS. 4,5,11,12,13 y 14) y el (Cuadro 18). Para fines de cálculo considerese solamente un ciclo, entonces $V_4(t)$ se puede expresar como:

$$V_4(t) = V_m \text{Sen}(Wt + \phi) \quad \text{si } \pi < Wt < 2\pi \quad (2.1)$$

Donde: (ϕ) es un ángulo que se introduce para fines de generalización, dado que en ($t = 0$) en la práctica no necesariamente $V_4(0) = 0$, $W = 2\pi f$ es la frecuencia angular y $f = 60$ ciclos/seg, $V_m = 8\sqrt{2}$ volt es el voltaje de pico y

(t) es el tiempo que en el experimento toma valores en el intervalo $0 \leq t \leq 86.4 \times 10^4$ segundos.

Por definición el valor medio de una función periódica $F(t)$ con período (T) es:

$$\bar{F} = \frac{1}{T} \int_0^T F(t) dt \quad (2.2)$$

Luego aplicando (2.2) a la $V_4(t)$ dado por (2.1) haciendo ($\emptyset = 0$) tenemos:

$$\bar{V}_4 = (1/2\pi) \int_0^T V_m \text{Sen}(Wt) d(Wt) = (1/2\pi) V_m (-\text{Cos} Wt) \Big|_0^{2\pi} = 0 \quad (2.3)$$

Por definición también tenemos que el valor efectivo o eficaz de una función periódica $F(t)$ con período (T) esta dada por:

$$F_e = \left\{ (1/T) \int_0^T F^2(t) dt \right\}^{1/2} \quad (2.4)$$

Aplicando (2.4) a $V_4(t)$ con ($\emptyset = 0$) se tiene:

$$V_e = \left\{ (1/2\pi) \int_0^{2\pi} V_m^2 \text{Sen}^2 Wt d(Wt) \right\}^{1/2} = V_m / \sqrt{2} = 8 \text{ Volt} \quad (2.5)$$

Para integrar (1.25) se utilizó la identidad:

$$\text{Sen}^2 X = 1/2 - 1/2 \text{Cos} X \quad (2.6)$$

Si consideramos los valores medios de (R) y (C) en el intervalo de tiempo $0 \leq t \leq 86.4 \times 10^4$ seg y aplicamos la segunda Ley de Kirchhoff al circuito resistivo capacitivo serie (R-C) formado por el tratamiento (T_4), ver (FIG. 4,5,11,12,13 y 14) y el (Cuadro 18) y utilizando $V_4(t)$ dado por la ecuación (1.21) se tiene:

$$RI + (1/\bar{C}) \int_0^t I dt = V_m \text{Sen}(Wt + \emptyset) \quad (2.7)$$

Derivando la ecuación diferencial (2.7) con respecto a (t) y dividiendo por (\bar{R}) resulta:

$$dI/dt + (1/\bar{C})I = (WV_m/\bar{R}) \text{Cos}(Wt + \emptyset) \quad (2.8)$$

Haciendo cero la parte derecha de la ecuación (2.8) para encontrar la solución complementaria u homogénea:

$$dI/dt + (1/\bar{C})I = 0 \quad (2.9)$$

La ecuación (2.9) es de variable separable y tiene como solución a:

$$I_c = A_1 e^{-t/\bar{R}\bar{C}} \quad (2.10)$$

Y la solución particular se obtiene por integración o por coeficientes indeterminados y resulta ser:

$$I_p = (V_m/(\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2}) \text{Sen}(Wt + \phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C}\bar{R})) \quad (2.11)$$

Aplicando el principio de superposición, dado que es una ecuación lineal, la solución completa estará dada por:

$$I = I_c + I_p \quad (2.12)$$

Para determinar A_1 se hace $t = 0$ en la ecuación diferencial (2.7) y obtenemos:

$$I(0) = (V_m/\bar{R}) \text{Sen } \phi \quad (2.13)$$

Haciendo $(t = 0)$ en (2.12) y substituyendo (2.13) se obtiene que:

$$A_1 = (V_m/\bar{R}) \text{Sen } \phi - (V_m/(\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2}) \text{Sen}(\phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C}\bar{R})) \quad (2.14)$$

Substituyendo el valor de A_1 en la ecuación (2.12) se tiene:

$$I = e^{-t/\bar{R}\bar{C}} V_m \{ (1/\bar{R}) \text{Sen } \phi - (1/(\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2}) \text{Sen}(\phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C}\bar{R})) \} \\ + (V_m/(\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2}) \text{Sen}(Wt + \phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C}\bar{R})) \quad (2.15)$$

Para valores de (t) en $0 < Wt < 2\pi$

La primera parte de la ecuación (2.15) es la respuesta transitoria, con factor de decrecimiento $e^{-t/\bar{R}\bar{C}}$ el cual toma el valor de 0.006738 cuando $t = 5 \bar{R}\bar{C}$ seg, es decir decrece un 99.3 por ciento esa parte de la corriente eléctrica. La segunda parte de la ecuación (2.15) es la

respuesta en régimen permanente, que va en adelanto de fase un ángulo dado por:

$$\theta = \text{ArcTg}(1/W\bar{C}R) \quad (2.16)$$

con respecto al voltaje aplicado $V_4(t)$.

$$Y \quad Z = (R^2 + (1/W\bar{C})^2)^{1/2} \quad (2.17)$$

es la impedancia del medio hidropónico formada por la resistencia (R) y la reactancia capacitiva:

$$X_C = 1/W\bar{C} \quad (2.18)$$

5.1.3 Solución de la Ecuación Diferencial Asociada al Tratamiento (T_3).

En el tratamiento (T_3), ver (FIGS. 4,5,11,12,13 y 14) y el (Cuadro 18). Para fines de cálculo considerese solamente un ciclo, entonces $V_3(t)$ se puede expresar como:

$$\begin{aligned} V_3(t) &= V_m \text{Sen}(Wt + \phi) \quad \text{si } 0 < Wt < \pi \\ V_3(t) &= 0 \quad \text{si } \pi < Wt < 2\pi \end{aligned} \quad (3.1)$$

Utilizando las mismas consideraciones que en el inciso --- (5.1.2) y las definiciones (2.2) y (2.4)

$$\bar{V}_3 = (1/2\pi) \int_0^\pi V_m \text{Sen}Wt d(Wt) + (1/2\pi) \int_\pi^{2\pi} 0 d(Wt) = 0.318 V_m \quad (3.2)$$

$$\bar{V}_{3e} = \{(1/2\pi) \int_0^\pi (V_m \text{Sen}Wt)^2 d(Wt) + \int_\pi^{2\pi} (0)^2 d(Wt)\}^{1/2} = V_m/2 \quad (3.3)$$

Aplicando ahora la segunda Ley de Kirchhoff al circuito resistivo capacitivo (R-C) serie formado por el tratamiento (T_3), utilizando $V_3(t)$ dado por la ecuación (3.1) se tiene:

$$\bar{R}I + (1/\bar{C}) \int_0^t I dt = V_m \text{Sen}(Wt + \phi) \quad \text{si } 0 < Wt < \pi \quad (3.4)$$

$$\bar{R}I + (1/C) \int_0^t I dt = 0 \quad \text{si } \pi < Wt < 2\pi \quad (3.5)$$

La ecuación (3.4) tiene la misma solución que la ecuación -

(2.7) dado por la ecuación (2.15) luego:

$$I = e^{-t/\bar{R}\bar{C}} V_m \left\{ (1/\bar{R}) \text{Sen}\phi - (1/\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2} \text{Sen}(\phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C})) \right\} \\ + (V_m / (\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2}) \text{Sen}(Wt + \phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C})) \text{ si } 0 < Wt < \pi \quad (3.6)$$

Y la solución de la ecuación (3.5) es la misma que para la ecuación (2.9) entonces:

$$I = A_2 e^{-t/\bar{R}\bar{C}} \quad \text{si } \pi < Wt < 2\pi \quad (3.7)$$

5.1.4 Solución de la Ecuación Diferencial Asociada al Tratamiento (T₂).

En el tratamiento (T₂) hacemos las mismas consideraciones que en los tratamientos (T₄) y (T₃). Luego se sigue que V₂(t) se puede expresar como:

$$V_2(t) = -V_m \text{Sen}(Wt + \phi) \text{ si } 0 < W(t-1/120) < \pi$$

$$V_2(t) = 0 \quad \text{si } \pi < W(t-1/120) < 2\pi$$

Utilizando las mismas consideraciones que en el inciso --- (5.1.2), las definiciones (2.2) y (2.4) y los resultados obtenidos en (3.2) y (3.3) se tiene:

$$V_2 = -0.318 V_m \quad (4.2)$$

$$V_{2e} = -V_m/2 \quad (4.3)$$

Se observa que al aplicar la segunda Ley de Kirchhoff al circuito (R-C) del tratamiento (T₂), se obtienen las mismas ecuaciones que para (T₃), dadas por (3.4) y (3.5) con la diferencia de signo y el defasamiento en el tiempo, en base a esto, las soluciones para (T₂) serán:

$$I = -e^{-t/\bar{R}\bar{C}} V_m \left\{ (1/\bar{R}) \text{Sen}\phi - (1/\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2} \text{Sen}(\phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C})) \right\} \\ - (V_m / (\bar{R}^2 + (1/\bar{W}\bar{C})^2)^{1/2}) \text{Sen}(Wt + \phi + \text{ArcTg}(1/\bar{W}\bar{C})) \text{ si } 0 < W(t-1/120) < \pi \quad (4.4)$$

$$I = -A_3 e^{-t/\bar{R}\bar{C}} \quad \text{si } \pi < W(t-1/120) < 2\pi \quad (4.5)$$

- El valor medio de (R) se calcula del (Cuadro 15).

5.1.5 Máxima transferencia de Energía Iónica en el Sistema Radicular, y de Energía Fotónica en el Sistema Foliar.

Complementando el sistema hidropónico electrodinámico, con una fotocelda, que regule la entrada de energía eléctrica en función de la intensidad de luz, da como resultado un circuito eléctrico en serie formado por un condensador de capacidad (C), un resistor de resistencia (R) y un inductor de inductancia (L), que en este caso representa la relación entre el sistema puramente hidropónico electrodinámico, y la energía electromagnética luminosa que incide en el sistema foliar.

Aplicando el principio de máxima transferencia de energía al circuito serie (R-L-C), resulta claro, que cuando la impedancia $Z = (\bar{R}^2 + (\omega\bar{L} - 1/\omega\bar{C})^2)^{1/2}$ se hace mínima, entonces la transferencia de energía a través del circuito es máxima, lo cual se cumple, cuando el sistema se comporta puramente resistivo, y esto se logra cuando la reactancia inductiva es numéricamente igual a la reactancia capacitiva, que sabemos, se encuentran defasadas un ángulo de 180° grados una con respecto a la otra.

En consecuencia encontramos, que la máxima transferencia de energía se efectúa, cuando la frecuencia (f) de aplicación de energía eléctrica es $f = (\bar{L}\bar{C})^{-1/2}$, donde (\bar{L}) y (\bar{C}) son los valores medios de (L) y (C) respectivamente, durante el tiempo transcurrido en el tratamiento eléctrico.

La fotocelda resulta ser, un componente indispensable en el perfeccionamiento de la "Técnica Electrodinámica de Selección y Nutrición Vegetal", por varias razones: -- Una sería, la de proporcionar energía iónica al sistema radicular, en la cantidad y tiempo necesarios, en función de la cantidad de luz incidente sobre la parte foliar fotosintética. Otra razón, que es consecuencia de la primera, -- sería, la de proporcionarle a la planta los períodos de -- descanso requeridos.

C U A D R O 15

RESISTENCIA ELECTRICA $R(\pm)$ Y $R(\mp)$ EN OHMS, AL FLUJO DE ELECTRONES, VERSUS TIEMPO A TRAVES DE LA SOLUCION NUTRITIVA, PARA CADA TRATAMIENTO

TIEMPO HR	RESISTENCIA $R(\pm)$ EN OHMS AL FLUJO DE ELECTRONES DEL FONDO A LA SUPERFICIE			
	$T_1 = 0 V$	$T_2 = 8V (\mp)$	$T_3 = 8V (\pm)$	$T_4 = 8V (\sim)$
0	400	400	400	400
48	1800	100	0	70
72	5000	100	0	50
96	2000	200	0	70
120	2000	400	0	35
144	2000	70	0	0
168	3000	200	0	0
192	3000	110	0	0
216	3000	1000	0	0
TIEMPO HR	RESISTENCIA $R(\mp)$ EN OHMS AL FLUJO DE ELECTRONES DE LA SUPERFICIE AL FONDO			
0	400	400	400	400
48	1600	140	550	450
72	1000	90	300	450
96	1300	350	460	450
120	2500	500	400	340
144	1500	300	330	220
168	130	430	320	320
192	180	360	320	360
216	120	0	250	380

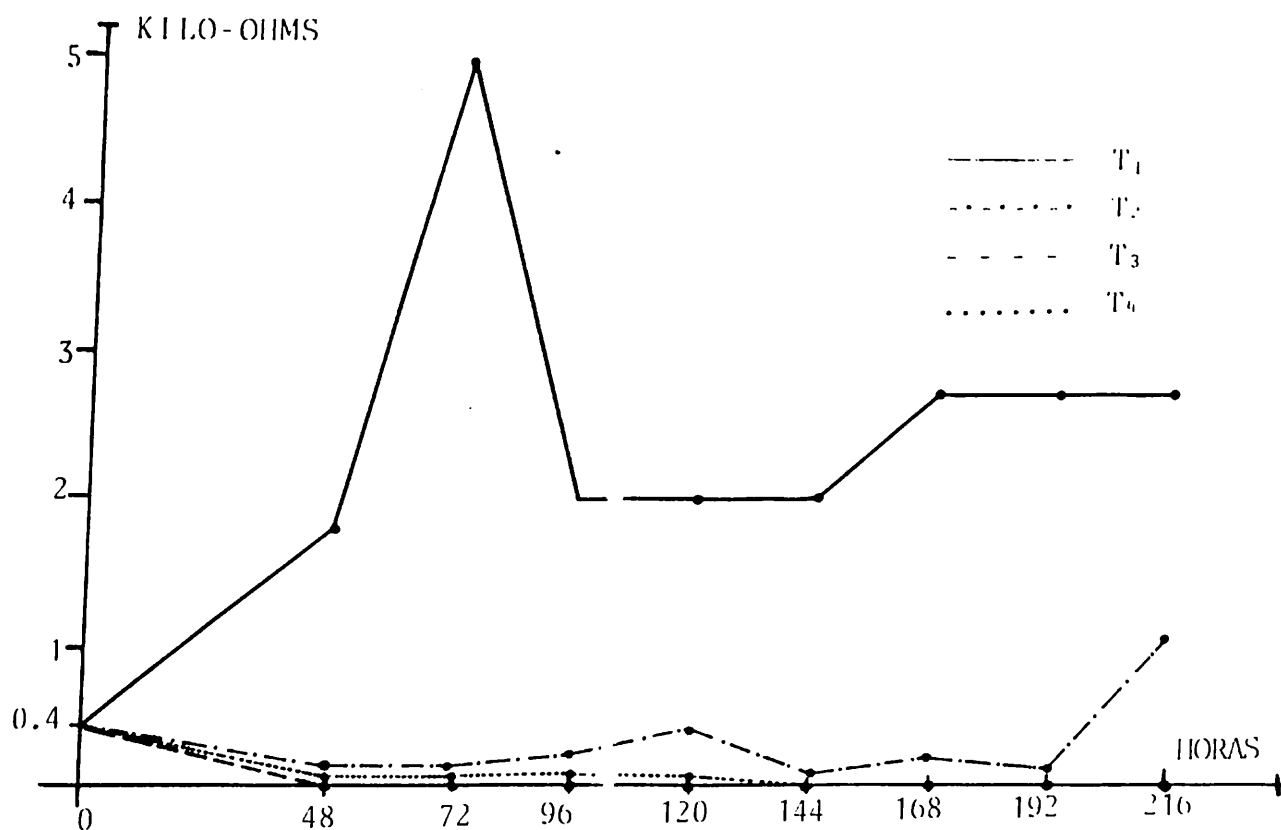


FIG. 11 GRAFICA DE RESISTENCIA ELECTRICA $R(\pm)$ EN (KILO-OHMS) AL FLUJO DE ELECTRONES DEL FONDO A LA SUPERFICIE DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN FUNCION DEL TIEMPO, PARA CADA TRATAMIENTO.

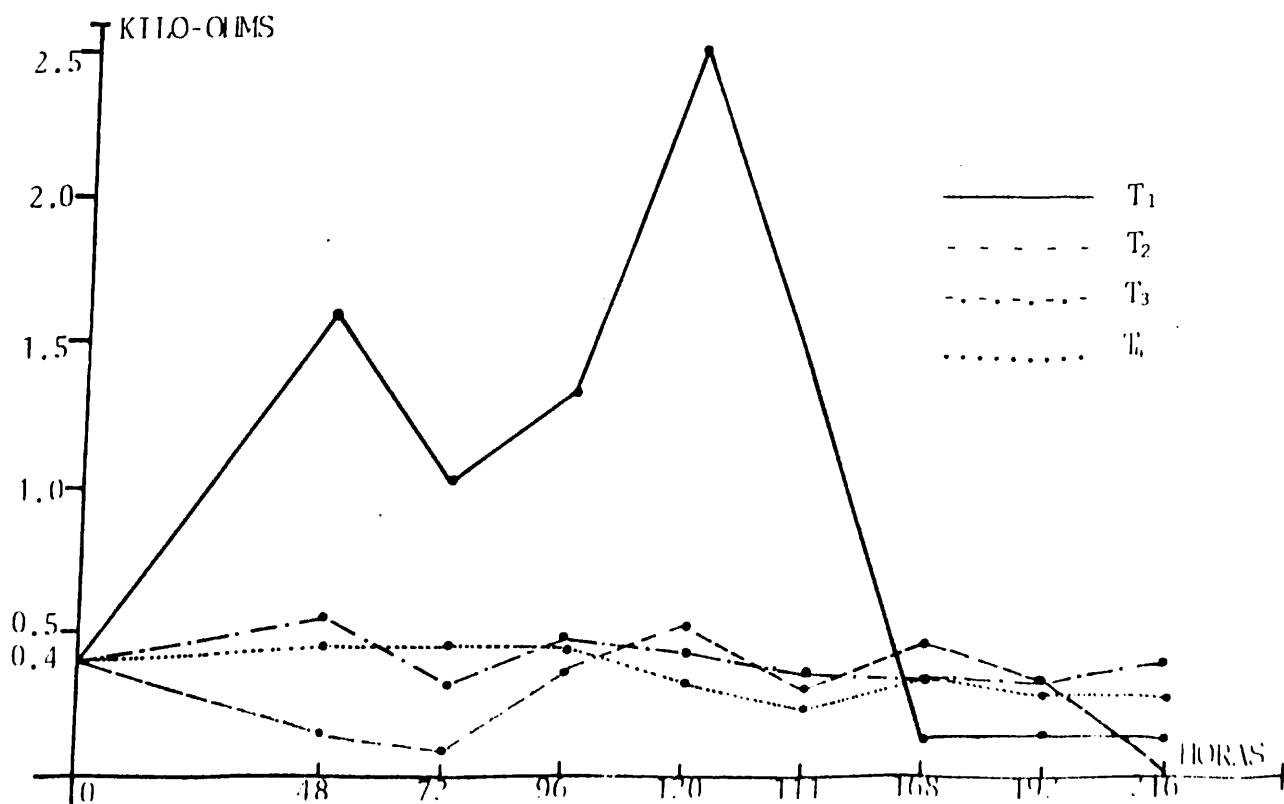


FIG. 12 GRAFICA DE RESISTENCIA ELECTRICA $R(\pm)$ EN (KILO-OHMS) AL FLUJO DE ELECTRONES DE LA SUPERFICIE AL FONDO DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN FUNCION DEL TIEMPO, PARA CADA TRATAMIENTO.

C U A D R O 16

VOLTAJE EN VOLT Y CORRIENTE ELECTRICA EN MILLIAMPER CONTRA TIEMPO EN HR, ENTRE EL FONDO Y LA SUPERFICIE DE LA SOLUCION NUTRITIVA, EN CADA TRATAMIENTO

TIEMPO HR	V O L T A J E			
	T ₁ = 0 V	T ₂ = 8V (±)	T ₃ = 8V (±)	T ₄ = 8V (±)
0	0.100 (±)	0.100 (±)	0.100 (±)	0.100 (±)
48	0.140 (±)	0.100 (±)	0.170 (±)	0.440 (±)
72	0.120 (±)	0.075 (±)	0.600 (±)	0.500 (±)
96	0.075 (±)	0.075 (±)	0.680 (±)	0.100 (±)
120	0.125 (±)	0.360 (±)	0.750 (±)	0.500 (±)
144	0.075 (±)	0.400 (±)	0.540 (±)	0.540 (±)
168	0.135 (±)	0.320 (±)	0.550 (±)	0.540 (±)
192	0.075 (±)	0.300 (±)	0.820 (±)	0.540 (±)
216	0.050 (±)	0.250 (±)	0.760 (±)	0.540 (±)
TIEMPO HR	CORRIENTE ELECTRICA			
0	0	36.0	36.0	36.0
48	0	24.0	36.0	31.2
72	0	21.6	33.6	36.0
96	0	14.4	36.0	45.2
120	0	12.0	33.6	40.8
144	0	16.8	31.2	42.0
168	0	14.4	31.8	40.8
192	0	9.6	21.0	18.0
216	0	2.4	24.0	48.0

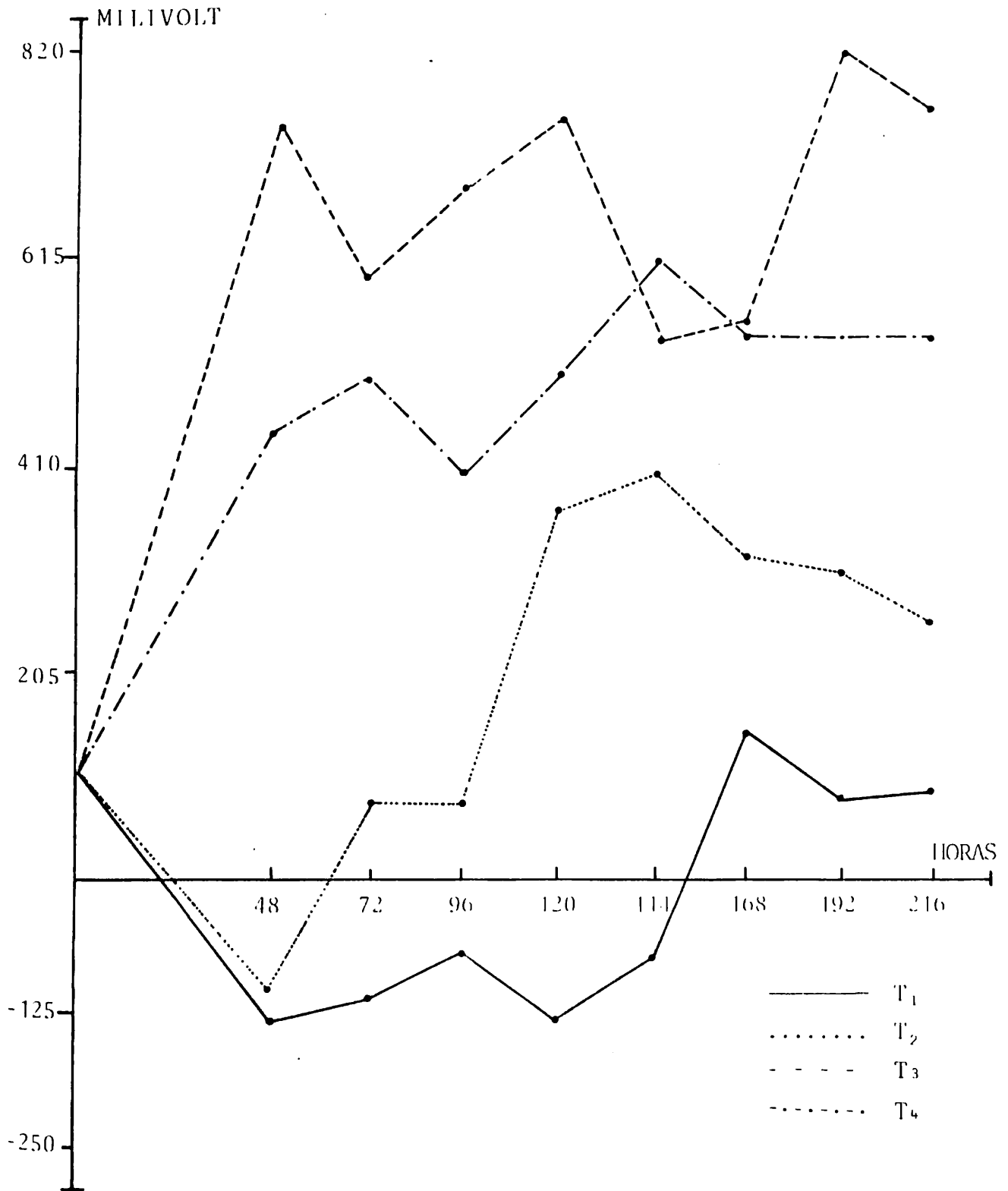


FIG. 13 GRAFICA DE VOLTAJE EN (MILLIVOLT) CONTRA TIEMPO EN (HORAS), PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS DURANTE DIEZ DIAS, MEDIDO EN CIRCUITO ABIERTO ENTRE LOS DOS ELECTRODOS.

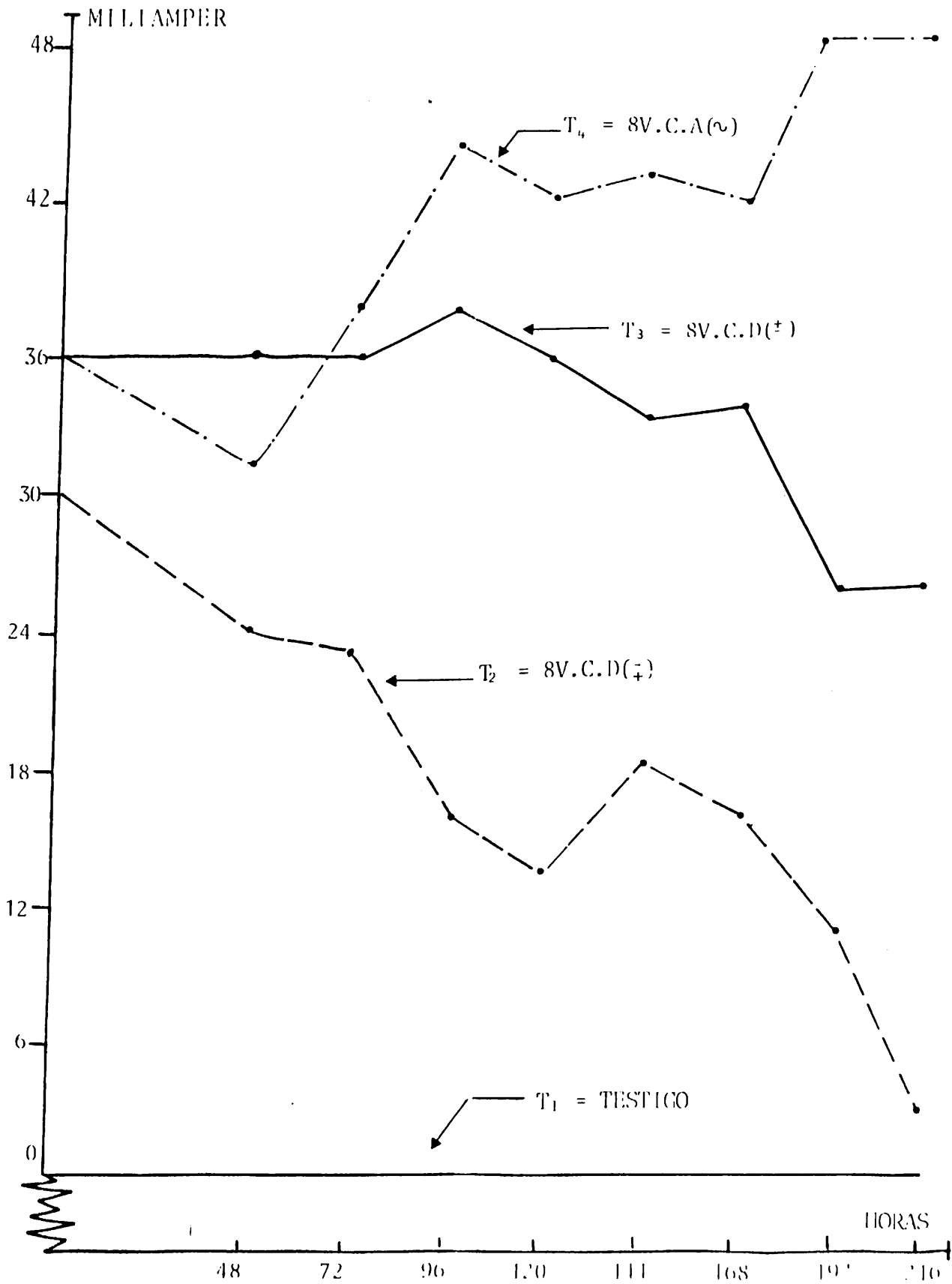


FIG. 14 GRAFICA DE INTENSIDAD ELECTRICA (MILLIAMPER) CONTRA TIEMPO (HORAS) PARA LOS 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS DURANTE 10 DIAS.

C U A D R O 17

DIFERENCIAS PORCENTUALES Y PROBABILIDAD DE RECHAZO ENTRE TRATAMIENTOS ELECTRICOS, POR MEDIO DE LA PRUEBA (DMS) Y (SHEFFE), SOBRE VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES DE LA SOLUCION NUTRITIVA: RESISTENCIA ELECTRICA $R(\pm)$ Y $R(\mp)$, INTENSIDAD DE CORRIENTE ELECTRICA (I) Y VOLTAJE (V) VER CUADROS 15 Y 16

VARIABLE ELECTRICA		DIFERENCIA PORCENTUAL Y PROBABILIDAD DE RECHAZO					
		$\Lambda(T_1T_2)$	$\Lambda(T_1T_3)$	$\Lambda(T_1T_4)$	$\Lambda(T_2T_3)$	$\Lambda(T_2T_4)$	$\Lambda(T_3T_4)$
$R(\pm)$		-721.74	-545.00	-345.20	-545.00	-311.74	56.25
P(R)	DMS	.001110**	.000319*	.000335**	.022447*	.035601*	.022051*
	SHEFFE	.013972*	.005052**	.000527**	.131610	.177926	.129967
$R(\mp)$		-239.69	-162.16	-159.05	22.82	23.74	1.19
P(R)	DMS	.017330*	.025326*	.032573*	.093763	.120003	.443725
	SHEFFE	.110064	.142876	.169328	.338022	.395635	.920256
I		100.00	100.00	100.00	49.27	60.33	21.80
P(R)	DMS	.000181**	2.01×10^{-11} **	10^{-8} **	.000012**	.000281**	.013467*
	SHEFFE	.003122**	6×10^{-7} **	3×10^{-7} **	.000268**	.004531**	.092311
V		113.67	103.16	104.20	76.89	69.30	-32.85
P(R)	DMS	.039217*	.000062**	.000049**	.001195**	.001741**	.006421**
	SHEFFE	.191655	.001220**	.000988**	.014939*	.020118*	.051206

C U A D R O 18

SELECCION DE POLINOMIOS MAS SIGNIFICATIVOS DE LAS VARIABLE ELECTRICAS DE LA SOLU--
 CION NUTRITIVA, EN CUANTO A VOLTAJE $V(t)$ RESISTENCIA $R(\pm)(t)$ Y $R(\mp)(t)$, Y CORRIEN--
 TE ELECTRICA $I(t)$, EN LOS CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS T_1, T_2, T_3 Y T_4 PARA $0 < t < 216$ HR.
 ADEMAS SE INDICA EL COEFICIENTE DE DETERMINACION (r^2) LA PROBABILIDAD DE RECHAZO -
 DEL POLINOMIO $P(R)$ Y EL CRITERIO DE SELECCION DE POLINOMIOS EN OPINION DEL AUTOR DA
 DO POR $S = \text{MAXIMO DE } (1 - P(R)/r^2)$

P O L I N O M I O S	r^2	P(R)	S
$R(\pm)(t) = 592.534 - 848.284t + 41.843t^2 - .71306t^3 + .558411 \times 10^{-2}t^4 - .20566 \times 10^{-4}t^5 + .288907 \times 10^{-7}t^6$	.863228	.356731	.586000
$R_{\pm}(t) = 411.17 - 30.5051t + .686839t^2 - .520658 \times 10^{-2}t^3 + .126633 \times 10^{-4}t^4$	.891393	.032827*	.963172
$R_{\pm}(t) = 399.983 - 23.4196t + .534269t^2 - .612644 \times 10^{-2}t^3 + .375157 \times 10^{-4}t^4$	.999953	.000139**	.999860
$R_{\pm}(t) = 400.271 - 18.1625t + .364861t^2 - .337826 \times 10^{-2}t^3 + .142263 \times 10^{-4}t^4 - .22157 \times 10^{-7}t^5$	.996792	.000615**	.999382
$R_{\mp}(t) = 45.5401 + 1.89122t - .70116 \times 10^{-2}t^2$	.485503	.136186	.719493
$R_{\mp}(t) = 392.209 - 11.7571t + .160323t^2 - .527904 \times 10^{-3}t^3$	.768552	.047950*	.937609
$R_{\mp}(t) = 47.065 - .85283t$	.423160	.053217	.874238
$R_{\mp}(t) = 400.546 - 9.2355t + .426975t^2 - .59069 \times 10^{-2}t^3 + .31399 \times 10^{-4}t^4$	.894238	.105881	.881596
$I_1(t) = 0$			
$I_2(t) = 28.8697 - .108548t$	.867614	.000259**	.999701
$I_3(t) = 35.5489 + .297164 \times 10^{-1}t - .398085 \times 10^{-3}t^2$	.893408	.001211**	.998644
$I_4(t) = 32.7561 + .674194 \times 10^{-1}t$	.724453	.003610**	.995016
$V(t) = .102167 - .817259 \times 10^{-2}t + .803786 \times 10^{-4}t^2 - .200606 \times 10^{-6}t^3$	.79787	.033366*	.958181
$V(t) = .165955 - .118018 \times 10^{-1}t + .194066 \times 10^{-2}t^2 - .676884 \times 10^{-6}t^3$	.921319	.003238**	.996485
$V(t) = .12102 - .048453t + .186118 \times 10^{-2}t^2 - .217922 \times 10^{-4}t^3 + .104304 \times 10^{-6}t^4 - .176872 \times 10^{-9}t^5$	.971319	.015849*	.983682
$V(t) = .102101 + .157636 \times 10^{-1}t - .189267 \times 10^{-3}t^2 + .111083 \times 10^{-5}t^3 - .225546 \times 10^{-8}t^4$	.950617	.007712**	.991846

5.2 Cambio de Concentración de Componentes Químicos del Sólido entre el estado Inicial y Final de la Solución Nutritiva.

Es pertinente hacer algunas aclaraciones, en cuanto a lo que se analiza en el laboratorio a través de muestras tomadas de un medio expuesto a un campo eléctrico externo, y, lo que sucede y detecta en este caso el sistema radicular, ante los mismos componentes de la muestra antes de extraerla de su medio.

Primeramente se debe de entender en base a las argumentaciones emitidas en el tema (5.1). Que al sacar una muestra de un electrólito sujeto a un campo eléctrico externo, se provoca la pérdida de las propiedades físicas que se refleja en las propiedades químicas, inducidas por la presencia del campo eléctrico. Debido a que dicho campo eléctrico deja de actuar, al extraer la muestra de la solución nutritiva, y solo permanecerán aquellos efectos químicos producto de reacciones pasadas. En consecuencia, por lo que se refiere a pH y conductividad eléctrica C_e , los análisis de laboratorio no manifiestan, lo que sucede en toda la solución en el instante de tomar la muestra.

Basados en las aclaraciones anteriores y en los resultados de análisis químicos, en relación a la diferencia entre el estado inicial de la solución nutritiva antes de aplicar la energía eléctrica, y el estado final al terminar de aplicarla, se tiene: El control T_1 y el de energía alterna T_4 tienden a mantener un pH neutro lo cual es rati

ficado por la Electrodinámica. El pulsante continuo con polaridad positiva en la superficie T_3 tiende hacia un pH ácido, y el tratamiento inverso a T_3 es decir el T_2 tiende a un pH alcalino, este es el punto de vista del laboratorio, pero, en base a la Electrodinámica se invierten dichos resultados. La conductividad eléctrica C_e en T_3 disminuye 15.15% en relación al control, en este caso también, la Electrodinámica de la solución demuestra lo contrario, debido a que todos los tratamientos eléctricos disminuyen su resistencia eléctrica en relación al control.

En Potasio T_1 , T_3 y T_4 lo reducen en un 34.3% y el T_2 en un 43%. El Fósforo se ve reducido en un 32% en T_1 y T_3 , en T_2 y T_4 se reduce un 55%. El Calcio se reduce un 33.3% en todos los tratamientos. El Magnesio aumenta un 62.5% en T_1 y T_2 , se reduce un 25% en T_3 y no se detectan diferencias en T_4 . El Cloro se reduce un 50% en T_1 y T_4 , y no se detectan diferencias en T_2 y T_3 . El Sulfato se reduce en (21.9, 10.1, 33.9 y 15.5)% para T_1 , T_2 , T_3 y T_4 respectivamente. El Nitrógeno se reduce 29.65% en T_1 y T_3 , y un 34.6% en T_2 y T_4 .

En el análisis de pH en laboratorio consideran exclusivamente la densidad volumétrica de iones oxidrilo e hidróxilo en ausencia de campos eléctricos externos. El pH "Electrodinámico" pHe , que es el que se calcula a partir de la fórmula (1.20), toma en consideración la cinemática y dinámica de los iones en el tiempo y el espacio. En consecuencia la información y aplicabilidad que trae consigo el pHe es mayor que en el pH, y tal vez sea posible esta-

blecer una correlación entre ellos.

Sobre la conductividad eléctrica C_e , se sabe que lo único que determina es el contenido de sales en el suelo, las cuales deben ser solubles en agua destilada, la cual, dista mucho de ser igual a el agua de riego, o en este caso del agua utilizada como solvente. La C_e "Electrodinámica" C_{ed} que se calcula a partir de la fórmula (1.16), no solo determina contenido de sales, sino que además, informa sobre la disposición que presenta el medio a la movilidad de los iones en el espacio y el tiempo, para una resistencia variable como sucede realmente.

Como se observa a través de las (FIGS. 11,12,13 y 14) y los (Cuadros 15,16,17 y 18). La resistencia eléctrica disminuye y la corriente eléctrica y voltaje aumentan con respecto al control, de lo cual se infiere que aumenta la concentración de iones en torno a los electrodos y consigo la movilidad, lo que implica en el caso del tratamiento T_2 una mayor disponibilidad de iones positivos en la parte superior para el intervalo de tiempo dado por $N/120 \leq t \leq (N+1)/120$ con $N = 0,2,4,\dots,103.68 \times 10^6$ y de iones negativos en la parte inferior en el intervalo $(N+1)/120 \leq t \leq (N+2)/120$ con $N = 0,2,4,\dots,103.68 \times 10^6$. En el tratamiento T_3 sucede lo contrario a T_2 con un defasamiento en el tiempo de $1/120$ de seg, y en T_4 se unen en el tiempo el T_2 y el T_3 aumentando la disponibilidad de nutrientes de ambos signos eléctricos en los dos electrodos. Estas afirmaciones no podrán ser inferidas a partir de PH y C_e medidos en el labo-

ratorio a través de una muestra.

En base a estos argumentos se puede explicar en parte, las diferencias de concentración de nutrientes entre el estado inicial y final, debiéndose complementar esta explicación, haciendo uso de la Electrofisiología celular, dado que las fuerzas eléctricas promueven el transporte -- electrogénico a través de un gradiente de potencial positivo.

C U A D R O 19

ANALISIS QUIMICO DEL ESTADO INICIAL Y FINAL DE LA SOLUCION NUTRITIVA Y LA DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE ELLOS, PARA CADA TRATAMIENTO EN UN INTERVALO DE DIEZ DIAS

VARIABLE QUIMICA	INICIAL	FINAL				CAMBIO PORCENTUAL			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
P.H	7.7	7.0	6.8	8.65	7.3	- 9.1	-11.7	+12.3	- 5.2
C.E. MILIMOHS/CM	3900	3300	3200	2800	3300	-15.4	-17.9	-28.2	-15.4
POTASIO P.P.M	1750	1150	1000	1150	1150	-34.3	-42.9	-34.3	-34.3
FOSFORO P.P.M	5	3.5	2.5	3.3	2.0	-30.0	-50.0	-34.0	-60.0
Ca ⁺⁺ Meq/LTO	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3
Mg ⁺⁺ Meq/LTO	4.0	6.0	7.0	3.0	4.0	+50.0	+75.0	-25.0	0.0
Cl ₂ ⁻ Meq/LTO	5.0	2.5	5.0	5.0	2.5	-50.0	0.0	0.0	-50.0
SO ₄ ⁻ Meq/LTO	23.21	18.12	20.86	15.33	19.62	-21.9	-10.1	-33.9	-15.5
NITROGENO %	.06338	.04446	.04144	.04144	.04466	-29.8	-34.6	-34.6	-29.5

5.3 Crecimiento Radicular.

Considerando los resultados encontrados a través de los análisis de varianza y pruebas de rango múltiple, para determinar diferencias significativas entre efectos de tratamientos a partir de los Cuadros 21 y 22, y con apoyo en los resultados y discusiones vertidas en los incisos 5.1 y 5.2, se tiene que:

El crecimiento radicular comparado con el control T_1 , se vió reducido significativamente en más de un 100% en T_2 y T_3 , con mayor intensidad en T_3 , en tanto que, en T_4 lo aumento en un 19.6% en longitud y un 36.8% en número de raíces principales. No se detectan diferencias entre los materiales C_1 y C_2 .

La marcada inhibición radicular en T_3 , se debe a que el electrodo superior es positivo, y en consecuencia está rodeado de iones negativos, que quedan disponibles provocando un PH alcalino para los tiempos comprendidos en los intervalos $(N+1)/120 \leq t \leq (N+2)/120$ con $N = 0, 2, 4, \dots, 103.68 \times 10^6$ y sucede que para esos mismos tiempos, el electrodo inferior produce un PH ácido, ver (FIG. 6 y 8). En el tratamiento T_3 para los intervalos de tiempo $N/120 \leq t \leq (N+1)/120$ con $N = 0, 2, 4, \dots, 103.68 \times 10^6$ se produce un bloqueo de iones negativos en la superficie y positivos en el fondo. El efecto provocado por el tratamiento T_3 es contrario a T_2 y desfaseado $(1/120)$ seg en el tiempo, esto explica el bloqueo de iones negativos en $(N+1)/120 \leq t \leq (N+2)/120$, y disponibilidad iónica para $N/120 \leq t \leq (N+1)/120$. Observándose en T_2 que

algunas raíces alcanzaron a salir del área de influencia del electrodo superior y desarrollarse aproximadamente igual que las raíces de T_1 , lo cual permite efectuar una selección entre y dentro de materiales en función del desarrollo radicular.

El tratamiento T_4 produce un pH neutro en el intervalo de tiempo $0 \leq t \leq 86.4 \times 10^4$ seg debido a que en cada ciclo (1/60) seg invierte su polaridad, lo cual hace disponibles los iones negativos y positivos aproximadamente en la misma cantidad en cada electrodo y en la parte intermedia. Debe observarse que el tratamiento T_4 es la unión de T_2 y T_3 , lo cual le permite tener características adecuadas para la nutrición vegetal.

Es importante observar que en la parte intermedia de los electrodos en T_2 , T_3 y T_4 existe un pH neutro.

C U A D R O 20

VALORES MEDIOS Y ANALISIS DE VARIANZA, DE LONGITUD Y NUMERO DE RAICES PRINCIPALES OBSERVADAS A LOS 9 DIAS POSTSIEMBRA, EN LA HEMBRA DEL TEHUANO H-6 SUJETA A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS

TRATAMIENTOS	LONGITUD RADICULAR (CM)						No. DE RAICES PRINCIPALES																
	I	II	III	IV	V	\bar{X}	I	II	III	IV	V	\bar{Y}											
T ₁	11.7	10.0	11.8	11.3	12.0	11.36	7.3	6.9	8.9	9.0	7.0	7.82											
T ₂	0.4	0.2	0.3	0.1	0.2	0.24	5.0	4.3	6.7	6.0	5.4	5.48											
T ₃	0	0	0	0	0	0	4.3	4.7	5.8	6.4	5.1	5.26											
T ₄	13.0	12.0	13.1	14.4	13.8	13.26	10.1	11.9	12.2	9.8	10.2	10.84											
F.V	G.L	SC	CM	F _c			F.V	G.L	SC	CM	F _c												
TRATAMIENTOS	3	752.149	250.716	680.37			TRATAMIENTOS	3	15.600	33.776	34.642												
ERROR	16	5.896	0.3685				ERROR	16	101.330	0.975													
T O T A L	19	758.045					T O T A L	19	116.930														
$\% \Delta(T_1, T_2) = -97.89, P_t(R) \cong 0^{***}$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -100.00, P_t(R) \cong 0^{***}$ $\% \Delta(T_1, T_4) = 16.72, P_t(R) = 7.2 \times 10^{-5}^{***}$ $\% \Delta(T_2, T_3) = -100.00, P_t(R) = .2703$ $\% \Delta(T_2, T_4) = 5425.0, P_t(R) \cong 0^{***}$ $\% \Delta(T_3, T_4) \rightarrow \infty, P_t(R) \cong 0^{***}$						$P_F(R) = 4 \times 10^{-12}^{***}$ $P_F(R) = 4 \times 10^{-12}^{***}$ $P_F(R) = .0056^{**}$ $P_F(R) = .9601$ $P_F(R) = 4 \times 10^{-12}^{***}$ $P_F(R) = 4 \times 10^{-12}^{***}$						$\% \Delta(T_1, T_2) = -29.92, P_t(R) = .00087^{**}$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -32.74, P_t(R) = .00042^{**}$ $\% \Delta(T_1, T_4) = 38.61, P_t(R) = 9.2 \times 10^{-5}^{***}$ $\% \Delta(T_2, T_3) = -4.01, P_t(R) = .3647$ $\% \Delta(T_2, T_4) = 97.81, P_t(R) = 10^{-7}^{**}$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 106.08, P_t(R) = 6 \times 10^{-8}^{***}$						$P_F(R) = .0397^*$ $P_F(R) = .0226^*$ $P_F(R) = .0067^{**}$ $P_F(R) = .9923$ $P_F(R) = .00002^{**}$ $P_F(R) = .00001^{**}$					

C U A D R O 21

VALORES MEDIOS Y ANALISIS DE VARIANZA DE LONGITUD Y NUMERO DE RAICES PRINCIPALES OBSERVADAS A LOS 9 DIAS POSTSIEMBRA, EN LA HEMBRA DEL AN-360, SUJETA A CUATRO - TRATAMIENTOS ELECTRICOS

TRATA MIEN- TOS	LONGITUD RADICULAR (CM)						No. DE RAICES PRINCIPALES					
	I	II	III	IV	V	\bar{X}	I	II	III	IV	V	\bar{Y}
T ₁	11.0	10.8	10.3	11.3	11.7	11.02	8.8	7.5	8.0	7.8	7.0	7.82
T ₂	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.18	6.1	5.0	4.7	6.0	5.3	5.42
T ₃	0	0	0	0	0	0	4.5	5.9	6.0	5.0	4.7	5.22
T ₄	12.7	13.4	12.5	13.3	14.0	13.18	9.0	12.3	12.5	10.0	9.7	10.70
F.V	G.L	SC	CM	F _c		F.V	G.L	SC	CM	F _c		
TRATAMIENTOS	3	732.945	244.315	1524.6		TRATAMIENTOS	3	98.454	32.818	34.176		
ERROR	16	2.564	0.16025			ERROR	16	15.364	0.960			
T O T A L	19	735.509				T O T A L	19	113.818				
%Δ(T ₁ ,T ₂) = -98.37, P _t (R) ≈ 0**						P _F (R) = 4x10 ⁻¹² **						
%Δ(T ₁ ,T ₃) = -100.00, P _t (R) ≈ 0**						P _F (R) = 4x10 ⁻¹² **						
%Δ(T ₁ ,T ₄) = 19.60, P _t (R) = 10 ⁻⁷ **						P _F (R) = .00002 **						
%Δ(T ₂ ,T ₃) = -100.00, P _t (R) = .2437,						P _F (R) = .9431						
%Δ(T ₂ ,T ₄) = 7222.2, P _t (R) ≈ 0**						P _F (R) = 4x10 ⁻¹² **						
%Δ(T ₃ ,T ₄) → ∞, P _t (R) ≈ 0**						P _F (R) = 4x10 ⁻¹² **						
%Δ(T ₁ ,T ₂) = -30.69, P _t (R) = .00068**						P _F (R) = .0325*						
%Δ(T ₁ ,T ₃) = -33.25, P _t (R) = .00035**						P _F (R) = .0194						
%Δ(T ₁ ,T ₄) = 36.83, P _t (R) = .00014**						P _F (R) = .0093**						
%Δ(T ₂ ,T ₃) = -3.69, P _t (R) = .376						P _F (R) = .9941						
%Δ(T ₂ ,T ₄) = 97.42, P _t (R) = 1.2x10 ⁻⁷ **						P _F (R) = .00002**						
%Δ(T ₃ ,T ₄) = 104.98, P _t (R) = 7.4x10 ⁻⁸ **						P _F (R) = .00001**						

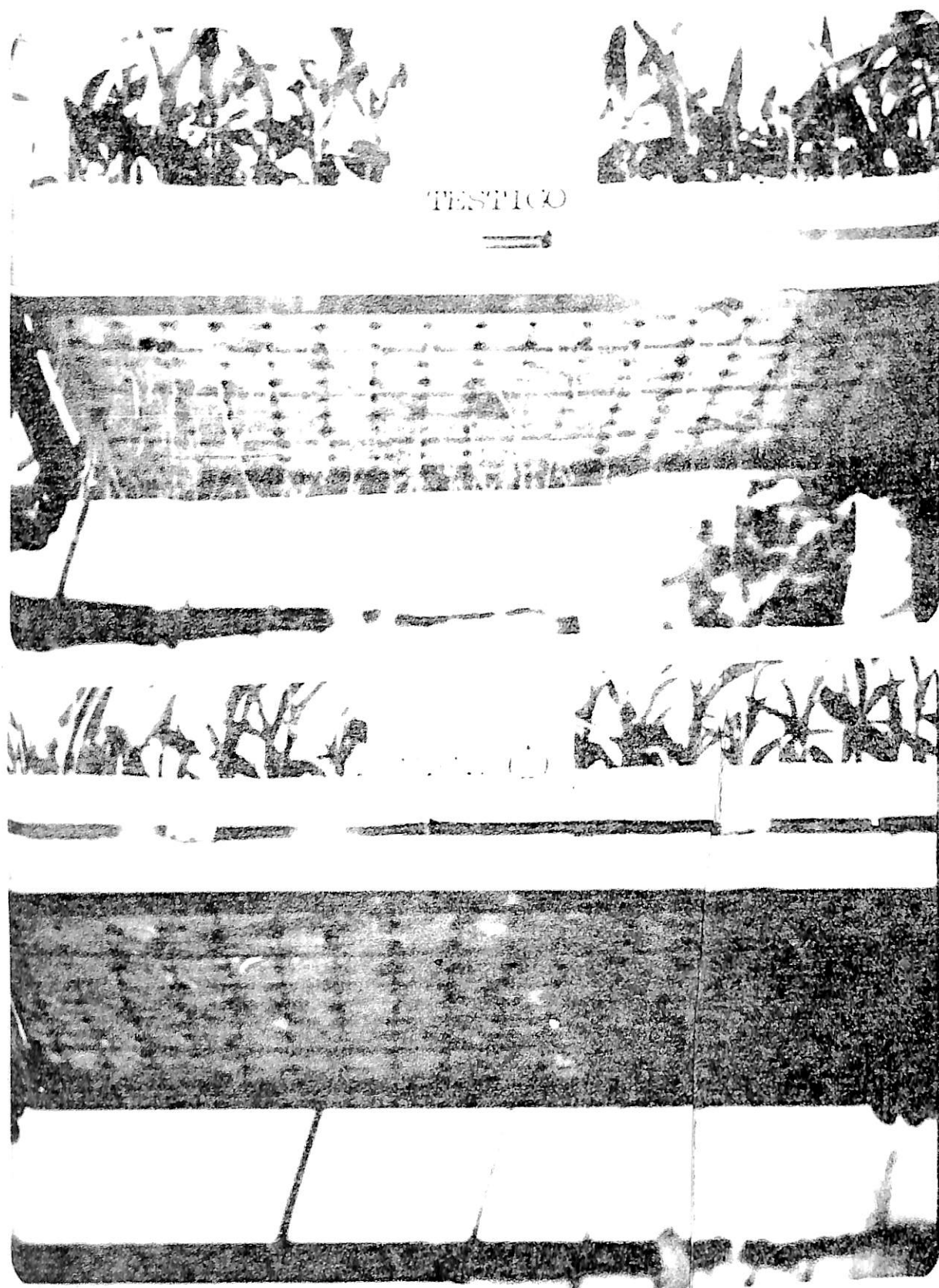
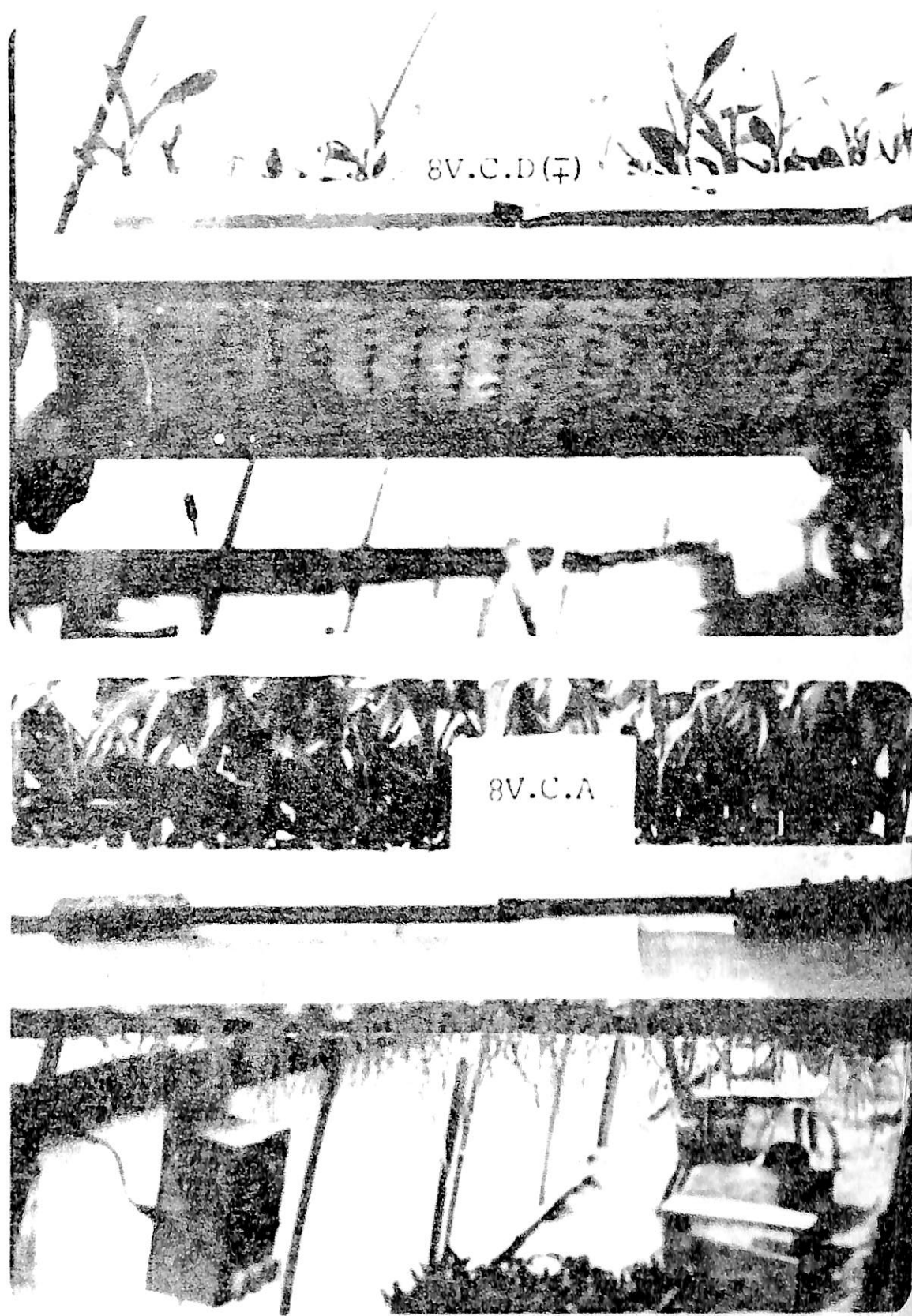


FIG. 15 (a) FOTOGRAFIAS QUE



MUESTRAN EL DESARROLLO RADICULAR

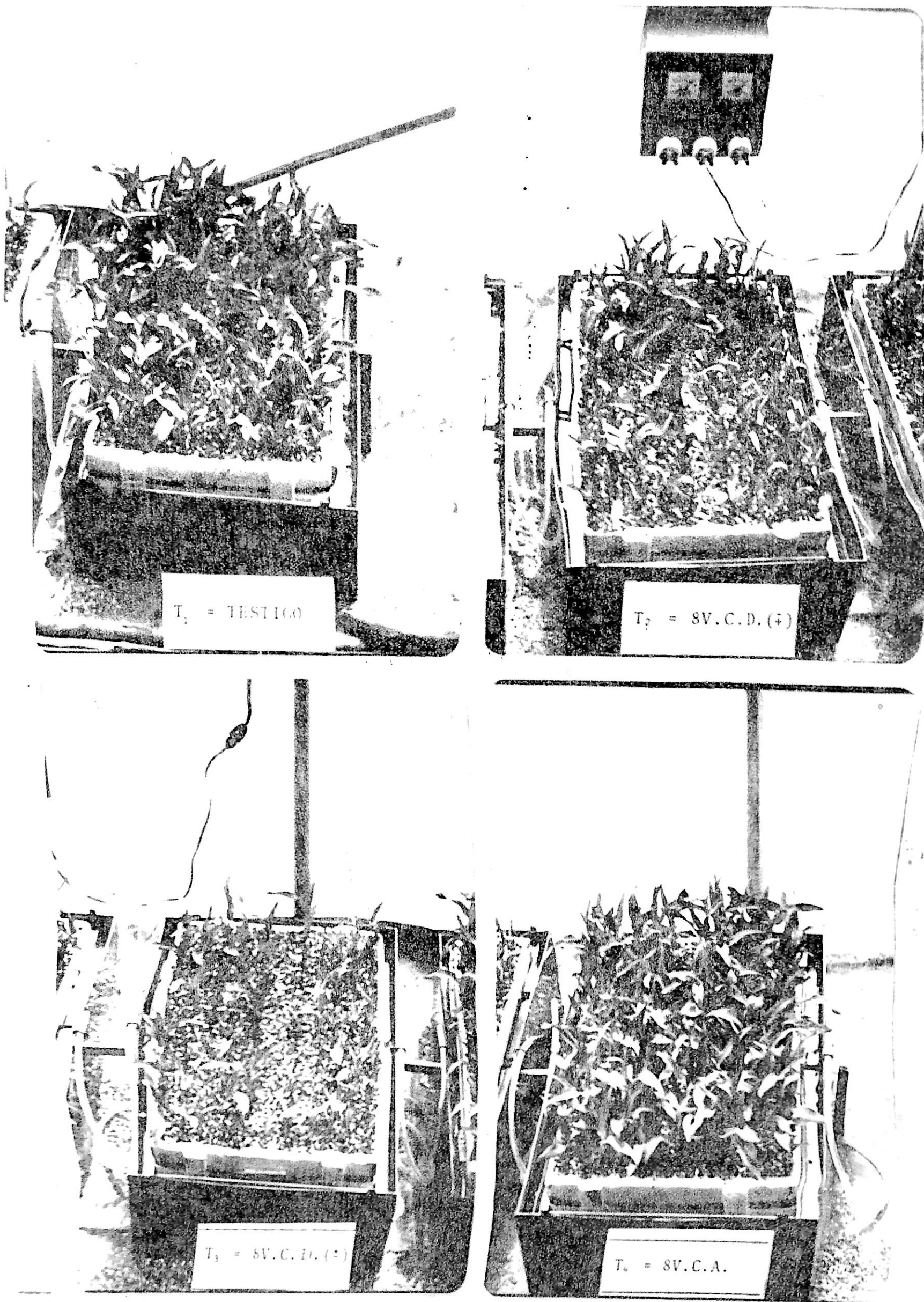


FIG. 15 (b) FOTOGRAFIAS QUE MUESTRAN EL DESARROLLO FOLIAR

5.4 Nacencia y Vigor.

El porcentaje de nacencia evaluado a los tres días postsiembra, se ve afectado por los tratamientos T_2 y T_3 significativamente de forma reductiva en los dos materiales C_1 y C_2 , ver (Cuadros 22 al-25). Disminuyendo en comparación al control en un 10.6% y un 15.3% en los tratamientos T_2 y T_3 respectivamente para la cruz C_1 . En C_2 se detectó un 7.9% de disminución significativa solamente en T_2 comparada con T_1 . No existen diferencias significativas entre T_1 y T_4 .

El porcentaje de vigor de la semilla en pH extremos se calcula en base a la relación $\%V=100(1-PM/NS)$ donde: NS = número de semillas sembradas y PM = número de plantas muertas a los 9 días postsiembra en el tratamiento T_3 para pH alcalino, y en el tratamiento T_2 para pH ácido, ver --- (Cuadros 34 y 36). El $\%V$ también se puede calcular por -- $\%V=(100-\%PM)$ donde: $\%PM$ = porcentaje de plantas muertas.

Estimando la selección entre y dentro de materiales en porcentaje de vigor a pH extremo, observamos que el porcentaje de vigor de C_1 y C_2 a PH ácido, es de 57% y 65% y a pH alcalino es de 77% y 67% respectivamente. Debemos tomar en cuenta, que el factor limitante para C_1 , es la altura sobre el nivel del mar. La técnica electrodinámica de selección como cualquier otra, debe de aplicarse entre materiales de una misma región, o bien entre un mismo material para seleccionar las mejores plantas, o para evaluar su vigor en diferentes tiempos de almacenaje y contenidos de humedad.

C U A D R O 22

PORCENTAJE DE NACENCIA EN MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL TEHUANO H6 SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON CINCO REPETICIONES EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					\bar{X}_i
	I	II	III	IV	V	
T ₁ = 0 Volts	94.44	100.00	100.00	100.00	94.44	97.776
T ₂ = 8 V.C.D. _{EF} (⊕)	88.89	94.44	94.44	83.33	88.89	89.998
T ₃ = 8 V.C.D. _{EF} (±)	100.00	100.00	94.44	94.44	94.44	96.664
T ₄ = 8 V.C.A. _{EF} (∞)	100.00	88.89	100.00	100.00	100.00	97.778

OBSERVACION: La Evaluación se hizo a los tres días postsiembra.

C U A D R O 23

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 22

F.V	G.L	SC	CM	$P_R F \leq F_c$
TRATAMIENTOS	3	209.923	69.974	0.98
ERROR	16	259.3186	16.207	
T O T A L	19	469.242		
$S_{T_1}^2 = 7.42;$ $S_{T_2}^2 = 17.276;$ $S_{T_3}^2 = 7.419;$ $S_{T_4}^2 = 19.749$ $F_c = 4.3174$				
COMPARANDO EL % DE NACENCIA CON EL TESTIGO T ₁ TENEMOS: 7.9% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P _f (RECHAZO) = 0.02 1.1% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = 0.334 2 x 10 ⁻³ % DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = 0.494				

C U A D R O 24

PORCENTAJE DE NACENCIA EN MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL AN-360 (FRANCISCO VILLA) SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON CINCO REPETICIONES EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					\bar{X}_i
	I	II	III	IV	V	
$T_1 = 0$ Volts	88.89	100.00	94.44	94.44	94.44	94.442
$T_2 = 8$ V.C.D. _{EF} ($\bar{}$)	88.89	72.22	88.89	83.53	88.89	84.444
$T_3 = 8$ V.C.D. _{EF} (\pm)	94.44	77.78	66.67	88.89	72.22	80.000
$T_4 = 8$ V.C.A. _{EF} (\sim)	100.00	100.00	100.00	94.44	100.00	98.888

OBSERVACION: La evaluación se hizo a los tres días post-siembra.

C U A D R O 25

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 24

F.V	G.L	SC	CM	$P_R (F \leq F_c)$
TRATAMIENTOS	3	1141.791	380.597	.9974
ERROR	16	827.106	51.694	
T O T A L	19	1968.897		
$S_{T_1}^2 = 12.343;$ $S_{T_2}^2 = 41.993;$ $S_{T_3}^2 = 106.138$ $S_{T_4}^2 = 4.946$ $F_c = 7.362$ $\alpha = .00256$				
COMPARANDO EL % DE NACENCIA CON EL TESTIGO T_1 SE TIENE: 10.6% DE DISMINUCION EN T_2 CON P_t (RECHAZO) = 0.02 15.3% DE DISMINUCION EN T_3 CON P_t (RECHAZO) = 0.00256 4.7% DE AUMENTO EN T_4 CON P_t (RECHAZO) = 0.17				

5.5 Cinética de Crecimiento en Altura de Planta.

Se midió la altura de planta a los 5, 7, 9, 30 y 45 días postsiembra, en todos los tratamientos para los dos materiales C_1 y C_2 , Hembra del Tehuano H-6 y Hembra del AN-360 respectivamente, ver (Cuadros del 26 al 48). Se observa claramente que los tratamientos T_2 y T_3 comparados con T_1 , reducen significativamente el crecimiento en los dos materiales de maíz, resultando que a los 9 días es máxima la reducción de altura y a los 45 días es mínima. El tratamiento T_2 provoca una mayor reducción de la velocidad de crecimiento. El tratamiento T_4 aumenta su velocidad comparada con el control, alcanzando una velocidad máxima a los 30 días en C_2 y a los 5 días en C_1 .

A partir de los polinomios estimados para el crecimiento foliar en altura de planta, y seleccionados bajo el criterio $S = \text{máximo}(1-P(R)/r^2)$, ver (Cuadros 52 al 58) y (FIG. 16), se efectuó un análisis de los valores críticos de la velocidad $V(t)$ y la aceleración $a(t)$ en el tiempo. Determinando que T_1 y T_4 se comportan con $V(t)$ constante y $a(t)$ nula para C_1 y C_2 . Los tratamientos T_2 y T_3 anulan $V(t)$ a los 16.5 días y 28 días respectivamente, y están desacelerados hasta los 22 días aproximadamente momento en que $a(t)$ se anula, para posteriormente acelerarse hasta los 45 días.

Es importante observar que el tratamiento T_2 en C_1 y C_2 habiendo sido inicialmente el más inhibido, a los 45

días superará en altura al tratamiento T_3 en C_1 y C_2 . El tratamiento T_4 en C_2 obtuvo la mayor velocidad de crecimiento, y en general el material C_2 respondió más favorablemente al tratamiento T_4 , y resultó menos inhibido en los tratamientos T_2 y T_3 .

5.6 Diámetro menor de tallo.

Las diferencias entre tratamientos para diámetro menor de tallo, se manifiestan más significativas en la cruz C_2 (Hembra del AN-360), el tratamiento T_4 aumentó un 46.89% el diámetro comparado con el control, y en un 88.49% comparado con el tratamiento T_3 . En la cruz C_1 (Hembra del Tehuano H-6) el T_4 aumentó el diámetro significativamente en un 25% en comparación con T_3 . Nuevamente observamos que el tratamiento T_4 es el que mejora la respuesta fisiológica resultando más intensiva en C_2 , ver (Cuadros 49 y 50).

C U A D R O 26

ALTURA DE PLANTA (CM) DE MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL TEHUANO H-6 (A LOS 5 DIAS POSTSIEMBRA), SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON CINCO REPETICIONES EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					\bar{X}_i
	I	II	III	IV	V	
T ₁ = 0 Volts	2.72	2.67	2.74	3.04	2.87	2.808
T ₂ = 8 V.C.D. _{EF} ($\bar{+}$)	1.78	1.85	1.65	1.19	1.25	1.544
T ₃ = 8 V.C.D. _{EF} (\pm)	3.01	2.91	2.88	2.96	2.67	2.886
T ₄ = 8 V.C.A. _{EF} (\sim)	3.48	3.22	3.68	3.34	3.75	3.494

C U A D R O 27

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 26

F.V	G.L	SC	CM	P _R (F ≤ F _c)
TRATAMIENTOS	3	10.05938	3.353	.9999998
ERROR	16	0.72864	0.04554	
T O T A L	19	10.78802		
$S_{T_1}^2 = 0.0178;$ $S_{T_2}^2 = 0.0745;$ $S_{T_3}^2 = 0.0136;$ $S_{T_4}^2 = 0.0398;$ $F_c = 73.63$				
COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO T ₁ SE TIENE: 45% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P _t (RECHAZO) = 2×10^{-7} 2.7% DE AUMENTO EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = 0.286 24.4% DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = 5.5×10^{-5}				

C U A D R O 28

ALTURA DE PLANTA (CM) DE MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL AN-360 (FRANCISCO VILLA) A LOS 5 DIAS POSTSIEMBRA, SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON CINCO REPETICIONES EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					\bar{X}_i
	I	II	III	IV	V	
T ₁ = 0 Volts	3.5	4.11	3.65	3.82	3.45	3.706
T ₂ = 8 V.C.D. _{EF} (⊖)	1.8	1.51	1.89	1.70	2.05	1.79
T ₃ = 8 V.C.D. _{EF} (±)	2.91	2.27	1.81	2.91	2.26	2.432
T ₄ = 8 V.C.A. _{EF} (∞)	3.6	3.99	3.81	3.58	3.75	3.746

C U A D R O 29

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 28

F.V	G.L	SC	CM	P _R (F<Fc)
TRATAMIENTOS	3	14.075	4.692	.999997
ERROR	16	1.4637	0.0915	
T O T A L	19	15.539		
$S_{T_1}^2 = 0.057$; $S_{T_2}^2 = 0.0328$; $S_{T_3}^2 = 0.180$; $S_{T_4}^2 = 0.0225$ Fc = 51.287				
COMPARAJO A LA ALTURA CON EL TESTIGO T ₁ SE TIENE: 51.7% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P _f (RECHAZO) = 3×10^{-6} 34.4% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _f (RECHAZO) = 2.7×10^{-6} 1.1% DE AUMENTO EN T ₄ CON P _f (RECHAZO) = 0.42				

C U A D R O 30

ALTURA DE PLANTA (CM) A LOS 7 DIAS POSTSIEMBRA DE MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL TEHUANOH-6 SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON CINCO REPETICIONES EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					\bar{X}_i
	I	II	III	IV	V	
T ₁ = 0 Volts	8.19	8.22	8.39	9.09	8.36	8.450
T ₂ = 8 V.C.D. _{EF} (⊖)	4.33	4.39	4.30	3.62	3.55	4.038
T ₃ = 8 V.C.D. _{EF} (±)	7.30	7.85	6.65	7.35	6.56	7.142
T ₄ = 8 V.C.A. _{EF} (∞)	8.88	9.18	10.03	9.20	9.95	9.448

C U A D R O 31

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO. 30

F.V	G.L	SC	CM	P _R (F < F _c)
TRATAMIENTOS	3	753.143935	251.048	(1 - 3x10 ⁻¹²)
ERROR	16	3.42944	0.21434	
T O T A L	19	756.573375		
$S^2_{T_1} = 0.1084$; $S^2_{T_2} = 0.138136$; $S^2_{T_3} = 0.230056$ $S^2_{T_4} = 0.209336$; $F_c = 1171.26$				
COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO T ₁ SE TIENE: 52.2% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P _f (RECHAZO) = 3x10 ⁻¹² 15.5% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = .00019 11.8% DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = .00179				

C U A D R O 32

ALTURA DE PLANTA (CM) A LOS 7 DIAS POSTSIEMBRA DE MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL AN-360, SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
T ₁ = 0 Volts	9.48	10.74	9.87	10.28	8.92	9.858
T ₂ = 8 V.C.D. _{EF} (±)	4.58	3.71	3.77	4.55	4.52	4.226
T ₃ = 8 V.C.D. _{EF} (±)	7.25	5.42	5.40	5.67	5.65	5.878
T ₄ = 8 V.C.A. _{EF} (∞)	10.45	11.68	10.51	10.45	9.06	10.43

C U A D R O 33

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 32

F.V	G.L	SC	CM	P _R (F<F _c)
TRATAMIENTOS	3	1128.56899	376.1896	(1-4x10 ⁻¹²)
ERROR	16	8.63228	0.53952	
T O T A L	19			
$S_{T_1}^2 = 0.395776$; $S_{T_2}^2 = 0.1581184$; $S_{T_3}^2 = 0.485176$ $S_{T_4}^2 = 0.68932$; $F_c = 697.27$				
COMPARANDO A LA ALTURA CON EL TESTIGO T ₁ SE TIENE: 57.13% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P _t (RECHAZO) = 4x10 ⁻¹² 40.37% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = 1.1x10 ⁻⁷ 5.8 % DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = 0.118				

C U A D R O 34

ALTURA DE PLANTA (CM) A LOS 9 DIAS POSTSIEMBRA DE MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL TEHUANO H-6, SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO Y PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					MEDIA
	I	II	III	IV	V	
$T_1 = 0$ Volts	14.76	15.17	15.71	16.42	16.24	15.66
$T_2 = 8$ V.C.D. _{EF} ($\bar{\tau}$)	6.75	7.33	5.37	4.47	3.53	5.49
$T_3 = 8$ V.C.D. _{EF} (\pm)	11.21	12.69	10.50	12.00	11.12	11.50
$T_4 = 8$ V.C.A. _{EF} (\sim)	15.16	15.39	16.58	16.00	16.49	15.92
PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS						
$T_1 = 19\%$	$T_2 = 43\%$		$T_3 = 23\%$		$T_4 = 15\%$	

C U A D R O 35

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 34

F.V	G.L	SC	CM	$P_R (F \leq F_c)$
TRATAMIENTOS	3	48.841	16.2803	.9999999251
ERROR	16	4.51984	0.2825	
T O T A L	19	53.36084		
$S_{T_1}^2 = 0.39332$; $S_{T_2}^2 = 1.97392$; $S_{T_3}^2 = 0.578904$ $S_{T_4}^2 = 0.325064$; $F_c = 86.447$				
COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO T_1 SE TIENE: 64.9% DE DISMINUCION EN T_2 CON P_f (RECHAZO) = 7.49×10^{-8} 26.5% DE DISMINUCION EN T_3 CON P_t (RECHAZO) = 7.0×10^{-10} 1.7% DE AUMENTO EN T_4 CON P_t (RECHAZO) = 0.222				

C U A D R O 36

ALTURA DE PLANTA (CM) A LOS 9 DIAS POSTSIEMBRA DE MAIZ CRUZA SIMPLE HEMBRA DEL AN-360, SUJETO A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA CON UN DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO Y PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					\bar{X}_i
	I	II	III	IV	V	
$T_1 = 0$ Voltios	16.40	18.18	17.80	17.34	17.82	17.51
$T_2 = 8$ V.C.D. _{EF} ($\bar{+}$)	6.47	5.75	6.03	6.97	8.03	6.65
$T_3 = 8$ V.C.D. _{EF} (\pm)	11.90	9.28	9.84	10.62	8.81	10.09
$T_4 = 8$ V.C.A. _{EF} (\sim)	17.86	19.60	17.75	17.50	15.18	17.58
PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS						
$T_1 = 18\%$	$T_2 = 35\%$	$T_3 = 33\%$	$T_4 = 18\%$			

C U A D R O 37

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 36

F.V	G.L	SC	CM	$P_R (F \leq F_c)$
TRATAMIENTOS	3	450.315895	150.1053	.9999999999
ERROR	16	20.99176	1.3120	
T O T A L	19	471.307655		
$S_{T_1}^2 = 0.378016;$ $S_{T_2}^2 = 0.64672;$ $S_{T_3}^2 = 1.1828;$ $S_{T_4}^2 = 1.990816;$ $F_c = 114.41$				
COMPARANDO A LA ALTURA CON EL TESTIGO T_1 SE TIENE: 62% DE DISMINUCION EN T_2 CON P_f (RECHAZO) = 10^{-10} 42.4% DE DISMINUCION EN T_3 CON P_t (RECHAZO) = 9.9×10^{-10} 0.4% DE AUMENTO EN T_4 CON P_t (RECHAZO) = 0.54				

C U A D R O 38

ALTURA EN CM, MEDIDA A LOS 30 DIAS POSTSIEMBRA, DEL PRIMER NUDO A LA HOJA BANDERA, EN MUESTRAS DE 6 PLANTAS DE MAIZ DOS CRUZAS SIMPLES LA C₁ (HEMBRA DEL TEHUANO-6) Y LA C₂ (HEMBRA DEL AN-360), SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS (T₁, T₂, T₃ y T₄)

	HEMBRA DEL TEHUANO 6 ALTURA EN (CM)				M E D I A S	HEMBRA DEL AN-360 ALTURA EN (CM)			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
T R T ₁	21	22	21	20	\bar{X}_1	23	14	23	21
	19	15	20	21		21	15	18	22
	18	32	25	28		23	23	26	23
	17	23	17	25		18	26	20	21
	24	22	22	23		15	22	32	30
	27	23	16	21		23	24	27	27
	A	21	23	20		23	19	21	24
T A T ₂	17	17	7	16	\bar{X}_2	29	19	16	24
	10	19	12	13		27	24	9	20
	14	14	16	15		35	18	11	21
	10	15	10	13		20	12	17	18
	14	17	7	12		28	17	13	15
	12	17	10	10		27	11	17	10
M	13	17	10	13	28	17	14	18	
I E T ₃	12	22	16	19	\bar{X}_3	22	9	26	28
	12	12	21	12		21	10	13	20
	15	12	12	16		12	24	10	19
	23	13	15	11		19	9	25	9
	13	14	20	14		21	12	29	9
N	12	13	11	20	17	7	21	21	
T O T ₄	15	14	16	15	\bar{X}_4	19	12	21	18
	18	23	22	20		29	29	25	20
	33	23	25	16		26	26	29	38
	23	25	26	26		28	28	29	30
S	13	16	17	29	23	27	25	24	
	21	31	20	13	30	31	33	26	
	21	13	18	15	20	26	23	20	
	22	22	21	20	26	28	27	26	
TO- TA- LES	71	76	67	71		92	78	86	86

C U A D R O 39

VALORES MEDIOS DE ALTURA EN CM, TOMADAS A LOS 30 DIAS POSTSIEMBRA, EN MUESTRAS DE 6 PLANTAS DE MAIZ, CRUZA SIMPLE C₂ (HEMBRA DEL TEHUANOH-6) SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS, APLICADOS DURANTE 10 DIAS EN HIDROPONIA PARA LUEGO TRANS PLANTARSE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	21	23	20	23	21.75
T ₂ = 8 V.C.D. (⊖)	13	17	10	13	13.25
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	15	14	16	15	15.00
T ₄ = 8 V.C.A. (∞)	22	22	21	20	21.25
T O T A L E S	71	76	67	71	285

C U A D R O 40

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 39

F.V	G.L	S.C	C.M	F _C	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	224.1875	74.7292	25.8057**	3.86	6.99
BLOQUES	3	10.1875	3.3958	1.1726	3.86	6.99
ERROR	9	25.0625	2.8958			
T O T A L	15	260.4375				

COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO (T₁) :

39.08% DE DISMINUCION EN T₂ CON P_t (RECHAZO) = 6.8 x 10⁻⁶

31.03% DE DISMINUCION EN T₃ CON P_t (RECHAZO) = 4.2 x 10⁻⁵

2.30% DE DISMINUCION EN T₄ CON P_t (RECHAZO) = 0.314535

C U A D R O 41

VALORES MEDIOS DE ALTURA EN CM, TOMADA A LOS 30 DIAS POSTSIEMBRA, EN MUESTRA DE 6 PLANTAS DE MAIZ CRUZA SIMPLE C₂ (HEMBRA DEL AN-360) SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS, APLICADOS DURANTE 10 DIAS EN HIDROPONIA PARA LUEGO TRANSPLANTARSE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	19	21	24	24	22.00
T ₂ = 8 V.C.D. ($\frac{-}{+}$)	28	17	14	18	19.25
T ₃ = 8 V.C.D. (\pm)	19	12	21	18	17.50
T ₄ = 8 V.C.A. (\sim)	26	28	27	26	26.75
T O T A L E S	92	78	86	86	342

C U A D R O 42

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 41

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	195.75	65.0833	3.8600*	3.86	6.99
BLOQUES	3	24.7500	8.2500	.4893	3.86	6.99
ERROR	9	151.2500	16.8056			
T O T A L	15	371.7500				
COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO (T ₁) : 12.50% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P (RECHAZO) = 0.011238 20.45% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _t [†] (RECHAZO) = 0.000744 21.59% DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t [†] (RECHAZO) = 0.000522						

C U A D R O 43

ALTURA EN CM, MEDIDA DEL PRIMER NUDO A LA HOJA BANDERA Y DIAMETRO MENOR DE TALLO EN CM, MEDIDO A LA MITAD DE LA ALTURA, OBTENIDOS A LOS 45 DIAS POSTSIEMBRA, EN MUESTRAS DE 6 PLANTAS DE MAIZ DE LA CRUZA SIMPLE C₁(HEMBRA DEL TEHUANO H-6), SUJETA A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS (T₁, T₂, T₃ y T₄)

	ALTURA (CM) BLOQUES				M E D I A S	DIAMETRO (CM) BLOQUES			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
T	60	30	43	58	X ₁	1.8	1.6	1.4	1.3
	62	43	51	66		1.6	1.0	1.2	1.5
	52	65	55	50		1.4	1.1	1.1	1.3
R T ₁	58	65	63	56		1.4	1.9	1.1	2.0
	62	60	50	43		1.7	2.0	1.1	1.3
	62	56	58	41		1.5	1.8	1.0	1.0
A	59	53	53	52		1.6	1.6	1.2	1.4
T	50	40	37	49	X ₂	1.1	1.3	1.3	1.1
	49	50	35	55		1.2	1.5	1.2	1.2
	48	51	36	45		1.0	1.6	1.2	1.8
A T ₂	45	45	24	48		1.2	1.4	1.0	1.3
	50	45	30	35		0.9	1.4	1.0	0.9
	48	49	21	18		1.0	1.6	0.9	0.7
M	48	47	36	42		1.1	1.5	1.1	1.2
I	47	43	54	51	X ₃	1.0	1.3	1.4	2.0
	48	47	48	30		0.9	1.1	1.1	1.2
	56	44	65	47		0.9	1.2	1.4	1.5
E T ₃	58	50	40	49		1.3	1.1	1.5	0.9
	60	44	43	40		0.9	0.9	1.6	1.0
	46	36	50	41		0.7	0.8	1.3	1.3
N	53	44	50	43		1.0	1.1	1.4	1.3
T	51	56	55	48	X ₄	1.6	1.9	1.5	1.3
	55	58	70	50		1.7	1.5	1.4	1.2
	60	68	58	52		2.0	2.5	1.7	2.0
O T ₄	67	61	45	50		1.3	1.9	1.9	2.1
	63	45	45	55		1.4	0.9	1.8	1.4
	45	75	61	48		1.5	2.2	1.4	1.2
S	57	61	56	51		1.6	1.8	1.6	1.4
TO- TA- LES	207	204	193	201		5.3	6.0	5.3	5.3

C U A D R O 44

VALORES MEDIOS DE ALTURA EN CM, TOMADAS A LOS 45 DIAS POSTSIEMBRA, EN 6 PLANTAS DE MAIZ CRUZA SIMPLE C₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6) SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS, APLICADOS DURANTE 10 DIAS EN HIDROPONIA PARA LUEGO TRANSPLANTAR SE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	59	53	53	52	54.25
T ₂ = 8 V.C.D. (±)	48	47	36	42	43.25
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	53	44	50	43	48.50
T ₄ = 8 V.C.A. (∞)	57	61	56	51	56.25
T O T A L E S	217	205	195	188	805

C U A D R O 45

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 44

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	434.1875	144.7292	10.6713**	3.86	6.99
BLOQUES	3	119.1875	39.7291	2.9293	3.86	6.99
ERROR	9	122.0625	13.5625			
T O T A L	15	675.4375				
COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO (T ₁) : 20.27% DE DISMINUCION EN T ₂ CON P _t (RECHAZO) = 8.0 x 10 ⁻⁷ 10.60% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = 0.000138 3.68% DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = 0.038276						

CUADRO 46

ALTURA EN CM, MEDIDA DEL PRIMER NUDO A LA HOJA BANDERA Y DIAMETRO MENOR DE TALLO EN CM, MEDIDO A LA MITAD DE LA ALTURA, OBTENIDOS A LOS 45 DIAS POSTSIEMBRA, EN MUESTRA DE 6 PLANTAS DE MAIZ EN LA CRUZA SIMPLE C₂ (HEMBRA DEL AN-360), SUJETA A 4 -- TRATAMIENTOS ELECTRICOS (T₁, T₂, T₃ y T₄)

	ALTURA (CM) BLOQUES				M E D I A S	DIAMETRO (CM) BLOQUES			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
T	46	43	58	57	X ₁	1.2	1.4	1.4	1.7
R T ₁	56	38	50	57		1.6	1.2	1.3	1.5
	57	62	54	60		1.5	2.0	1.7	1.4
	58	56	53	53		1.5	1.8	1.1	1.6
	58	45	55	68		1.4	1.5	1.1	1.2
	56	58	57	66		1.8	1.7	1.6	1.6
A	55	50	55	60	1.5	1.6	1.4	1.6	
T	68	52	28	63	X ₂	1.9	1.5	1.1	1.4
A T ₂	76	54	47	66		1.6	2.2	0.8	1.7
	61	40	47	42		1.9	1.2	1.1	1.6
	67	48	30	40		2.0	1.4	0.8	1.3
	68	50	32	45		1.6	1.4	1.1	1.3
	65	50	33	44		2.2	1.4	0.7	1.0
M	68	56	36	53	1.8	1.5	0.9	1.4	
I	65	19	42	59	X ₃	1.8	0.4	1.0	1.9
E T ₃	64	21	67	59		1.3	0.5	1.8	1.2
	58	32	68	39		1.2	0.6	1.4	0.9
	59	21	46	28		1.3	0.5	1.2	1.0
	53	30	56	41		1.4	0.6	1.4	1.3
	56	25	57	52		1.2	0.5	1.3	1.4
N	59	25	56	46	1.4	0.5	1.4	1.3	
T	64	51	53	53	X ₄	2.3	1.8	1.9	1.6
O T ₄	60	60	66	71		2.1	1.9	2.2	2.7
	51	55	63	62		2.2	2.1	2.1	2.4
	56	79	56	56		2.0	2.7	1.8	1.7
	61	60	56	59		2.2	2.7	2.4	2.2
	63	51	63	49		1.5	2.1	2.0	1.8
S	59	59	60	58	2.1	2.2	2.1	2.1	
TO- TA- LES	261	190	207	217		6.8	5.8	5.8	6.0

C U A D R O 47

VALORES MEDIOS DE ALTURA EN CM, TOMADOS A LOS 45 DIAS POSTSIEMBRA, EN 6 PLANTAS DE MAIZ CRUZA SIMPLE C₂ (HEMBRA DEL AN-360) SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS, APLICADOS DURANTE 10 DIAS EN HIDROPONIA PARA LUEGO TRANSPLANTARSE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	60	55	55	50	55.00
T ₂ = 8 V.C.D. (⊖)	68	56	53	36	53.25
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	59	56	46	25	46.50
T ₄ = 8 V.C.A. (∩)	59	59	60	58	59.00
T O T A L E S	246	226	214	169	855

C U A D R O 48

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 47

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	326.1875	108.7292	2.0153	3.86	6.99
BLOQUES	3	798.1875	266.0625	4.9315*	3.86	6.99
ERROR	9	485.5625	53.9513			
T O T A L	15	1609.9375				

COMPARANDO LA ALTURA CON EL TESTIGO (T₁) :

3.18% DE DISMINUCION EN T₂ CON P_t (RECHAZO) = 0.371943

15.45% DE DISMINUCION EN T₃ CON P (RECHAZO) = 6.8 x 10⁻⁶

7.27% DE AUMENTO EN T₄ CON P_t[†] (RECHAZO) = 0.001555

CUADRO 49

DATOS TOMADOS A LOS 45 DIAS POSTSIEMBRA DEL DIAMETRO MENOR DE TALLO EN CM, MEDIDO A LA MITAD DE LA ALTURA DE MUESTRAS DE SEIS PLANTAS DE MAIZ, DOS CRUZAS SIMPLES C_1 (HEMBRA DEL TEHUANO H6) Y C_2 (HEMBRA DEL AN-360), SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS T_1 , T_2 , T_3 Y T_4

	C_1 BLOQUES				\bar{X}	C_2 BLOQUES				\bar{X}
	I	II	III	IV		I	II	III	IV	
T_1	1.8	1.6	1.4	1.3		1.2	1.4	1.4	1.7	
	1.6	1.0	1.2	1.5		1.6	1.2	1.3	1.5	
	1.4	1.1	1.1	1.3		1.5	2.0	1.7	1.4	
	1.4	1.9	1.1	2.0		1.5	1.8	1.1	1.6	
	1.7	2.0	1.1	0.8		1.4	1.5	1.1	1.2	
	1.5	1.8	1.0	0.9		1.8	1.7	1.0	0.9	
\bar{X}_{1j}	1.6	1.6	1.2	1.3	1.43	1.5	1.6	1.3	1.4	1.45
T_2	1.1	1.3	1.3	1.1		1.9	1.5	1.1	1.4	
	1.2	1.5	1.2	1.2		1.6	2.2	0.8	1.7	
	1.0	1.6	1.2	1.8		1.9	1.2	1.1	1.6	
	1.2	1.4	0.5	1.3		2.0	1.4	0.8	1.3	
	0.9	1.4	1.0	0.9		1.6	1.4	1.1	1.3	
	1.0	1.6	0.9	0.7		2.2	1.4	0.7	1.0	
\bar{X}_{2j}	1.1	1.5	1.0	1.2	1.20	1.9	1.5	0.9	1.4	1.43
T_3	0.9	1.3	1.4	2.0		1.8	0.4	1.0	1.9	
	1.0	1.1	1.1	1.2		1.3	0.5	1.8	1.2	
	0.9	1.2	1.4	1.4		1.2	0.6	1.4	0.9	
	0.9	1.1	1.5	0.9		1.3	0.5	1.2	0.5	
	1.3	0.9	1.6	1.0		1.4	0.6	1.4	1.3	
	0.7	0.8	1.3	1.3		1.2	0.5	1.8	1.4	
\bar{X}_{3j}	1.0	1.1	1.4	1.3	1.20	1.4	0.5	1.4	1.2	1.13
T_4	1.6	1.9	1.5	1.3		2.3	1.8	1.9	1.6	
	1.7	1.5	1.4	1.2		2.1	1.9	2.2	2.7	
	2.0	2.5	1.7	2.0		2.2	2.1	2.1	2.4	
	1.3	1.9	1.9	2.1		2.0	2.4	1.8	1.7	
	1.4	0.9	1.8	1.4		2.2	2.7	2.4	2.2	
	1.5	2.2	1.4	1.2		1.5	2.1	2.0	1.8	
\bar{X}_{4j}	1.6	1.8	1.1	1.5	1.50	2.1	2.2	2.1	2.1	2.13
$\Sigma \bar{X}_{ij}$	5.2	5.9	4.6	5.3		6.8	5.8	5.7	6.0	

C U A D R O 50

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DEL CUADRO DE DIAMETRO DE TALLO EN MAIZ, DE DOS CRUZAS SIMPLES C₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6) Y C₂ (HEMBRA DEL AN-360), SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS T₁, T₂, T₃ y T₄

C ₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6)						
F.V	G.L	S.C	C.M	F _C	F _T 5% 1%	
TRATAMIENTOS	3	.286875	.095625	2.0707	3.86	6.99
BLOQUES	3	.211875	.070625	1.5293	3.86	6.99
ERROR	9	.415625				
T O T A L	15	.914375				
$\% \Delta(T_1, T_2) = -16.08$ CON $P_t(R) = .082209$ y $P_F(R) = .542392$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -16.08$ CON $P_t(R) = .082209$ y $P_F(R) = .542392$ $\% \Delta(T_1, T_4) = 4.89$ CON $P_t(R) = .327983$ y $P_F(R) = .974151$ $\% \Delta(T_2, T_3) = 0$ CON $P_t(R) \cong 1$ y $P_F(R) \cong 1$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 25.00$ CON $P_t(R) = .039895^*$ y $P_F(R) = .336015$						
C ₂ (HEMBRA DEL AN-360)						
F.V	G.L	S.C	C.M	F _C	F _T 5% 1%	
TRATAMIENTOS	3	2.141875	.713958	7.2147**	3.86	6.99
BLOQUES	3	.221875	.073958	.747365	3.86	6.99
ERROR	9	.890625	.098958			
T O T A L	15	3.254375				
$\% \Delta(T_1, T_2) = -1.38$ CON $P_t(R) = .465167$ y $P_F(R) = .999791$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -2.21$ CON $P_t(R) = .092058$ y $P_F(R) = .580789$ $\% \Delta(T_1, T_4) = 46.89$ CON $P_t(R) = .006818^{**}$ y $P_F(R) = .081057^*$ $\% \Delta(T_2, T_3) = -20.98$ CON $P_t(R) = .189229$ y $P_F(R) = .834413$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 88.49$ CON $P_t(R) = .000749^{**}$ y $P_F(R) = .011185^*$						

C U A D R O 51

DIFERENCIA PORCENTUAL ($\Delta\%$) Y PROBABILIDAD DE RECHAZO P (R), ENTRE VALORES MEDIOS DE PORCENTAJE DE NACENCIA Y ALTURA DE LA PLANTA EN MAIZ, DOS HEMBRAS LA DEL (AN-360) Y LA DEL (TEHUANO H-6) CAUSADOS POR LOS TRATAMIENTOS ELECTRICOS COMPARADOS CON EL TESTIGO (T₁)

VARIABLE OBSERVADA	TRATAMIENTOS ELECTRICOS (HEMBRA DEL AN-360)					
	T ₂ = 8 V.C.D. ($\bar{+}$)		T ₃ = 8 V.C.D. (\pm)		T ₄ = 8 V.C.A. (\sim)	
	$\Delta\%$	P(R)	$\Delta\%$	P(R)	$\Delta\%$	P(R)
% DE NACENCIA	-10.60	0.020000*	-15.30	0.002560**	+ 4.70	0.170000
A A LOS 5 DIAS	-51.70	0.000003**	-34.40	0.000003**	+ 1.10	0.420000
L A LOS 7 DIAS	-57.13	4x10 ⁻¹² **	-40.37	1.1x10 ⁻⁷ **	+ 5.80	0.118000
T A LOS 9 DIAS	-62.00	10 ⁻¹⁰ **	-42.40	9.9x10 ⁻¹⁰ **	+ 0.40	0.540000
U A LOS 30 DIAS	-12.50	0.011238*	-20.45	0.000744**	+21.59	0.000522**
R A LOS 45 DIAS	- 3.18	0.371943	-15.45	6.8x10 ⁻⁶ **	+ 7.27	0.001555**
(HEMBRA DEL TEHUANO 6)						
% DE NACENCIA	- 7.95	0.020000*	- 1.10	0.334000	+2x10 ⁻³	0.494000
A A LOS 5 DIAS	-45.00	2x10 ⁻⁷ **	+ 2.70	0.286000	+24.40	0.000055**
L A LOS 7 DIAS	-52.20	3x10 ⁻¹² **	-15.50	0.000190**	+11.80	0.001790**
T A LOS 9 DIAS	-64.90	7.49x10 ⁻⁸ **	-26.50	7.0x10 ⁻¹⁰ **	+ 1.70	0.222000
U A LOS 30 DIAS	-39.08	6.8x10 ⁻⁶ **	-31.06	4.2x10 ⁻⁵ **	- 2.30	0.314535
R A LOS 45 DIAS	-20.27	8.0x10 ⁻⁷ **	-10.60	0.000138**	+ 3.68	0.038276*

C U A D R O 52

TABULACIONES DE ALTURA MEDIA (Y) EN CM, VERSUS TIEMPO (t) DIAS POSTSIEMBRA, PARA CADA UNO DE LOS 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS T₁, T₂, T₃ y T₄, EN DOS CRUZAS SIMPLES DE MAIZ, C₁(HEMBRA DEL TEHUANO H-6) y C₂(HEMBRA DEL AN-360)

C ₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6)							
T ₁ = 0 VOLT		T ₂ = 8V.C.D.($\overline{\overline{+}}$)		T ₃ = 8V.C.D.(\pm)		T ₄ = 8V.C.A.(\sim)	
t	y	t	y	t	y	t	y
5	2.808	5	1.544	5	2.886	5	3.494
7	8.450	7	4.038	7	7.142	7	9.448
9	15.660	9	5.490	9	11.504	9	15.924
30	21.750	30	13.250	30	15.000	30	21.250
45	54.250	45	43.250	45	48.500	45	56.250
C ₂ (HEMBRA DEL AN-360)							
t	y	t	y	t	y	t	y
5	3.706	5	1.790	5	2.432	5	3.746
7	9.858	7	4.226	7	5.878	7	10.430
9	17.508	9	6.650	9	10.090	9	17.578
30	22.000	30	19.250	30	17.500	30	26.750
45	55.000	45	53.250	45	46.500	45	59.000

C U A D R O 53

MODELOS POLINOMIALES DE MAYOR SIGNIFICANCIA Y PROBABILIDAD DE RECHAZO P(R), QUE EXPLICAN EL CRECIMIENTO DE MAIZ EN CADA TRATAMIENTO ELECTRICO. ALTURA(Y) EN CM VERSUS TIEMPO (t) EN DIAS CON $5 \leq t \leq 45$

TRATAMIENTO	MODELO POLINOMIAL	P(R)
(C ₁ , T ₁)	$Y(t) = -.0920181 + 1.07686t$	.017403*
(C ₁ , T ₂)	$Y(t) = 6.85508 + 2.1643t - .10272t^2 + .00176374t^3$	.007837**
(C ₁ , T ₃)	$Y(t) = -16.1008 + 4.81007t - .227329t^2 + .00338532t^3$	.019444*
(C ₁ , T ₄)	$Y(t) = .262414 + 1.09431t$	.021425*
(C ₂ , T ₁)	$Y(t) = 1.35372 + 1.05524t$	.021748*
(C ₂ , T ₂)	$Y(t) = -7.79009 + 2.36511t - .101536t^2 + .00175825t^3$	.006172**
(C ₂ , T ₃)	$Y(t) = -1.83104 + .9537t$	.014293*
(C ₂ , T ₄)	$Y(t) = .969904 + 1.17348t$	.011332*

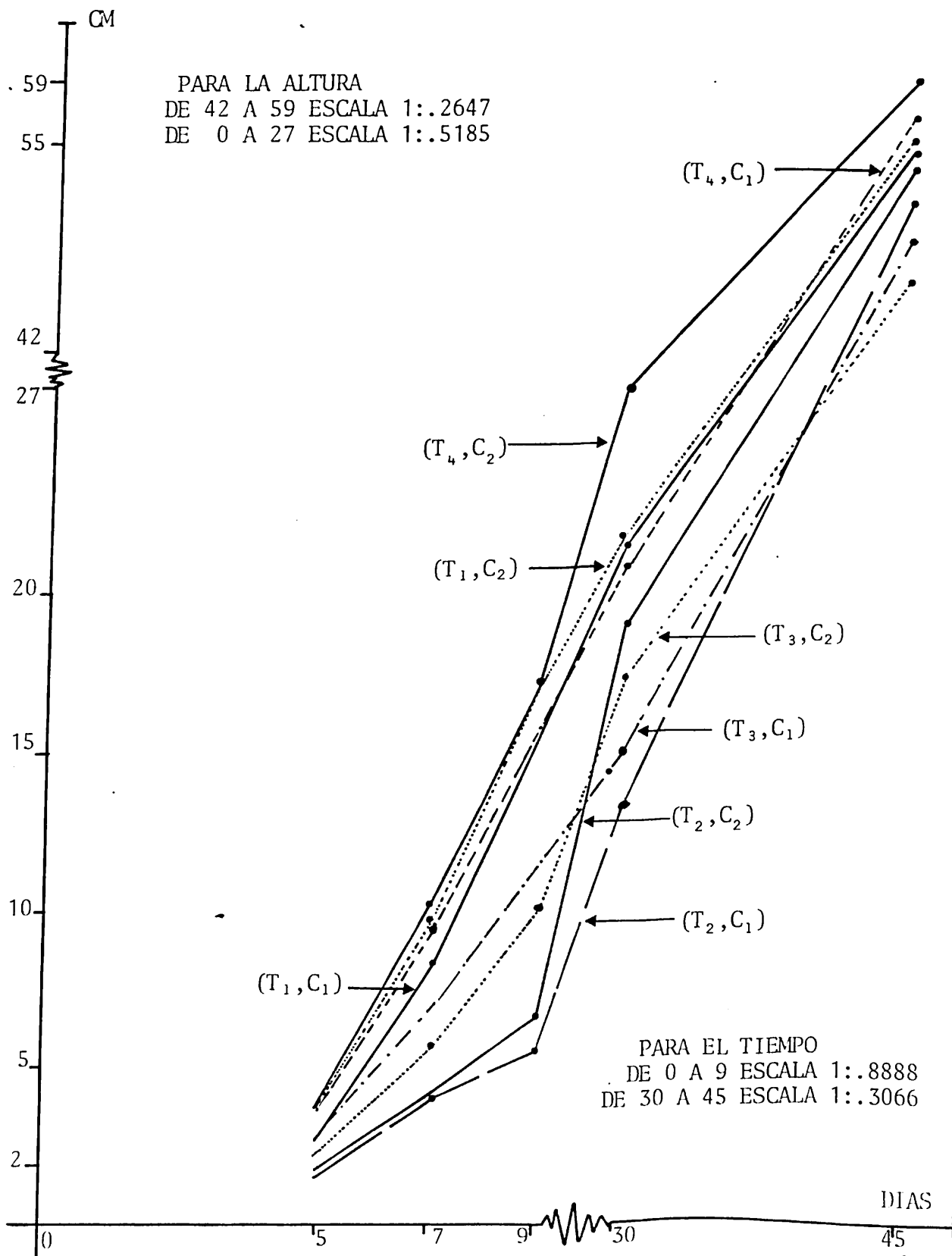


FIG. 16 GRAFICA DE ALTURA EN FUNCION DEL TIEMPO, PARA CADA UNA DE LAS CRUZAS SIMPLES C (HEMBRA DEL TEHUANO H-6) Y C (HEMBRA DEL AN-360) EN CADA TRATAMIENTO ELECTRICO T₁ = TESTIGO, T₂ = 8 V.C.D. (±), T₃ = 8 V.C.D. (±) y T₄ = 8 V.C.A. (∞)

C U A D R O 54

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS POLINOMIOS DE GRADO - 1, 2 y 3 ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE MAIZ EN EL TRATAMIENTO $T_1 = 0$ VOLT, PARA LAS CRUZAS SIMPLES C_1 (HEMERA DEL TEHUANO H-6) Y C_2 (HEMERA DEL AN-360) A PARTIR DE LOS DATOS DEL CUADRO 52

C ₁ (HEMERA DEL TEHUANO H-6)				
F.V	G.L	S.C	C.M	F
DE LA REGRESION	1	1434.214	1434.214	22.885
ERROR	3	188.011	62.270	
T O T A L	4	1622.225		r=.940267
Y(t) = -.0920181 + 1.07686t CON P(RECHAZO) = .017403				
DE LA REGRESION	2	1528.241	764.121	16.261
ERROR	2	93.984	46.992	
T O T A L	4	1622.225		r=.970600
Y(t) = 9.96929 - .461235t + .0316072t ² CON P(R) = .057934				
DE LA REGRESION	3	1620.461	540.154	306.181
ERROR	1	1.764	1.764	
T O T A L	4	1622.225		r=.999456
Y(t) = -24.2581 + 6.69652t - .296134t ² + .00413532t ³ CON P(R) = .041930				
C ₂ (HEMERA DEL AN-360)				
DE LA REGRESION	1	1377.226	1377.226	19.370
ERROR	3	213.307	71.102	
T O T A L	4	1590.533		r=.930532
Y(t) = 1.35372 + 1.05524t CON P(R) = .021748				
DE LA REGRESION	2	1478.382	739.191	13.182
ERROR	2	112.151	56.076	
T O T A L	4	1590.533		r=.964099
Y(t) = 11.7895 - .540087t + .0327835t ² CON (PR) = .070512				
DE LA REGRESION	3	1588.658	529.553	282.338
ERROR	1	1.876	1.876	
T O T A L	4	1590.533		r=.999410
Y(t) = -25.6391 + 7.2871t - .32561t ² + .00452208t ³ CON P(R) = .043714				
OBSERVACION: Y(t) ES LA ALTURA MEDIA DE PLANTA EN CM EN FUNCION DEL TIEMPO (t) EN DIAS PARA $5 \leq t \leq 45$				

C U A D R O 55

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS POLINOMIOS DE GRADO-1,2 y 3 ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE MAIZ EN EL TRATAMIENTO $T_2 = 8$ V.C.D. ($\bar{+}$), PARA LAS CRUZAS SIMPLES C_1 (HEMBRA DEL TEHUANO H-6) y C_2 (HEMBRA DEL AN-360) A PARTIR DE LOS DATOS DEL CUADRO 52

C ₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6)				
F.V	G.L	S.C	C.M	F
DE LA REGRESION	1	1035.648	1035.648	21.264
ERROR	3	146.112	48.704	
T O T A L	4	1181.759		r=.936142
Y(t) = -4.05502 + .915074t CON P(RECHAZO)=.019185				
DE LA REGRESION	2	1164.939	582.470	69.259
ERROR	2	16.820	8.410	
T O T A L	4	1181.759		r=.992858
Y(t) = 7.7431-.888526t+.370633t ² CON P(R) = .014223				
DE LA REGRESION	3	1181.715	393.905	8797.262
ERROR	1	0.045	0.045	
T O T A L	4	1181.759		r=.999982
Y(t) = -6.85508+2.1643t-.10272t ² +0.00176374t ³ CON P(R)=.007837				
C ₂ (HEMBRA DEL AN-360)				
DE LA REGRESION	1	1669.478	1669.478	33.106
ERROR	3	151.283	50.428	
T O T A L	4	1820.761		r=.957555
Y(t) = -5.27383 + 1.16182t CON P(RECHAZO) = .010430				
DE LA REGRESION	2	1804.047	902.024	107.937
ERROR	2	16.714	8.357	
T O T A L	4	1820.761		r=.995399
Y(t) = 6.76267-.678218t+.0378122t ² CON P(R) = .009179				
DE LA REGRESION	3	1820.718	606.906	14186.680
ERROR	1	0.043	0.043	
T O T A L	4	1820.761		r=.999988
Y(t) = -7.79009+2.36511t-.101536t ² +0.00175825t ³ CON P(R)=.006171				
OBSERVACION: Y(t) ES LA ALTURA MEDIA DE PLANTA EN CM EN FUNCION DEL TIEMPO (t) EN DIAS PARA 5 ≤ t ≤ 45				

C U A D R O 56

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS POLINOMIOS DE GRADO 1, 2 y 3 ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE MAIZ EN EL TRATAMIENTO $T_3 = 8$ V.C.D. (\pm), PARA LAS CRUZAS SIMPLES C_1 (HEMBRA DEL TEHUANO H-6) y C_2 (HEMBRA DEL AN-360). A PARTIR DE LOS DATOS DEL CUADRO 52

C ₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6)				
F.V	G.L	S.C	C.M	F
DE LA REGRESION	1	1102.736	1102.736	15.030
ERROR	3	220.105	73.368	
T O T A L	4	1322.841		r=.913023
Y(t) = -1.12316 + .944248t CON P(RECHAZO) = .030387				
DE LA REGRESION	2	1260.730	630.365	20.298
ERROR	2	62.111	31.055	
T O T A L	4	1322.841		r=.976241
Y(t) = 11.919 - 1.04953t + .0409713t ² CON P(R) = .046953				
DE LA REGRESION	3	1322.532	440.844	1428.918
ERROR	1	0.309	0.309	
T O T A L	4	1322.841		r=.999883
Y(t) = -16.1008 + 4.81007t - .227329t ² + .00338532t ³ CON P(R) = .019443				
C ₂ (HEMBRA DEL AN-360)				
DE LA REGRESION	1	1124.923	1124.923	26.386
ERROR	3	127.898	42.633	
T O T A L	4	1252.822		r=.947582
Y(t) = -1.83104 + .9537t CON P(RECHAZO) = .014293				
DE LA REGRESION	2	1215.566	607.783	32.627
ERROR	2	37.256	18.628	
T O T A L	4	1252.822		r=.985019
Y(t) = 8.0475 - .556451t + .031033t ² CON P(R) = .029738				
DE LA REGRESION	3	1252.317	417.439	846.990
ERROR	1	0.505	0.505	
T O T A L	4	1252.822		r=.999798
Y(t) = -13.5597 + 3.96213t - .175865t ² + .00261056t ³ CON P(R) = .025555				
OBSERVACION: Y(t) ES LA ALTURA MEDIA DE PLANTA EN (CM) EN FUNCION DEL TIEMPO (t) EN DIAS PARA $5 \leq t \leq 45$				

C U A D R O 57

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS POLINOMIOS DE GRADO-1,2 y 3 ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE MAIZ EN EL TRATAMIENTO $T_u = 8$ V.C.A. (\sim), PARA LAS CRUZAS C_1 (HEMBRA DEL TEHUANO 6) y C_2 (HEMBRA DEL AN-360) A PARTIR DE LOS DATOS DEL CUADRO 52

C ₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6)				
F.V	G.L	S.C	C.M	F
DE LA REGRESION	1	1481.091	1481.091	19.588
ERROR	3	226.836	75.612	
T O T A L	4	1707.926		r=.931228
Y(t) = .262414 + 1.09431t CON P(RECHAZO)=.021425				
DE LA REGRESION	2	1610.330	805.165	16.500
ERROR	2	97.597	48.798	
T O T A L	4	1707.926		r=.971008
Y(t) = 12.0581-.708921t+.0370558t ² CON (PR) = .057143				
DE LA REGRESION	3	1707.114	569.038	700.686
ERROR	1	0.812	0.812	
T O T A L	4	1707.926		r=.999762
Y(t) = -23.0062+6.62386t-.298699t ² + .00423644t ³ CON P(R)= .027762				
C ₂ (HEMBRA DEL AN-360)				
DE LA REGRESION	1	1703.154	1703.154	31.198
ERROR	3	163.774	54.591	
T O T A L	4	1866.928		r=.955131
Y(t) = .969904 + 1.17348t CON P(RECHAZO) = .011332				
DE LA REGRESION	2	1773.261	886.631	18.932
ERROR	2	93.667	46.833	
T O T A L	4	1866.928		r=.974591
Y(t) = 9.65769-.154634t+.0272923t ² CON P(R) = .050170				
DE LA REGRESION	3	1866.131	622.044	780.244
ERROR	1	0.797	0.797	
T O T A L	4	1866.928		r=.999786
Y(t) = -24.6901+7.0283t-.301601t ² + .00414986t ³ CON P(R)=.026309				
OBSERVACION: Y(t) ES LA ALTURA MEDIA DE LA PLANTA EN CM EN FUNCION DEL TIEMPO (t) EN DIAS PARA 5 ≤ t ≤ 45				

C U A D R O 58

VELOCIDAD $V(t)$ Y ACELERACION $a(t)$ PARA $0 < t < 45$ DIAS DEL CRECIMIENTO DE LAS CRUZAS SIMPLES DE MAÍZ C_1 Y C_2 RESPECTIVAMENTE, SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS-ELECTRICOS T_1 , T_2 , T_3 Y T_4 . BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA

$$(C_1, T_1): V(t) = 1.07686 \text{ CM/DIA y } a(t) = 0 \text{ CM/DIA}^2$$

$$(C_2, T_1): V(t) = 1.05524 \text{ CM/DIA y } a(t) = 0 \text{ CM/DIA}^2$$

$$(C_1, T_2): V(t) = .00529122t^2 - .20544t + 2.1643$$

$$V(t) = 0 \text{ EN } t_1 = (+19.41 + j5.67) \text{ DIAS y } t_2 = (+19.41 - j5.67) \text{ DIAS}$$

$$a(t) = .01158244t - .20544 \text{ CAUSA QUE } a(t) < 0 \text{ SI } 0 < t < 17.74 \text{ DIAS,}$$

$$a(t) = 0 \text{ SI } t = 17.74 \text{ DIAS y } a(t) > 0 \text{ SI } 17.74 < t < 45 \text{ DIAS.}$$

$$(C_2, T_2): V(t) = .00527475t^2 - .233072t + 2.36511$$

$$V(t) = 0 \text{ SI } t_1 = 15.79 \text{ DIAS y } t_2 = 28.39 \text{ DIAS}$$

$$a(t) = .0105495t - .233072 \text{ CAUSA QUE } a(t) < 0 \text{ SI } 0 < t < 22.09 \text{ DIAS,}$$

$$a(t) = 0 \text{ SI } t = 22.09 \text{ DIAS y } a(t) > 0 \text{ SI } 22.09 < t < 45 \text{ DIAS.}$$

$$(C_1, T_3): V(t) = .01015596t^2 - .454658t + 4.81007$$

$$V(t) = 0 \text{ SI } t_1 = -17.15 \text{ DIAS y } t_2 = -27.62 \text{ DIAS}$$

$$a(t) = .02031192t - .454658 \text{ CAUSA QUE } a(t) < 0 \text{ SI } 0 < t < 22.38 \text{ DIAS}$$

$$a(t) = 0 \text{ SI } t = 22.38 \text{ DIAS y } a(t) > 0 \text{ SI } 22.38 < t < 45 \text{ DIAS}$$

$$(C_2, T_3): V(t) = .9537 \text{ CM/DIA y } a(t) = 0 \text{ CM/DIA}^2$$

$$(C_1, T_4): V(t) = 1.09431 \text{ CM/DIA y } a(t) = 0 \text{ CM/DIA}^2$$

$$(C_2, T_4): V(t) = 1.17348 \text{ CM/DIA y } a(t) = 0 \text{ CM/DIA}^2$$

5.7 Area Foliar y Análisis Bromatológico en Hoja.

Las diferencias en área foliar fueron significativas en C₁ y C₂. Observándose en C₁ y C₂ un aumento de 17.27% y 41.18% en T₄ comparado con el control. En C₁ se detecta una disminución del 46.93% y 39.92% en T₂ y T₃ respectivamente en relación al control, y para C₂ se reduce un 35.29% en T₃. Comparando los tratamientos T₂ y T₃ con T₄ en C₁ se tiene una disminución de área del 120.98% y 95.21% respectivamente, y en C₂ la disminución es de 29.15% y 118.22% en T₂ y T₃ respectivamente, ver (Cuadros 59, 60 y 61).

Solamente se efectuó el análisis bromatológico de hoja de maíz en la cruz C₂ por limitaciones de laboratorio, y fué necesario sacar una sola muestra resultante a partir de las tres que se tomaron inicialmente. Una diferencia también muy notable es el incremento de % de Proteína, % Nitrógeno y extracto libre de Nitrógeno, quizá menos espectacular que el aumento de Potasio, pero de mayor importancia nutritiva. Otra diferencia importante es entre T₁ y T₄ para Cenizas.

C U A D R O 59

AREA FOLIAR DE MUESTRAS DE 6 PLANTAS DE MAIZ, CALCULADO A PARTIR DE LA FORMULA EMPIRICA $A = N(0.9ab+2.2)$, EN LA CUAL SE CONSIDERA LA HOJA COMO UNA ELIPSE, DONDE a = LONGITUD MEDIA DEL EJE MAYOR, b = LONGITUD MEDIA DEL EJE MENOR DE LA HOJA MAS CERCANA A LA MITAD DE LA ALTURA DE LA PLANTA Y N = NUMERO MEDIO DE HOJAS COMPLETAMENTE DESARROLLADAS. LAS MEDICIONES SE EFECTUARON A LOS 45 DIAS POST-SIEMBRA EN DOS CRUZAS SIMPLES C_1 (HEMBRA DEL TEHUANO H-3) Y C_2 (HEMBRA DEL AN-360) SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS T_1, T_2, T_3 y T_4

	C_1				C_2			
	N	a	b	A	N	a	b	A
	BLOQUE I				BLOQUE I			
T_1	10.00	62.50	6.83	3863.88	10.67	59.83	6.17	3568.43
T_2	9.50	38.00	3.92	1293.42	10.17	70.67	7.42	4817.98
T_3	8.50	52.67	4.92	1999.62	9.17	61.50	7.17	3656.35
T_4	10.67	62.17	5.50	3307.08	9.83	65.67	7.50	4380.26
ΣA_{i1}				10464.00				16423.02
	BLOQUE II				BLOQUE II			
T_1	10.50	57.00	4.75	2581.69	10.67	54.33	5.83	3065.17
T_2	11.33	47.00	4.17	2022.43	10.17	54.33	6.25	3284.29
T_3	8.33	54.00	5.22	2131.08	7.83	43.17	4.17	1285.82
T_4	9.50	67.83	6.33	3694.07	10.00	74.33	8.17	5485.50
ΣA_{i2}				10429.27				13120.78
	BLOQUE III				BLOQUE III			
T_1	8.50	64.17	6.05	2988.49	9.17	67.50	6.92	3871.89
T_2	8.17	50.17	4.83	1800.14	10.17	60.93	7.67	4289.82
T_3	8.50	53.67	4.80	1989.46	7.33	46.33	5.33	1647.07
T_4	10.00	70.50	6.33	3771.13	9.33	70.33	7.83	4648.47
ΣA_{i3}				10550.22				14457.25
	BLOQUE IV				BLOQUE IV			
T_1	9.67	65.33	5.72	3270.62	10.17	60.67	6.42	3584.26
T_2	9.50	43.17	4.35	1626.38	9.17	55.67	6.50	3005.29
T_3	8.83	43.17	4.35	1512.24	8.33	53.17	6.29	2523.81
T_4	9.33	73.33	6.67	4127.20	10.83	69.50	7.83	5331.90
ΣA_{i4}				10536.44				14445.26

C U A D R O 60

DATOS DE AREA FOLIAR, OBTENIDOS EN EL CUADRO 59
 PARA LAS DOS CRUZAS SIMPLES DE MAIZ C₁ Y C₂
 SUJETAS A 4 TRATAMIENTOS ELECTRICOS T₁, T₂, T₃ y T₄

TRATA MIEN- TOS	C ₁				
	I	II	III	IV	\bar{A}
T ₁	3863.88	2581.69	2988.49	3270.62	3176.17
T ₂	1293.42	2022.43	1800.14	1626.38	1685.59
T ₃	1999.62	2131.08	1989.46	1512.24	1908.10
T ₄	3307.08	3694.07	3771.13	4127.20	3724.87
ΣA_{ij}	10464.00	10429.27	10550.22	10536.44	41979.93
	C ₂				
T ₁	3568.43	3065.17	3871.89	3584.26	3521.19
T ₂	4817.98	3284.29	4289.82	3005.29	3849.35
T ₃	3656.35	1285.82	1647.07	2523.81	2278.26
T ₄	4380.26	5485.50	4648.47	5331.90	4971.53
ΣA_{ij}	16423.02	13120.78	14457.25	14445.26	58450.31

C U A D R O 61

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 60

C ₁					
F.V	G.L	S.C	C.M	F _C	F _T 5% 1%
TRATAMIENTOS	3	11639710.04	3879903.35	20.3868	3.86 6.99
BLOQUES	3	2484.56	828.19	.00435	3.86 6.99
ERROR	9	1712824.68	190313.85		
T O T A L	15	13355019.28			
$\% \Delta(T_1, T_2) = -46.93$ CON $P_t(R) = .000465^{**}$ y $P_F(R) = .007183^{**}$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -39.92$ CON $P_t(R) = .001316^{**}$ y $P_F(R) = .018800^*$ $\% \Delta(T_1, T_4) = 17.27$ CON $P_t(R) = .054474$ y $P_F(R) = .414953$ $\% \Delta(T_2, T_3) = 13.20$ CON $P_t(R) = .244600$ y $P_F(R) = .911971$ $\% \Delta(T_2, T_4) = 120.98$ CON $P_t(R) = .000049^{**}$ y $P_F(R) = .000084^{**}$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 95.21$ CON $P_t(R) = .000116^*$ y $P_F(R) = .000192^{**}$					
C ₂					
TRATAMIENTOS	3	14631033.51	4877011.17	8.277530	3.86 6.99
BLOQUES	3	1388819.90	462939.97	.785727	3.86 6.99
ERROR	9	5302680.73	589186.75		
T O T A L	15	21322534.14			
$\% \Delta(T_1, T_2) = 9.32$ CON $P_t(R) = .280188$ y $P_F(R) = .944892$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -35.29$ CON $P_t(R) = .023887^*$ y $P_F(R) = .226748$ $\% \Delta(T_1, T_4) = 41.18$ CON $P_t(R) = .012766^*$ y $P_F(R) = .137325$ $\% \Delta(T_2, T_3) = -40.81$ CON $P_t(R) = .008875^{**}$ y $P_F(R) = .101429$ $\% \Delta(T_2, T_4) = 29.15$ CON $P_t(R) = .033750^*$ y $P_F(R) = .298512$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 118.22$ CON $P_t(R) = .000389^{**}$ y $P_F(R) = .006070^{**}$					

C U A D R O 62

ANALISIS BROMATOLOGICOS MEDIOS DE 3 MUESTRAS TAMAÑO 4 DE LA QUINTA HOJA DE MAIZ, A LOS 40 DIAS POSTSIEMBRA DE PLANTAS PROCEDENTES DE SEMILLA SUJETA A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS EN HIDROTONIA CON SOLUCION NUTRITIVA COMPLETA DURANTE DIEZ DIAS CON VOLTAJES DE:

8 V.C.A.; 8 V.C.D. (\pm); 8 V.C.D. (\mp) y TESTIGO SIN VOLTAJE

COMPONENTES QUIMICOS	T R A T A M I E N T O S			
	TESTIGO	8 V.C.D. (\mp)	8 V.C.D. (\pm)	8 V.C.A.
% MATERIA SECA	94.35	94.10	94.20	93.35
% PROTEINA	16.33	18.15	17.25	17.13
% CENIZAS	9.98	7.80	9.15	18.13
% GRASA	19.88	18.23	21.35	18.65
% FIBRA CRUDA	15.80	14.25	11.90	18.23
% POTACIO	0.67	0.89	1.08	1.48
% FOSFORO	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
% NITROGENO	2.61	2.97	2.77	2.74
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	33.80	41.58	40.35	37.38

NOTA: TRAZAS INDICA CANTIDADES MENORES DE .04 PPM

Las Muestras se tomaron de la Hembra del AN-360

C U A D R O 63

DIFERENCIAS PORCENTUALES ($\Delta\%$) EN VALORES MEDIOS DE COMPONENTES BROMATOLOGICOS EN LA HOJA DE MAIZ HEMBRA DEL AN-360 PARA CADA TRATAMIENTO ELECTRICO T₂, T₃ Y T₄ COMPARADOS CON EL TESTIGO T₁ VER CUADRO 62

COMPONENTES QUIMICOS	DIFERENCIA PORCENTUAL			
	$\% \Delta(T_1, T_2)$	$\% \Delta(T_1, T_3)$	$\% \Delta(T_1, T_4)$	$\% \Delta(\text{MEDIA})$
% MATERIA SECA	- 0.26	- 0.16	- 1.06	- 0.49
% PROTEINA	11.15	5.63	4.50	7.09
% CENIZAS	-21.84	- 8.32	81.66	17.16
% GRASA	- 8.30	7.39	- 6.19	- 2.36
% FIBRA CRUDA	- 9.81	-24.68	15.37	- 6.37
% POTASIO	32.83	61.19	120.89	71.64
% FOSFORO	—	—	—	—
% NITROGENO	13.79	6.13	4.98	8.3
% EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	23.02	19.38	10.59	17.66

5.8 Floración y Rendimiento.

Comparado con el control el tratamiento T_4 en C_1 aumentó en un 29.4% la floración y en C_2 en un 31.9%. Los tratamientos T_2 y T_3 inhiben la floración en 60.1% y 26.8% para C_1 respectivamente y para C_2 un 27.2% y 42.2% en T_2 y T_3 respectivamente, ver (Cuadro 64).

En rendimiento no se detectan diferencias significativas entre el control y T_4 . La cruz C_2 como era de esperarse obtuvo un rendimiento mayor. Los tratamientos T_2 y T_3 reducen significativamente el rendimiento comparados con el control T_1 . El tratamiento T_2 resultó ser el de menor rendimiento en C_1 y C_2 , ver (Cuadro 65 y 66).

La posible causa, de que el rendimiento no se incrementará, es, debida a la indigestión iónica provocada por las fuerzas eléctricas, al acelerar el transporte electrogénico en las células radiculares, en los momentos, en que la energía fotónica, no era suficiente, para metabolizar el transporte iónico a través de las células fotosintéticas.

Por otra parte, la planta requiere de períodos de descanso, que no fueron considerados en este estudio.

C U A D R O 64

PORCENTAJE DE PLANTAS DE MAIZ EN FLORACION CON ESPIGA, JILOTE Y ESPIGA MAS JILOTE, A LOS 80 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA, PARA LAS CRUZAS C₁ (HEMBRA DEL TEHUANO H-6) y C₂ (HEMBRA DEL AN-360), LAS CUALES FUERON TRATADAS ELECTRICAMENTE BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA DURANTE DIEZ DIAS

TRATAMIENTOS	% ESPIGAS		% JILOTES		% ESPIGAS + JILOTES	
	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂
T ₁ = TESTIGO	56.8	86.6	6.2	35.4	31.5	60.0
T ₂ = 8 V.C.D. (̄)	15.8	73.8	0	30.8	8.0	39.1
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	41.6	41.8	0	13.4	20.8	27.6
T ₄ = 8 V.C.A. (˘)	72.4	93.9	5.7	59.8	39.1	76.8

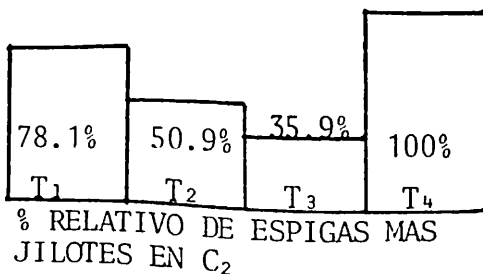
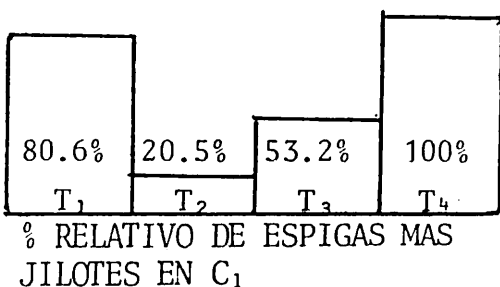
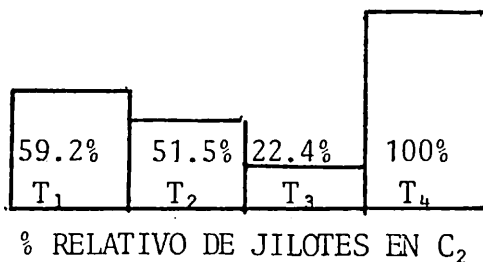
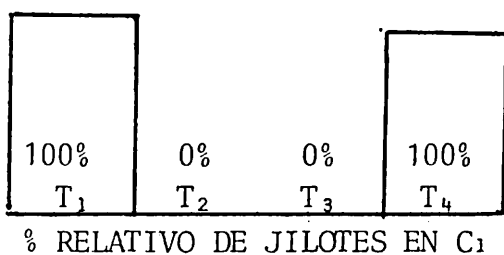
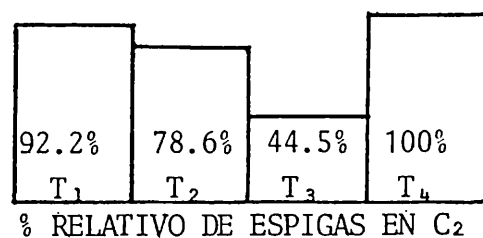
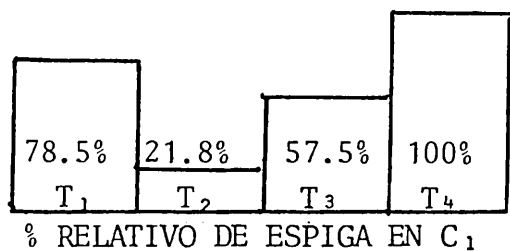


FIG. 17 GRAFICA DE BARRAS PARA EL PORCENTAJE RELATIVO EN FLORACION A LOS 80 DIAS POSTSIEMBRA

C U A D R O 65

VALORES MEDIOS DE RENDIMIENTO (Y) EN TON/ha Y ANÁLISIS DE VARIANZA, PARA MAÍZ CRUZA SIMPLE C₁ (HEM-BRA DEL TEHUANO H-6) SUJETA A CUATRO TRATAMIENTOS ELÉCTRICOS T₁, T₂, T₃ y T₄

TRATAMIENTOS	C ₁ (HEM-BRA DEL TEHUANO H-6)				
	I	II	III	IV	\bar{Y}
T ₁	1.6172	1.8410	0.9343	1.5153	1.4770
T ₂	0.2156	0.3844	0.5343	0.4132	0.3869
T ₃	0.7071	0.8690	0.9201	0.5922	0.7721
T ₄	1.8031	1.4063	0.9630	1.0032	1.2939
ΣY_{ij}	4.3430	4.5007	3.3517	3.5239	15.7193
FV	GL	SC	CM	F _c	F _T 5% 1%
TRATAMIENTOS	3	2.9620	0.9873	11.3223**	3.86 6.99
BLOQUES	3	0.2489	0.0830	0.9515	3.86 6.99
ERROR	9	0.7848	0.0872		
T O T A L	15	3.9957			
$\% \Delta(T_1, T_2) = -73.81$ CON $P_t(R) = .000274^{**}$ y $P_F(R) = .004376^{**}$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -41.73$ CON $P_t(R) = .004128^{**}$ y $P_F(R) = .051967$ $\% \Delta(T_1, T_4) = -12.40$ CON $P_t(R) = .200873$ y $P_F(R) = .852458$ $\% \Delta(T_3, T_3) = 99.56$ CON $P_t(R) = .049456^*$ y $P_F(R) = .387696$ $\% \Delta(T_2, T_4) = 234.43$ CON $P_t(R) = .000938^{**}$ y $P_F(R) = .013706^*$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 67.58$ CON $P_t(R) = .016931^*$ y $P_F(R) = .173218$					

C U A D R O 66

VALORES MEDIOS DE RENDIMIENTO (Y) EN TON/HA Y ANÁLISIS DE VARIANZA PARA MAIZ CRUZA SIMPLE C₂ (HEM-BRA DEL AN-360) SUJETA A CUATRO TRATAMIENTOS ELÉCTRICOS T₁, T₂, T₃ y T₄

TRATAMIENTOS	C ₂ (HEM-BRA DEL AN-360)				
	I	II	III	IV	\bar{Y}
T ₁	4.3866	2.6867	3.8899	3.1923	3.5383
T ₂	1.0905	0.7895	0.9003	0.7146	0.8737
T ₃	1.6429	1.6096	1.7174	1.2351	1.5512
T ₄	3.5159	3.7730	3.0679	2.9763	3.3333
ΣY_{ij}	10.6359	8.8588	9.5755	8.1183	37.1885
FV	GL	SC	CM	F _C	F _T 5% 1%
TRATAMIENTOS	3	20.7810	6.9267	20.7100 ^{**}	3.86 6.99
BLOQUES	3	0.8629	0.2876	.8601	3.86 6.99
ERROR	9	3.0101	0.3344		
T O T A L	15	24.6530			
$\% \Delta(T_1, T_2) = -75.31$ CON $P_t(R) = .000054^{**}$ y $P_F(R) = .000937^{**}$ $\% \Delta(T_1, T_3) = -56.16$ CON $P_t(R) = .000448^{**}$ y $P_F(R) = .006935^{**}$ $\% \Delta(T_1, T_4) = -5.79$ CON $P_t(R) = .314536$ y $P_F(R) = .967610$ $\% \Delta(T_2, T_3) = 77.54$ CON $P_t(R) = .065643$ y $P_F(R) = .469494$ $\% \Delta(T_2, T_4) = 281.50$ CON $P_t(R) = .000200^{**}$ y $P_F(R) = .001663^{**}$ $\% \Delta(T_3, T_4) = 114.88$ CON $P_t(R) = .000912^{**}$ y $P_F(R) = .013454^*$					

5.9 Contenido Bromatológico en Grano.

Todos los tratamientos eléctricos comparados con el control disminuye: Cenizas en (18.00, 32.40 y 75.95)% en (T₂, T₃ y T₄) respectivamente, y disminuye fibra en (22.20, 50.46 y 26.83)%. T₃ aumentó un 49.7% de Grasa y disminuye 9.11% de Proteína, T₄ disminuye el 52% de Grasa, T₂ disminuye 2.70% y T₄ un 2.74% en extracto libre de Nitrógeno. No se detectan diferencias en Materia Seca, ver (Cuadros del 67 al 79).

El aumento en la eficiencia metabólica de la planta en los tratamientos eléctricos, reflejada en algunos componentes bromatológicos del grano, sin manifestar aumentos considerables de proteína, se considera, debido a que, no existió sincronismo, entre el proceso de nutrición a través del sistema radicular y el sistema foliar fotosintético. Dicho sincronismo puede lograr, incrementos en calidad y cantidad del fruto.

C U A D R O 67

DATOS DE PORCIENTO DE MATERIA SECA DE GRANO DE MAIZ (HEMBRA DEL AN-360), PROCEDENTE DE PLANTAS CUYAS SEMILLAS FUERON SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS DURANTE 10 DIAS A PARTIR DE LA SIEMBRA. UTILIZANDO LOS SIGUIENTES VOLTAJES: 8 VOLTIOS CORRIENTE-ALTERNA, 8 VOLTIOS CORRIENTE SEMIRECTIFICADA POLARIZACION DIRECTA, 8 VOLTIOS POLARIZACION INVERSA Y EL TESTIGO SIN VOLTAJE. LA APLICACION DEL VOLTAJE-FUE POR MEDIO DE ELECTRODOS DE ALUMINIO UNO SUPERIOR Y OTRO INFERIOR, COLOCADOS EN LAS MACETAS QUE CONTENIAN SOLUCION NUTRITIVA Y LUEGO SE TRANSPLANTARON AL CAMPO BAJO UN DISEÑO EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	91.10	91.60	91.50	91.90	91.53
T ₂ = 8 V.C.D. (⊖)	91.60	91.70	91.80	91.50	91.65
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	91.20	91.50	92.10	91.70	91.63
T ₄ = 8 V.C.A. (∞)	91.70	91.30	91.70	91.80	91.63
T O T A L E S	365.60	366.10	367.10	366.90	1465.70

C U A D R O 68

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 67

F.V	G.L.	S.C	C.M	F _c	F _T 5% 1%
TRATAMIENTOS	3	0.036875	0.0123	0.1889	3.86 6.99
BLOQUES	3	0.366875	0.1223	1.8794	3.86 6.99
ERROR	9	0.585625	0.0651		
T O T A L	15	0.989375			
COMPARANDO EL % DE MATERIA SECA CON EL TESTIGO T ₁ :					
0.1311% DE AUMENTO EN T ₂ CON P _t (RECHAZO) = 0.453559					
0.1092% DE AUMENTO EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = 0.461268					
0.1092% DE AUMENTO EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = 0.461268					

C U A D R O 69

DATOS DE % DE CENIZAS DE GRANOS DE MAIZ (HEMBRA DEL AN-360), PROCEDENTE DE PLANTAS CUYAS SEMILLAS FUERON SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS. DURANTE 10 DIAS A PARTIR DE LA SIEMBRA. UTILIZANDO LOS SIGUIENTES VOLTAJES: 8 VOLTIOS CORRIENTE ALTERNA - 60 HERTZ, 8 VOLTIOS CORRIENTE SEMIRECTIFICADA, 8 -- VOLTIOS CORRIENTE SEMIRECTIFICADA Y TESTIGO SIN VOLTAJE. LA APLICACION DEL VOLTAJE, SE EFECTUO POR MEDIO DE DOS ELECTRODOS DE ALUMINIO, UNO SUPERIOR Y OTRO INFERIOR, COLOCADOS EN LAS MACETAS QUE CONTENIAN SOLUCION NUTRITIVA Y LUEGO SE TRANSPLANTARON AL CAMPO BAJO UN DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	1.20	1.50	1.43	1.42	1.39
T ₂ = 8 V.C.D. (±)	1.22	0.93	1.10	1.30	1.14
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	0.91	1.19	0.70	0.97	0.94
T ₄ = 8 V.C.A.	0.87	0.68	0.80	0.82	0.79
T O T A L E S	4.20	4.30	4.03	4.51	18.04

C U A D R O 70

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 69

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	.7941	.2647	9.945**	3.86	6.99
BLOQUES	3	.03015	.01005	.3776	3.86	6.99
ERROR	9	.23955	.02662			
T O T A L	15	1.0638				

COMPARANDO EL % DE CENIZAS CON EL TESTIGO T₁ SE TIENE:

18% DE DISMINUCION EN T₂ CON P_t (RECHAZO) = 0.014

32.4% DE DISMINUCION EN T₃ CON P_t (RECHAZO) = 0.00024

75.95% DE DISMINUCION EN T₄ CON P_F (RECHAZO) = 0.0032

C U A D R O 71

DATOS DE PORCIENTO DE FIBRA CRUDA EN GRANO DE MAIZ (HEMBRA DEL AN-360) PROCEDENTE DE PLANTAS SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA, DURANTE 10 DIAS A PARTIR DE LA SIEMBRA PARA LUEGO SER TRANSPLANTADAS AL CAMPO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	3.00	3.10	3.60	3.40	3.28
T ₂ = 8 V.C.D. (-)	3.10	2.60	1.80	2.70	2.55
T ₃ = 8 V.C.D. (+)	2.30	1.90	2.40	2.10	2.18
T ₄ = 8 V.C.A. (~)	2.00	2.20	2.30	3.10	2.40
T O T A L E S	10.40	9.80	10.10	11.30	41.60

C U A D R O 72

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 71

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	2.715	0.9050	4.9364*	3.86	6.99
BLOQUES	3	0.315	0.1050	0.5727	3.86	6.99
ERROR	9	1.650	0.1833			
T O T A L	15	4.680				

COMPARANDO EL % DE FIBRA CRUDA CON EL TESTIGO T₁ SE TIENE:
 22.2% DE DISMINUCION EN T₂ CON P_t (RECHAZO) = 0.008
 50.46% DE DISMINUCION EN T₃ CON P_F (RECHAZO) = 0.02697
 26.83% DE DISMINUCION EN T₄ CON P_t (RECHAZO) = 0.0025

C U A D R O 73

DATOS DE % DE GRASA DE GRANO DE MAIZ (HEMBRA DEL AN-360), PROCEDENTE DE PLANTAS CUYAS SEMILLAS, FUERON SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS, DURANTE DIEZ DIAS A PARTIR DE LA SIEMBRA. UTILIZANDO LOS SIGUIENTES VOLTAJES: 8 VOLTIOS CORRIENTE ALTERNA, 8 VOLTIOS CORRIENTE SEMIRECTIFICADA POLARIZACION DIRECTA, 8 VOLTIOS CON POLARIZACION INVERSA Y EL TESTIGO SIN VOLTAJE. LA APLICACION DEL VOLTAJE FUE POR MEDIO DE ELECTRODOS DE ALUMINIO, UNO SUPERIOR Y OTRO INFERIOR, COLOCADOS EN LAS MACETAS QUE CONTENIAN SOLUCION NUTRITIVA Y LUEGO SE TRANSPLANTARON AL CAMPO BAJO UN DISEÑO EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	7.10	10.30	7.00	7.10	7.88
T ₂ = 8 V.C.D (±)	8.70	10.30	13.10	11.20	8.26
T ₃ = 8 V.C.D (±)	12.20	11.70	11.30	12.00	11.80
T ₄ = 8 V.C.A.	13.10	11.80	10.20	12.80	11.98
T O T A L E S	41.10	44.10	41.60	43.10	169.9

C U A D R O 74

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 73

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	43.221875	14.4073	5.86*	3.86	6.99
BLOQUES	3	1.421875	.47396	.1928	3.86	6.99
ERROR	9	22.120625	2.4578			
T O T A L	15	66.764375				

COMPARANDO EL PORCIENTO DE GRASA CON EL TESTIGO T₁ SE TIENE:

4.8% DE AUMENTO EN T₂ CON P_t (RECHAZO) = 0.353

49.7% DE AUMENTO EN T₃ CON P_t (RECHAZO) = 0.00057

52% DE AUMENTO EN T₄ CON P_t (RECHAZO) = 0.00039

C U A D R O 75

DATOS DE PORCIENTO DE PROTEINA EN GRANO DE MAIZ (HEMBRA DEL AN-360), PROCEDENTE DE PLANTAS SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA, DURANTE 10 DIAS A PARTIR DE LA SIEMBRA, PARA LUEGO SER TRANSPLANTADAS AL CAMPO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	12.10	11.70	11.50	11.70	11.75
T ₂ = 8 V.C.D. ($\bar{+}$)	11.50	12.20	12.20	12.30	12.05
T ₃ = 8 V.C.D. (\pm)	9.60	11.80	10.80	10.50	10.68
T ₄ = 8 V.C.A. (\sim)	11.00	12.00	11.40	9.60	11.00
T O T A L E S	44.20	47.40	45.90	44.10	181.9

C U A D R O 76

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 75

F.V	G.L	S.C	C.M	F _c	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	4.906875	1.6356	3.6567	3.86	6.99
BLOQUES	3	2.161875	0.7206	1.6111	3.86	6.99
ERROR	9	4.025625	0.4473			
T O T A L	15	11.094375				
COMPARANDO EL PORCIENTO DE PROTEINA CON EL TESTIGO T ₁ SE TIENE: 2.55% DE AUMENTO EN T ₂ CON P _t (RECHAZO) = 0.270800 9.11% DE DISMINUCION EN T ₃ CON P _t (RECHAZO) = 0.024984 6.38% DE DISMINUCION EN T ₄ CON P _t (RECHAZO) = 0.073611						

C U A D R O 77

DATOS DE EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO EN GRANO DE MAIZ (HEMBRA DEL AN-360), PROCEDENTE DE PLANTAS SUJETAS A CUATRO TRATAMIENTOS ELECTRICOS, BAJO CONDICIONES DE HIDROPONIA, DURANTE DIEZ DIAS A PARTIR DE LA SIEMBRA, PARA LUEGO SER TRANSPLANTADAS AL CAMPO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA
	I	II	III	IV	
T ₁ = TESTIGO	76.37	73.48	77.47	76.30	75.91
T ₂ = 8 V.C.D. (⊖)	75.48	73.97	71.80	74.20	73.86
T ₃ = 8 V.C.D. (±)	74.99	73.41	74.80	74.72	74.48
T ₄ = 8 V.C.A. (∞)	73.03	73.32	75.30	73.68	73.83
T O T A L E S	299.87	294.18	299.37	298.90	1192.32

C U A D R O 78

ANALISIS DE VARIANZA DEL CUADRO 77

F.V	G.L	S.C	C.M	F _C	F _T	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	11.2992	5.0529	2.2362	3.86	6.99
BLOQUES	3	5.1876	1.7292	1.0267	3.86	6.99
ERROR	9	15.1586	1.6843			
T O T A L	15	31.6454				

COMPARANDO EL EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO CON EL TESTIGO:
 2.7 % DE DISMINUCION EN T₂ CON P_t (RECHAZO) = 0.035307
 1.88% DE DISMINUCION EN T₃ CON P_t (RECHAZO) = 0.093250
 2.74% DE DISMINUCION EN T₄ CON P_t (RECHAZO) = 0.033632

C U A D R O 79

DIFERENCIA PORCENTUAL ($\Delta\%$) Y PROBABILIDAD DE RECHAZO P(R) ENTRE VALORES MEDIOS DE COMPONENTES BROMATOLOGICOS EN GRANO DE MAIZ HEMBRA DEL AN-360, CAUSADOS POR LOS TRATAMIENTOS ELECTRICOS COMPARADOS CON EL TESTIGO (T₁)

VARIABLE BROMATOLOGICA	TRATAMIENTOS ELECTRICOS					
	T ₂ = 8 V.C.D. (⊖)		T ₃ = 8 V.C.D. (±)		T ₄ = 8 V.C.A. (∩)	
	$\Delta\%$	P(R)	$\Delta\%$	P(R)	$\Delta\%$	P(R)
% DE MATERIA SECA	+ 0.13	0.453559	+ 0.11	0.461268	+ 0.11	0.461268
% DE CENIZAS	-18.00	0.014000*	-32.40	0.00024**	-75.95	0.003200**
% DE FIBRA CRUDA	-22.20	0.008000**	-50.46	0.026970*	-26.83	0.002500**
% DE GRASA	+ 4.80	0.353000	+49.70	0.000570**	-52.00	0.000390**
% DE PROTEINA	+ 2.55	0.270800	- 9.11	0.024984*	- 6.38	0.073611
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	- 2.70	0.035307*	- 1.88	0.093250	- 2.74	0.033632*
NOTACION: - $\Delta\%$ INDICA DISMINUCION Y + $\Delta\%$ AUMENTO CON RESPECTO AL TESTIGO (T ₁)						

VI. CONCLUSIONES

La Técnica Electrodinámica propuesta para Selección y Nutrición Vegetal, es aceptable en principio desde un punto de vista científico y económico.

El Consumo de energía eléctrica por tratamiento es de 0.24Watt, con perspectiva de abatirlo aún más, debido a que a medida que aumenta el número de plantas bajo tratamiento eléctrico, el consumo de energía eléctrica por planta disminuye y consigo el costo.

Los tratamientos continuos pulsantes senoidales y recíprocamente inversos T_2 y T_3 , resultan muy significativos en el proceso de evaluación y selección de vigor a PH ácido y alcalino respectivamente, entre y dentro de materiales vegetales.

El tratamiento alterno senoidal T_4 , demuestra ser de gran importancia en el proceso de Nutrición Vegetal, debido probablemente a que influye en una forma equilibrada sobre los potenciales electrogénicos de el sistema celular de la raíz, acelerando el metabolismo celular con aniones y cationes.

Todos los tratamientos eléctricos T_2 , T_3 y T_4 aumentan la energía metabolizable, en especial el tratamiento T_4 , como consecuencia de la disminución de Cenizas y Fibra Cruda.

Se aumenta considerablemente la movilidad y disponi-

bilidad ordenada de nutrientes en torno al sistema radicular. En T₂ dispone de iones positivos en la parte superior del sistema radicular y de iones negativos en la parte inferior, caso contrario sucede en el tratamiento T₃. El tratamiento T₄ dispone de nutrientes positivos y negativos. Todos los tratamientos eléctricos en la parte media de los electrodos induce a un pH neutro. Luego, cuando la raíz de las plantas seleccionadas llegan a esa distancia del electrodo superior, comienzan a recuperarse del bloqueo de iones negativos en T₂ y positivos en T₃.

Los tratamientos T₂ y T₃ disminuyen significativamente el desarrollo radicular, foliar y de floración, lo cual se traduce en disminución del rendimiento, resultando más intensa dicha disminución en T₂. El tratamiento T₄ aumenta el desarrollo vegetal, traduciéndose este en un aumento de calidad en el fruto, pero no de cantidad.

La Técnica Electrodinámica de Nutrición Vegetal puede ser utilizada bajo algunas modificaciones, para producción hidropónica y nutrición de plántula para consumo, y transplante en suelos con problemas de nutrición. Debido a que dicha técnica, acelera el transporte iónico celular de tipo electrogénico, es decir, en presencia de un gradiente de potencial positivo entre las membranas celulares.

Considerando la relación interna entre el sistema radicular y foliar, en cuanto a los procesos fotosintético y de nutrición, se tiene la necesidad de adaptarle a la técnica una fotocelda, que regule la entrada de energía eléc-

trica en función de la intensidad de luz. Conviene además, determinar la frecuencia (f) de aplicación de energía eléctrica, tal que permita la máxima transferencia de potencia iónica al sistema radicular, lo cual teóricamente resultaría cuando $f = (LC)^{-1/2}$, donde (L) es la inductancia -- del sistema hidropónico al considerar el campo electromagnético de la luz, y (C) es la capacidad eléctrica formada por las raíces y la solución nutritiva entre los electrodos.

Se reconoce la necesidad de reproducir y perfeccionar dicha técnica, hasta lograr una aplicación social de manera que produzca una transformación benéfica de orden popular en el "Estatus Quo".

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

- 1 Akira T. y Junichi Y., (1972): DRY MATTER PRODUCTION YIELD COMPONENTS AND GRAIN YIELD OF THE MAIZE PLANT. Traducción al español. Journal of the Faculty of Agriculture - Hokkaido University. Sapporo, Japan.
- 2 Allard R.W., (1967): PRINCIPIOS DE LA MEJORA GENETICA DE LAS PLANTAS. Ed. Omega. Barcelona, España 1967.
- 3 Alvarado M.T., (1981): EFECTO DE LA POLARIZACION ELECTRICA ALTERNA Y DIRECTA DEL SUELO EN MATERIA ORGANICA, CARBONATOS Y RENDIMIENTO EN FRIJOL. Tesis Profesional sin publicar. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila, México.
- 4 Amado A.P., (1983): POLARIZACION ELECTRICA ALTERNA DE SUELO EN TOMATE. Tesis Profesional, UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila, México.
- 5 Anbar Michael and St. John Gilbert., (1975): FORMATION OF NEGATIVE IONS UNDER INVERTED FIELD IONIZATION CONDITIONS. Report in Science, Vol. 190, No. 4216, 781-782, Noviembre 21, 1975.
- 6 Artur C. Giese., (1973): FISIOLOGIA CELULAR Y GENERAL. 4a Edición. Edit. Interamericana. Stanford University, California U.S.A.
- 7 Audus L.J., (1960): "MAGNETOTROPISM: A NEW PLANT GROWTH -- RESPONSE". Nature, January 16, 1960.
- 8 Baitulin I.O., V.M. y Scheglov U.V., (1968): "ON THE QUESTION OF ELECTROBIOLUMINESCENSE IN EMBRYO ROOTS". Bioenergetic Questions and Some Answers. Alma Alta, 1968. (En Ruso)

- 9 Bell Robert S., (1969): GROWING PLANTS WITHOUT SOIL. Miscellaneous Publication No. 7. Rhode Island Agriculture - Exp. Station. University of Rhode Island, Kingston, R.I.
- 10 Benjamín P., Turrent A., Lairó R.J., (1970): ESTUDIO PARA CORREGIR UN PROBLEMA NUTRICIONAL EN SUELOS DE LA SIERRA-TARASCA. CIMMYT. México.
- 11 _____ (1970): DOSIS Y METODOS DE APLICAR FERTILIZANTE FOSFORADO A SUELOS DE LA SIERRA TARASCA. CIMMYT. México.
- 12 _____ (1970): ACCIONES E INTERACCIONES DE LOS ELEMENTOS: NITROGENO, FOSFORO, GALLINAZA, CARBONATO DE CALCIO Y SILICATO DE CALCIO EN SUELOS DE LA SIERRA TARASCA. CIMMYT. México.
- 13 Bertholon M. L'Abbe., (1973): DE L'ELECTRICITE DES VEGETAUX. Alyon, 1973.
- 14 Bhattaghyar Benoytash., (1967): MAGNET DOWSING OR THE -- MAGNET STUDY OF LIFE. Calcuta, India: K.L. Mukhopadhyay, 1967.
- 15 Breazeale E., (1951): SOIL. Sc., 1951, t. LXXI, P. 371.
- 16 Brier Robert M., (1969): "PK ON A BIO-ELECTRICAL SYSTEM". Journal of Parapsychology, Vol. 33, No. 3, Septiembre de 1969, págs. 187-205.
- 17 Brunor Nicola., (1927): LA MEDICINA E LA TEORIA ELECTRONICA DELLA MATERIA. Milán: Institute Editoriale Scientifico, 1927.
- 18 Caldwell, Karin Dahlgren, Kesner, Laya Floch, Myers, Marcus N. and Giddings J. Calvin., (1972): ELECTRICAL FIELD--- FLOW FRACTIONATION OF PROTEINS. Report in Science, ---

Vol. 176, No. 4032,296298, Abril 21, 1972.

- 19 Camarillo M.J., (1981): EFECTO DE LA POLARIZACION ELECTRI
CA ALTERNA Y DIRECTA DEL SUELO SOBRE EL P.H., C.E. Y REN
DIMIENTO DE RABANO. Tesis Profesional sin publicar.
UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
- 20 Carson W.E., (1971): THE PLANT ROOT AND ITS ENVIRONMENT.
Virginia Polytechnic institute and state University USA.
- 21 Castro G. M.E. y Colaboradores., (1978): INFORME DE AVAN-
CES DE INVESTIGACION EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE MAIZ.
UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
22. Cepeda S.L., (1976): AVANCES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO
GENETICO DE MAIZ EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC. Tesis Pro-
fesional. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
- 23 Chavez A. J.L., (1973): POSIBILIDADES DE MAICES SUPER ENA
NOS PARA EL BAJIO. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila
México.
- 24 Chase Thomas T., (1972): "THE DEVELOPMENT AND USE OF ----
ELECTRONIC SYSTEMS FOR MONITORING LIVING TREES". Tesis-
para Maestría en Ciencias. Department of Electrical ---
Engineering, University of New Hampshire, Noviembre de -
1972, 48 págs.
- 25 Cooper A.J., (1973): RAPID CROP TURN-ROUND IS POSSIBLE --
WITH EXPERIMENTAL NUTRIENT FILM TECHNIQUE. The Grower -
Mayo 5, 1973.
- 26 _____ (1974): IMPROVED FILM TECHNIQUE SPEEDS ----
GROWTH. The Grower, Marzo 2, 1974.
- 27 _____ (1974): SOIL? WHO NEEDS IT?. American --
Vegetable Grower Agosto 1974. P.P 18 y 20

- 28 _____ (1974): SOIL? WHO NEEDS IT?. Part II.
American Grower, Septiembre 1974. P.P. 13 y 64.
- 29 _____ (1974): HARDY NURSERY STOCK PRODUCTION IN -
NUTRIENT FILM. The Grower, Mayo 4, 1974.
- 30 _____ (1974): RECENT EXPERIENCES OF GROWERS USING
THE NUTRIENT FILM TECHNIQUE. Galsshouse Crops Research,
Institute Northing Roas, Littlehampton. England.
- 31 _____ (1975): RAPID PROGRESS THROUGH 1974 WITH --
NUTRIENT FILM TRIALS. The Grower, Enero 25, 1975.
- 32 C. R. Ac. Sc., (1878), t. LXXXVII, p. 60-265-939 Y ANN.
CHIMIE ET PHISIQUE, 1879, t. XVI.
- 33 - Crile, George Washington., (1926): THE BIPOLAR THEORY OF-
LIVING PROCESSES. Nueva York. Macmillan 1926.
- 34 _____ (1936): THE PHENOMENA OF LIFE.
A Radio-Electrical Interpretation. Nueva York. W.W. Nor-
ton, 1936.
- 35 D. A. Baker and J.L. Hall., (1975): ION TRANSPORT IN PLANT
CELLS AND TISSUES. School of Biological Sciences, Uni--
versity of Sussex Brighton, Sussex BN19QG, United Kingdam,
1975. North-Holland Publishing Co., Amsterdam-Oxford, --
American Elsevier Publishing Co., Inc., New York.
- 36 Davis Albert Roy y Bhattacharya A.K., (1970): MAGNET AND
MAGNETIC FIELDS. Calcuta K.L. Mukhopadyay 1970.
- 37 De la Warr George., (1969): "DO PLANTS FEEL EMOTION?".
Electrotechnology, Abril de 1969.
- 38 Derry D. Koob, Utah State University, William E. Boogs.,
(1972): THE NATURE OF LIFE. Addison-Wesley Publishing-

Co., Copyright 1972.

- 39 Díaz A. de Astorga G., (1975): LA HIDROPONIA Y LA IMPORTANCIA DE SU ESTUDIO A NIVEL COMERCIAL. Boletín Agrícola Lagunero. Enero y Febrero de 1975. P.P. 44-47.
- 40 Durón I. J.R., (1983): ESTUDIO DEL POTENCIAL DE TRES VARIETADES SINTETICAS EN EL MEJORAMIENTO DEL HIBRIDO TEHUANO H-6. Tesis Profesional. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
- 41 ELECTROCULTURE IN PLANT GROWTH, compilado por el personal técnico de Organic Gardening and Farming. Emmaus, Pa. - Rodale Press, 1968.
- 42 Emrich Mella., (1968): STRAHLENDE GESUNDHEIT DURCH BIOELECTRIZITAT. Munich: Drei-Eickem Verlag, 1968.
- 43 Estrada M.A., (1977): SELECCION MASAL Y SELECCION MODIFICADA DE MAZORCA POR SURCO EN DOS VARIETADES DE MAIZ DE LA RAZA ZAPALOTE CHICO. Tesis M.C., Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco. México.
- 44 Fenson D.S., (1957): "THE BIO-ELECTRIC POTENTIALS OF PLANTS AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE, I: AN ELECTROKINETIC THEORY OF TRANSPORT". Canadian Journal of Botany, Vol. 35, 1957, págs. 573-582.
- 45 _____ (1958): "THE BIO-ELECTRIC POTENTIALS OF PLANTS AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE, II: THE PATTERNS OF BIO-ELECTRIC POTENTIAL AND EXUDATION RATE IN EXCISED SUN FLOWER ROOTS AND STEMS". Canadian Journal of Botany, Vol 36, 1958, págs. 367-383.
- 46 _____ (1959): "THE BIO-ELECTRIC POTENTIALS OF PLANTS AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE, III: THE PRODUCTION OF CONTINUOUS POTENTIAL ACROSS MEMBRANES IN PLANT TISSUE-

BY THE CIRCULATION OF THE HYDROGEN ION". Canadian Journal of Botany. Vol 37, 1959, págs. 1003-1026.

- 47 _____ (1963): "THE BIO-ELECTRIC POTENTIALS OF PLANTS AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE, IV: SOME DAILY AND SEASONAL CHANGES IN THE ELECTRIC POTENTIAL AND RESISTANCE OF LIVING TREES". Canadian Journal of Botany. Vol 41, - 1963, págs. 831-851.
- 48 Fish Birney R., (1972): ELECTRICAL GENERATION OF NATURAL AEROSOLS FROM VEGETATION. Science, Vol 175, No.4027, -- 1239-1240, Marzo 17, 1972.
- 49 Forsstch D. Landw., (1931): T. VI, P. 217-226.
- 50 Fred W. Whwaton, Walter G. Lovely and Clarence W. Bockhop, (1971): EFECT OF STATIC AND 60-Hz ELECTRIC FIELDS ON GERMINATION RATE OF CORN AND SOYBEANS. Transactions of the ASAE (American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph Michigan) Volúmen 14, No. 2, pág. 339-342, 1971.
- 51 Frey Allan H., ELECTRICAL CHARGE DISTRIBUTION AND OLFACTORY METHODOLOGY AND THEORY. Institute for Research State College, Pensylvania.
- 52 F. S. Davis, J. R. Waylnad, M. G. Merkle, (1971): U-F ELECTROMAGNETIC FIELDS FOR WEED CONTROL: PHYTOTOLICITY AND SELECTING. Texas, A & M University. Science, Volúmen 173, No. 3996-535, Agosto 6, 1971).
- 53 Galvani Luigi., (1953): COUMENTARY ON THE EFFECT OF ELECTRICITY. Ion Muscular Motion A translation of Luigi Galvani's De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius. Cambridge, Mass E. Licht, 1953.
- 54 Gauch H. G., (1972): INORGANIC PLANT NUTRITION. P.P. 305-328 Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Publishers.

- 55 Gilbert William., (1958): DE MAGNETE. Nueva York. Dover Pubs., 1958.
- 56 Gunar Ivan I., (1970): "ON THE TRANSMISSION OF ELECTRICAL STIMULATION IN PLANTS". Izvestiya (Noticias) de la Academia Timiryazev de Ciencias Agrícolas, URSS. Núm. 5, -- 1970, págs. 3-9 (en Ruso con un resúmen en Inglés).
- 57 _____ (1971): "THE EVALUATION OF FROST AND HEAT RESISTANCE OF PLANTS THROUGH THEIR BIOELECTRIC REACTIONS" Izvestiya (Noticias) de la Academia Timiryazev de Ciencias Agrícolas, URSS. Núm 5, 1971, págs. 3-7 (en Ruso -- con un resúmen en Inglés).
- 58 _____ (1971): "BIOELECTRIC POTENTIALS OF POTATO TUBERS IN VARYING PHYTOPATHOLOGICAL STATES". Izvestiya (Noticias) de la Academia Timiryazev de Ciencias Agrícolas, URSS. Núm 6, 1971, págs. 212-213.
- 59 _____ (1971): "ELECTRO PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF REPRODUCTION AND THE COMINED VALUES OF ORHYBRIDS OF WINTER WHEAT IN CONNECTION WITH FROST RESISTANCE". Doklady (Informes) de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas. (en Ruso), URSS. Núm. 9, Septiembre de 1971.
- 60 Gurvich Aleksander G., (1954): MITOGENETIC RADIATION. Physico-chemical Bases and Applications in Biology and Medicine. Moscú Medgiz, 1954 (en Ruso).
- 61 _____ (1937): MITOGENETIC ANALYSIS OF -- THE BIOLOGY OF THE CANCER CELL. Moscú, All-Unión Institute for Experimental Medicine, 1937 (en Ruso).
- 62 Halacy Jr., Daniel S., (1966): RADIATION, MAGNETISM AND -- LIVING THINGS. Nueva York, Holiday House, 1966.
- 63 Hart F.X. and Bachman, Ch. H., (1968): THE EFFECT OF AIR

- IONS ON LIQUID EVAPORATION RATES. Int. J. Biometeor, --
1968, Vol. 12, Núm 3, P.P. 251-261.
- 64 Havalik S.V., (1970): "A BIOPHYSICAL MAGNETOMETER-GRADIO-
METER". The Virginis Journal of Science, Vol 21, Núm. 2
1970, págs. 59-60.
- 65 John Pferiffer and Consulting Editors Rene' Dubos, Henry -
Marcenau, C.P. Snow, Life Science Library., (1964):
THE CELL. Time Inc., 1964, págs. 37-40 83-87.
- 66 JOURN. AGRIC. Sc., (1924): t. XVI, P. 268-286.
- 67 Kalashnikov S.G., (1959): ELECTRICIDAD. Edit. Grijalvo,
S.A., México.
- 68 Karlsson L., (1972): "INSTRUMENTATION FOR MEASURING BIO--
ELECTRICAL SIGNALS IN PLANTS". The Review of Scientific
Instruments, Vol 43, Núm 3. Marzo de 1972, págs. 458-464.
- 69 Kirlian, Semyon D. y Valentina H., (1968): "INVESTIGATION
OF BIOLOGICAL OBJECTS IN HIGH-FRECUENCY ELECTRICAL FIELDS"
Bioenergetic Questions and Some Answers. Alma Alta URSS,
1968.
- 70 _____ (1968): THE SIGNIFICANCE
CE OF ELECTRICITY IN THE GASSOUS NOURISHMENT MECHANISM -
OF PLANTS". En Bioenergetic Questions and Some Answers.
Alma Alta, URSS, 1968.
- 71 Kotaka S., Krueger A.P., Adriese P.C., (1965): AIR ION --
EFFECTS ON THE OXYGEN CONSUMPTION OF BARLEY SEEDLINGS.
Nature, Volumen 208, No. 5015, P.P. 1112-1113, 12 de No-
viembre 1965.
- 72 _____ (1965): EFECT OF -
AIR IONS ON IAA CONTENT OF BARLEY SEEDLINGS. The Air --

Ion Laboratory, Division of Medical Microbiology and Immunology and the Naval Biological Laboratory of the School of Public Health, The University of California, Berkeley 4, California Plant and Cell Physiology, 1965.

- 73 _____ (1968): THE EFFECT OF AIR IONS ON LIGHT-INDUCED SWELLING AND DARK INDUCED SHRINKING OF ISOLATED CHLOROPLASTS. Int. J. Biometeor, 1968, Vol 12, Núm. 2 P.P. 85-92.
- 74 Kroning, H.L. CONCERNING THE BIOLOGICAL EFFECTS OF EXTREMELY LOW FREQUENCY ELECTRICAL PHENOMENA IN THE ATMOSPHERE.
- 75 Krueger, A.P. Kotoka S. and Andriese P.C., (1966): STUDIES ON THE BIOLOGICAL EFFECTS OF GASEOUS IONS. A REVIEW. Special Monograph Series 1966. 1, Biometeorological Centre, Leiden.
- 76 L. A. T. Ballard, Csiro, Division of Plant Industry, Canberra, Act 2601 Australia; S.O. Nelson and L.E. Stetson, USDA, Agricultural Research Service, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, 68503. EFFECT OF RADIOFREQUENCY ELECTRIC FIELD ON PERMEABILITY TO WATER OF SOME LEGUME SEEDS, WITH SPECIAL PREFERENCE TO STROPHILAR CONDUCTION.
- 77 Lawrence L. George., (1967): "BIOPHYSICAL AV DATA TRANSFER" AV Commuication Review. Vol 15, Núm. 2, Verano de 1967, págs. 143-152.
- 78 _____ "INTERSTELLAR COMMUNICATIONS SIGNALS". Information Bulletin. Núm 72/6, San Bernandino Calif., Ecola Institute.
- 79 _____ (1971): INTERSTELLAR COMMUNICATION: WHAT ARE THE PROSPECTS?". Electronics World, Octubre de 1971, págs. 34 y siguientes.

- 80 _____ (1969): "ELECTRONICS AND THE LIVING PLANT". Electronics World, Octubre de 1969, págs. 25-28.
- 81 _____ (1971): "MORE EXPERIMENTS IN ELECTRO CULTURE". Popular Electronics, Junio de 1971, págs. 63-83, 93.
- 82 _____ (1971): "EXPERIMENTAL ELECTRO-CULTURE". Popular Electronics, Febrero de 1971.
- 83 Lemstrom Prof. S. Electricity in Agriculture and Horticulture, (1904): THE ELECTRICIAN. London Pringint & Publishing Co. and New York: D.Van Nostrand, 1904.
- 84 L. E. Stetson and S. O. Nelson., (1972): EFFECTIVENESS OF HOT-AIR, 39-MHz DIELECTRIC AND 2450-MHz MICROWAVE HEATING - FOR HARD-SEED REDUCTION IN ALFALFA. Transactions of the ASAE, Vol. 15, No. 3, 530-535, 1972.
- 85 L. H. Soderholm and Elda R. Walker., (1955): EFFECTS OF - RADIOFREQUENCY ELECTRIC FIELDS ON SEEDS OF NICOTIANA TABACUM L. The Botanical Gasette, Vol. 116, No. 3, Marzo-1955.
- 86 _____ (1955): EFFECT OF -- CATHODE RAYS ON GERMINATION AND EARLY GROWTH OF WHEAT. The Botanical Gazette, Vol. 116, No. 3, Marzo 1955.
- 87 _____, AERB, ARS, U.S. Departament of Agriculture. EFFECT OF DIELECTRIC HEATING AND CATHODE RAYS OF GERMINATION AND EARLY GROWTH OF WHEAT.
- 88 L. Plantefol., (1923): RECH ET INVENTIONS, 1923. t. IV, Núm. 41 a 43, P. 66-79-112.
- 89 Luna D.E., (1980): EVALUACION DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE PEPINO EN SUELO TRATADO CON POLARIZACION ELECTRICA ALTER

- NA Y DIRECTA. Tesis Profesional sin publicar. UAAAN, --
Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
- 90 Lund E.J., (1947): BIOELECTRIC FIELDS AND GROWTH. Austin,
University of Texas Press, 1947.
- 91 Lyalin O. y Pasiehnghi A.B., (1969): COMPARATIVE STUDY OF-
BIOELECTRIC RESPONSE OF A PLANT LEAF TO ACTION OF CO-AND
LIGHT. Agrophysics Research Institute, V.I. Lenin All--
Union Academy of Agricultural Sciences, Leningrado. Bo--
letín publicado por el Instituto de Fisiología de las --
Plantas. Academia de Ciencias de la URSS de Ucrania. Kiev
Marzo 6 de 1969.
- 92 Marha, Karel, Musil Jan y Tuha, Hana., (1971): ELECTROMAG-
NETIC FIELDS AND THE LIFE ENVIRONMENT. San Francisco --
San Francisco Press, 1971.
- 93 Méndez B. J.A., (1983): LA ELECTROCULTURA APLICADA A LA -
PRODUCCION AGRICOLA. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coah.
México.
- 94 _____ y Torres R. F.J., (1979, 1980 y 1981): DISE-
ÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE MAGNETIZADORES DE SEMI-
LLA. Avances de Investigación sin publicar. UAAAN, Bue-
navista. Saltillo, Coahuila. México.
- 95 _____ (1979, 1980 y 1981): DISEÑO, CONSTRUCCION Y
EVALUACION DE SENSORES TRANSDUCTORES Y MEDIDORES DE VA--
RIABLES HIDRICAS Y IONICAS DEL SUELO, PLANTA Y FRUTO.
Avances de Investigación sin publicar. UAAAN, Buenavista.
Saltillo, Coahuila. México.
- 96 _____ (1979, 1980 y 1981): NUTRICION VEGETAL BAJO
CONTROL ELECTRODINAMICO EN EL CAMPO DE CULTIVO. Avances
de Investigación sin publicar. UAAAN, Buenavista. Salti-
llo, Coahuila. México.

- 97 _____ y Arredondo O. A., (1979, 1980 y 1981): PRODUCCION Y EVALUACION NUTRITIVA DE SEMILLA HIDROIONIZADA-EN MAIZ Y FRIJOL. Avances de investigación sin publicar. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
- 98 _____ y Torres R. F.J., (1979, 1980 y 1981): DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE ELECTROIONIZADORES DE SEMILLA Y SUELO. Avances de Investigación sin publicar. UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila. México.
- 99 _____, Licea L. D. y Gónzalez F. H., (1979, 1980 y 1981): SELECCION DE TOLERANCIA VEGETAL A PH EXTREMOS POR MEDIOS ELECTRODINAMICOS.
- 100 Michael Anbar, Gilbert A. St. John., (1975): FORMATION OF NEGATIVE IONS UNDER INVERTED FIELD IONIZATION CONDITIONS. Reports; Science, Vol. 190, No. 4216-781-782, Noviembre-21, 1975.
- 101 Morgan Alfred P., (1939): THE PAGEANT OF ELECTRICITY. Nueva York, D. Appleton Century Co., 1939.
- 102 Murr L.E., "PHYSIOLOGICAL STIMULATION OF PLANTS USING-DELAYED AND REGULATED ELECTRIC FIELD ENVIRONMENTS". International Journal of Biometeorology, Vol 10, Núm. 2, - págs. 147-153.
- 103 Neda Marinesco., (1932): INFLUENCIA DES FACTEURS ELECTRIQUES SUR LA VEGETATION. Edit. Hermann, 30 P.
- 104 Nelson S.O., Stetson L.E., Stone R.B., Weeb J.C., Pettibone C.A., Works, D.W., Kehr W.R. and van Riper G.E., (1964): COMPARISON OF INFRARED, RADIOFREQUENCY AND GAS-PLASMA -- TREATMENTS OF ALFALFA SEED FOR HARD SEED REDUCTION. Transactions of the ASAE. Vol. 7, No. 3, 276-280, 1964.

- 105 _____, Nutile, G.E and Stetson L.E. (1970): EFFECTS OF RADIOFREQUENCY ELECTRICAL TREATMENT ON GERMINATION OF VEGETABLE SEEDS. American Society for Horticulture Science Vol 95, No. 3, 359-366, Mauo 1970.
- 106 _____, and Wolf W.W., (1964): ELECTRICAL SEED TREATMENT. Transactions of the ASAE, Vol. 7, No. 2, 116-119, 122, 1964.
- 107 _____, (1965) ELECTROMAGNETIC RADIATION EFFECTS ON SEEDS. Electromagnetic Radiation in Agriculture, 60-63, Octobre 1965. Conference proceedings published jointly by illuminating Engineering Society and ASAE.
- 108 _____, Stetson L.E. and Works, D.W. (1968): HARD--SEED REDUCTION IN ALFALFA BY INFRARED AND RADIOFREQUENCY ELECTRICAL TREATMENTS. Transactions of the ASAE, Vol.II, No. 5, 728-730, 1968.
- 109 _____, Wolf W.W., (1964): REDUCING HARD SEED IN ALFALFA BY RADIO-FREQUENCY ELECTRICAL SEED TREATMENT. Transaction of the ASAE, Vol 7, No. 2, 116-119,122, 1964.
- 110 _____, L.A. Ballard L.E., Stetson and T. Buchwald., (1976): INCREASING LEGUME SEED GERMINATION BY VHF AND MICROWAVE DIELECTRIC HEATING. Transactions of the ASAE, Vol. 19, No. 2, págs. 369-371, 1976.
- 111 Nollet M. L'Abbe., (1754): RECHERCHES SUR LES CAUSES PARTICULIERES DES PHENOMENES ELECTRIQUES. París, 1754.
- 112 N. W. Pammenter, J.H. Adamson, Patricia Berjar., VIABILITY OF STORED SEED: EXTENSION BY CATHODIC PROTECTION. Department of Biological Sciences University of Natal, Durban, South Africa.
- 113 Obolensky George., (1953): "STIMULATION OF PLANT GROWTH -

BY ULTRASONIC WAVES". Radio-Electronics, Julio 1953.

- 114 Parasnis D.S., (1961): MAGNETISM. Londres, Hutchison, --
1961.
- 115 Pérez G.H., (1978): EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE TOMATE-
EN SUELO TRATADO CON POLARIZACION ELECTRICA ALTERNA EN EL
SURCO. Tesis Profesional sin publicar. UAAAN, Buenavista
Saltillo, Coahuila. México.
- 116 P. F. Knowles, Biophysucs Department, Leeds University, D.
March. Abteilung Spektroskopie, Max Planck, Institut für
Biophysikalische chemie, H.W.E. Rattle, Biophysical Labo-
ratory, Postsmouth Polytechnic, John Wilwy & Sons., (1976):
MAGNETIC RESONANCE OF BIOMOLECULES. Interscience Publication, --
Copyrighth (c) 1976.
- 117 Plancarte M.I., Trinidad S.A., Nuñez E.R., FOSFORO A-
PLICADO AL SUELO Y FOLLAJE EN EL DESARROLLO DEL MAIZ EN-
DOS SUELOS DE LA MESETA TARASCA BAJO CONDICIONES DE IN-
VERNADERO. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, -
México.
- 118 Pressman A.S., (1970): ELECTROMAGNETIC FIELDS AND LIFE.
Nueva York y Londres. Plenum Press, 1970.
- 119 Priestley Joseph., (1767): THE HISTORY AND PRESENT STATE-
OF ELECTRICITY WITH ORIGINAL EXPERIMENTS. Londres 1767.
- 120 Ravitz L.J., (1972): PERIODIC CHANGES IN ELECTROMAGNETIC
FIELDS. Annals, New York Academy of Science, Vol. 47, -
1972, págs. 22-30.
- 121 R. B. Stone, M.N. Christianse, S.O. Nelson, J.C. Webb, J.
L. Goodenough and L.E. Stetson., (1973): INDUCTION OF -
GERMINATION OF IMPERMEABLE COTTON SEED BY ELECTRICAL ---
TREATMENT. Crop Science, Vol.13, págs. 159-161 Mar-Ab-1973.

- 122 Report in Science News., (1977): NEW THEORY OF PROTEIN --
EVOLUTION. Vol. 111-228, Abril 9, 1977.
- 123 Reichenbach Karl L.F., Freiherr Von., (1968): THE ODIC --
FORCE LETTERS ON OD AND MAGNETIS,. Nex Hyde Park, N.Y.,
University Books, 1968.
- 124 _____ (1851): PHYSICO ---
PHYSIOLOGICAL RESEARCHES ON THE DYNAMICS OF MAGNETISM, -
HEAT, LIGHT, ELECTRICITY AND CHEMISM, IN THEIR RELATIONS
TO VITAL FORCE. Nueva York, J.S. Redfield, 1851.
- 125 Rubio M.D., (1975): EL CRECIMIENTO DE PLANTAS EN MEDIOS -
SIN SUELO. CIANE. SAG. Instituto Nacional de Investiga-
ciones Agrícolas.
- 126 Scott Bruce I.H., (1962): "ELECTRICITY IN PLANTS". Scien-
tific American. Octubre de 1962, págs. 107-115.
- 127 Seeley John G., (1974): GROWING PLANTS IN NUTRIENT CULTU-
RES. Horticulture. Vol LII No. 8, P.P. 44-47.
- 128 Sharp E.L., Department of Botany and Micriobiology, Monta-
na State University., BIOLOGICAL EFFECTS OF NATURAL IO-
NIZATION, ELECTROSTATIC, ELECTROMAGNETIC AND MAGNETIC --
FIELDS OF THE ATMOSPHERE.
- 129 Sinaya M.S., University of Leningrad, Departmente of Physio-
logy, Leningrad, USSR. THE INFLUENCE OF UNIPOLAR --
AEROIONS ON THE ELECTROPHORETIC MOBILITY OF ERYTHROCYTES.
- 130 Soderholm L.H., (1957): EFFECT OF DIELECTRIC HEATING AND CA-
THODE RAYS ON GERMINATION AND EARLY GROWTH OF WHEAT. --
Agricultural Engineering, Vol 38, No.5, 302-307, 1957.
- 131 S. O. Nelson, and Elda R. Walker., (1961): EFFECTS OF ---
RADIO-FREQUENCY ELECTRICAL SEED TREATMENT. Agricultural

Engineering (journal of the American Society of Agricultural Engineers). Vol 42, No. 12, págs. 688-691, Diciembre 1961.

- 132 _____, W.W. Wolf and R.B. Stone, U.S. Department of Agriculture, Lincoln, Nebraska., (1962): DESIGN AND PERFORMANCE OF A WATER-CIRCULATING SEED GERMINATOR. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, Vol.52 1962.
- 133 _____., (1963): SEED GERMINATING CHAMBER CONTROL. Transactions of ASAE, Vol. 6, No. 2, págs. 158-162 y 166, 1963.
- 134 _____., (1976): USE OF MICROWAVE AND LOWER FREQUENCY RF ENERGY FOR IMPROVING ALFALFA SEED GERMINATION. Journal of Microwave Power, Marzo 11, 1976.
- 135 _____., (1962): RADIATION PROCESSING IN AGRICULTURE. Transaction of the ASAE, Vol. 5, No. 1, págs. 20-25 y 30, 1962.
- 136 Stetson L.E. and Nelson S.O., (1971): EFFECTIVENESS OF HOT-AIR, 39-MHz DIELECTRIC, AND 2450-MHz MICROWAVE HEATING FOR HARD-SEED REDUCTION IN ALFALFA. Presentation at annual meeting, ASEA, Junio 27-30, 1971.
- 137 These., (1929): Estrasburgo.
- 138 Thompson Sylvanus., (1902): MAGNETISM IN GROWTH. (8a. conferencia Robert Boyle), Londres. Henry Frowde, 1902.
- 139 Tompkins P., Bird Ch., (1975): LA VIDA SECRETA DE LAS PLANTAS. Edit. Diana. México.
- 140 van Iren, Frank, and van der Spiegel Antonie., (1975): SUBCELLULAR LOCALIZATION OF INORGANIC IONS IN PLANT CELLS - BY IN VIVO PRECIPITATION. Report in Science, Vol. 187,-

No. 4182, 1210-1211, Marzo 28, 1975

- 141 Wheaton Frederick Warner., (1968): EFFECTS ON VARIOUS ELECTRICAL FIELDS ON SEED GERMINATION. Tesis Doctoral de Filosofia, Universidad del Estado de Iowa, Ames. 1968
- 142 Wheaton F.W., INFLUENCE OF ELECTRICAL ENERGY ON PLANTS. College Park, Maryland: Agriculture Experiment Station, University of Maryland.
- 143 Zaderej Andrew and Corson Claude., (1977): THESIS ELECTROGENIC APPLICATION TO PLANT GROWTH. Unitron Corporation, Elkhart, Indiana, U.S.A.
- 144 Zeit Zuck Ind., (1928): P. 856