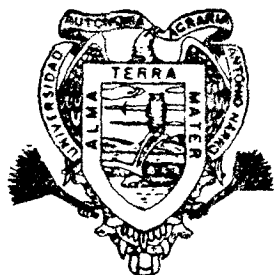


ESTUDIO DE UNA AUXINA SINTETICA Y DOS
MEJORADORES DE SUELO EN EL CULTIVO DE
PAPA (Solanum tuberosum L.), ESTABLECIDO EN
ARTEAGA, COAHUILA.

PEDRO RODRIGUEZ VILLANUEVA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN LA ESPECIALIDAD DE SUELOS



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

OCTUBRE DE 1987

Estudio de una Auxina Sintética y Dos Mejoradores de Suelo
en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum L.), Establecido en
Arteaga, Coahuila.

Pedro Rodríguez Villanueva

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias
en la Especialidad de Suelos



Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

Programa de Graduados
Buenavista, Saltillo, Coahuila

Octubre de 1987

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular -
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

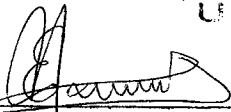
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
DE SUELOS



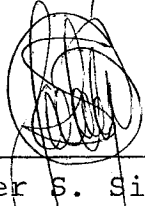
COMITE PARTICULAR

BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBOREDO
BANCO DE TIERRAS
U.A.A.A.M.

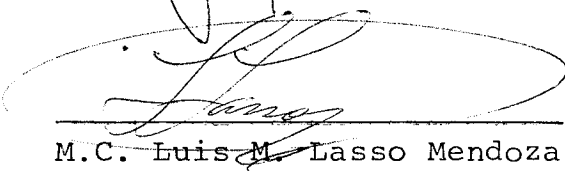
Asesor principal:

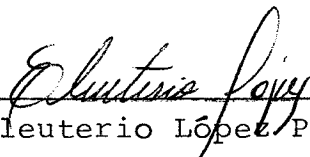

Dr. Eduardo A. Narro Farías

Asesor:


M.C. Javier S. Silveyra Medina

Asesor:


M.C. Luis M. Lasso Mendoza


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coah.

Octubre de 1987.

DEDICATORIA

Por el incalculable valor que representan
en mi vida:
con cariño y respeto a mis Padres

Sr. Baltazar Rodríguez Ramírez
Sra. Rosa María Villanueva de Rodríguez

A mis hermanos

Dora Elia
Baltazar
Felipe de Jesús

AGRADECIMIENTOS

A quienes contribuyeron en esta etapa de
mi preparación

Mi más sincero agradecimiento

COMPENDIO

Estudio de una auxina sintética y dos mejoradores de suelo en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.), establecido en Arteaga, Coahuila.

POR

PEDRO RODRIGUEZ VILLANUEVA

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTUBRE DE 1987.

Dr. Eduardo A. Narro Farías. - Asesor -

Palabras clave: Papa, mejorador de suelo, gallinaza, azufre, auxina sintética, ácido indolbutírico.

Los objetivos principales fueron: mejorar las condiciones físico - químicas del suelo por medio de la aplicación de gallinaza y azufre, y estimular el desarrollo radical de las plantas de papa mediante el tratamiento del tubérculo "semilla" con ácido indolbutírico, para incrementar la exploración del suelo mejorado por las raíces y al mismo tiempo incrementar el rendimiento y calidad del cultivo.

La incorporación de azufre y gallinaza provocaron cambios favorables en el suelo, principalmente después de 70 días después de la siembra. El pH y densidad aparente decrecieron, fósforo y humedad aprovechable del suelo incrementaron,

la capacidad de intercambio catiónico y contenido de materia orgánica, también incrementaron.

La densidad media de raíz evaluada a floración, tuvo un decremento proporcional a las dosis de ácido indolbutírico con ausencia de gallinaza y azufre y un incremento proporcional a las dosis de gallinaza, azufre y ácido indolbutírico en interacción.

Otras características evaluadas a la etapa de floración en planta (altura de tallos, número de hojas por tallo, longitud de la hoja media, número de tallos y diámetro de tallos), no fueron modificadas por los tratamientos bajo estudio.

De las características evaluadas en planta, la densidad de raíces es la que más explica el rendimiento, sin embargo, no se encontró una correlación estadística significativa entre estas dos variables.

Las dosis bajas y medias de los productos aplicados presentaron los más altos rendimientos, aunque sin diferencia estadística significativa.

La calidad comercial es mejorada proporcionalmente a las dosis de azufre en interacción con 100 ppm de ácido indolbutírico en ausencia de gallinaza, ya que se incrementa la producción de papa de primera y se disminuye la producción de tubérculos deformes con significancia.

ABSTRACT

Study of a synthetical auxin and two soil amendment in the cultivation of potato (Solanum tuberosum L.), established in Arteaga, Coahuila.

BY

PEDRO RODRIGUEZ VILLANUEVA

MASTER OF SCIENCE

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTOBER, 1987.

Dr. Eduardo A. Narro Farías - Adviser -

Key words: Potato, soil amendment, henmanure, sulphur, synthetical auxin, indolbutiric acid.

The main objectives were: to improve the physical and chemical soil conditions by means of application of henmanure and sulphur, and to stimulate the root development of the potato plants by the treatment to "seed" tuber with indolbutiric acid, to increase the exploration of the improved soil by roots, and at the same time, to increase yield and quality of the crop.

The incorporation of sulphur and henmanure promote favorable changes in soil, mainly after 70 days after planting. The pH and bulk density decreased, phosphorous and soil moisture availability increased and exchange cationic capacity and organic matter content also increased.

The mean density root, evaluated at flowering, had a proportional decrease to indolbutiric acid dose with -
 enmanure and sulphur absent, and a proportional increase to
 enmanure dose, sulphur and indolbutiric acid in interaction.

Other characteristics evaluated at plant flowering
 tate (shoot height, leaf number per shoot, mean leaf lenght,
 hoot number and shoot diameter), weren't modified by -
 reatments over study.

Of characteristics evaluated in plant, the root -
 ensity is that best explain the yield, however, don't finded
 statistical correlation significance between this two -
 ariables.

The low and mean doses of products applicated, -
 resented highest yields, though without statistical -
 iffERENCE significative.

Comercial quality is proportionally improved to -
 sulphur dose in interaction with 100 ppm of indolbutiric -
 cid, in henmanure absence, due increase the potato of first
 roduction and diminish the misshaped tuber production with
 ignificance.

INDICE GENERAL

| | PAGINA |
|--|--------|
| INDICE DE CUADROS | xi |
| INDICE DE FIGURAS | xiv |
| INTRODUCCION | 1 |
| HIPOTESIS | 3 |
| OBJETIVOS | 3 |
| REVISION DE LITERATURA | 4 |
| LA RAIZ | 4 |
| AUXINAS | 5 |
| MEJORADORES DE SUELO | 8 |
| AZUFRE | 8 |
| GALLINAZA | 11 |
| MATERIALES Y METODOS | 13 |
| CARACTERIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL..... | 13 |
| LOCALIZACION | 13 |
| CLIMA | 13 |
| SUELO | 15 |
| AGUA DE RIEGO | 17 |
| CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS | 21 |
| SEMILLA | 21 |
| ACIDO INDOLBUTIRICO (AIB)..... | 23 |
| AZUFRE | 23 |
| GALLINAZA | 23 |
| FERTILIZANTES | 24 |
| TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 24 |

| | PAGIN |
|---|-------|
| CRONOLOGIA DEL EXPERIMENTO | 27 |
| PREPARACION DEL TERRENO, APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS Y SIEMBRA..... | 27 |
| PRACTICAS CULTURALES | 30 |
| RIEGO | 30 |
| ESCARDAS, APORQUES Y FERTILIZACION..... | 32 |
| CONTROL DE MALEZAS | 32 |
| CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES..... | 33 |
| DESVARE Y COSECHA | 33 |
| EVALUACION DE TRATAMIENTOS | 34 |
| SUELO | 34 |
| PLANTA | 35 |
| FOLLAJE | 35 |
| RAIZ | 38 |
| TUBERCULO..... | 39 |
| METODOS ESTADISTICOS | 40 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 41 |
| VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS EDAFICAS..... | 41 |
| REACCION DEL SUELO (PH)..... | 41 |
| MATERIA ORGANICA (%) | 51 |
| CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (MEQ/100 GR)..... | 51 |
| NITROGENO TOTAL (%) | 52 |
| FOSFORO APROVECHABLE (KG/HA)..... | 52 |
| POTASIO INTERCAMBIABLE (KG/HA)..... | 53 |
| HUMEDAD APROVECHABLE (%) | 53 |
| DENSIDAD APARENTE (GR/CM3)..... | 53 |

| | PAGINA |
|---|--------|
| DESARROLLO DE LAS PLANTAS | 54 |
| FOLLAJE | 54 |
| RAIZ | 64 |
| RENDIMIENTO TOTAL | 71 |
| PRODUCCION DE PAPA DE PRIMERA | 74 |
| PRODUCCION DE PAPA DE SEGUNDA | 81 |
| PRODUCCION DE PAPA DE TERCERA..... | 85 |
| PRODUCCION DE PAPA MONO | 89 |
| INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS EVALUADAS Y PLANTA SOBRE LA PRODUCCION | 93 |
| CONCLUSIONES | 97 |
| SUMEN | 100 |
| TEMPERATURA CITADA | 102 |
| INDICE | 107 |

INDICE DE CUADROS

| CUADRO | | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 3.1. | PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS MEDIAS DE LOS MESES EN QUE ESTUVO ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO CON PAPA (<u>Solanum tuberosum</u> L.). CICLO AGRICOLA PRIMAVERA - VERANO - DE 1986 | 16 |
| 3.2. | CARACTERISTICAS EDAFICAS DEL AREA EXPERIMENTAL | 18 |
| 3.3. | DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO EN EL SITIO EXPERIMENTAL | 20 |
| 3.4. | ANALISIS QUIMICO DEL AGUA DE RIEGO. RANCHO "GUADALUPE", CICLO AGRICOLA PRIMAVERA - VERANO DE 1986 | 22 |
| 3.5. | FACTORES Y DOSIS EN ESTUDIO | 25 |
| 3.6. | TRATAMIENTOS GENERADOS CON EL ARREGLO FACTORIAL UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO- (2x3x3) | 26 |
| 3.7. | MEZCLA FUNGICIDA - INSECTICIDA - NEMATOCIDA APLICADA AL MOMENTO DE LA SIEMBRA..... | 31 |
| 3.8. | CARACTERISTICAS EVALUADAS Y METODOS DE ANALISIS EN SUELO | 36 |
| 4.1. | CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE CUATRO MUESTRAS COMPUESTAS DE SUELO DE CADA TRATAMIENTO, EXTRAIDAS 40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 42 |

| CUADRO | | PAGIN |
|--------|---|-------|
| 4.2. | CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE CUATRO MUESTRAS COMPUESTAS DE SUELO DE CADA TRATAMIENTO, EXTRAIDAS 70 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 43 |
| 4.3. | CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE CUATRO MUESTRAS COMPUESTAS DE SUELO DE CADA TRATAMIENTO, EXTRAIDAS 90 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 44 |
| 4.4. | CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE CUATRO MUESTRAS COMPUESTAS DE SUELO DE CADA TRATAMIENTO, EXTRAIDAS 147 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 48 |
| 4.5. | CARACTERISTICAS DE UNA PLANTA POR TRATAMIENTO A LOS 81 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 55 |
| 4.6. | CARACTERISTICAS DE 12 PLANTAS POR TRATAMIENTO A LOS 83 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 56 |
| 4.7. | DATOS ESTADISTICOS DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS A LOS 83 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 63 |
| 4.8. | DESARROLLO RADICAL EVALUADO 85 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA | 65 |
| 4.9. | RENDIMIENTO TOTAL (TON/HA) EN LOS TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO | 72 |
| 4.10 | PRODUCCION DE PAPA DE PRIMERA (PORCENTAJES EN BASE A RENDIMIENTO TOTAL) | 76 |

| CUADRO | | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 4.11 | PRODUCCION DE PAPA DE SEGUNDA (PORCENTAJES EN BASE A RENDIMIENTO TOTAL)..... | 83 |
| 4.12 | PRODUCCION DE PAPA DE TERCERA (PORCENTAJE EN BASE A RENDIMIENTO TOTAL)..... | 87 |
| 4.13 | PRODUCCION DE PAPA MONO (PORCENTAJES EN BASE A RENDIMIENTO TOTAL)..... | 92 |

INDICE DE FIGURAS

| UMERO | | PAGINA |
|-------|--|--------|
| 3.1. | LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL RANCHO "GUA DALUPE", DONDE SE ESTABLECIO LA FASE - EXPERIMENTAL DE CAMPO DE ESTE TRABAJO. | 14 |
| 3.2. | DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL - CAMPO | 28 |
| 4.1. | VARIACION DEL pH DEL SUELO A TRAVES DEL CICLO DEL CULTIVO. A) CON APLICACION DE AZUFRE, SIN GALLINAZA, B) INTERACTUANDO LAS DOSIS DE AZUFRE CON LA APLICACION DE GALLINAZA | 49 |
| 4.2. | EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA DEN- SIDAD DE RAICES EVALUADA A LOS 85 DIAS - DESPUES DE LA SIEMBRA: A) ACIDO INDOLBU TIRICO; B) AZUFRE Y C) GALLINAZA..... | 69 |
| 4.3. | EFECTO DEL AZUFRE SOBRE LA DENSIDAD DE RAICES..... | 70 |
| 4.4. | EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL REN- DIMIENTO TOTAL: A) ACIDO INDOLBUTIRICO; B) AZUFRE Y C) GALLINAZA | 73 |
| 4.5. | EFECTO DEL ACIDO INDOLBUTIRICO SOBRE EL RENDIMIENTO TOTAL..... | 75 |
| 4.6. | EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRO- DUCCION DE PAPA DE PRIMERA: A) ACIDO IN DOLBUTIRICO, B) AZUFRE Y C) GALLINAZA.. | 77 |

| NUMERO | | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 4.7. | EFECTO DEL AZUFRE SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA DE PRIMERA | 79 |
| 4.8. | EFECTO DEL AZUFRE AL INTERACTUAR CON 100 PPM DE ACIDO INDOLBUTIRICO SOBRE LA PRODUCCION DE TUBERCULO DE PRIMERA..... | 80 |
| 4.9. | EFECTO DEL AZUFRE AL INTERACTUAR CON GALLINAZA SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA DE PRIMERA | 82 |
| 4.10 | EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA DE SEGUNDA: A) ACIDO INDOLBUTIRICO; B) AZUFRE Y C) GALLINAZA.... | 84 |
| 4.11. | EFECTO DEL AZUFRE SOBRE LA PRODUCCION DE TUBERCULOS DE SEGUNDA | 86 |
| 4.12. | EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA DE TERCERA: A) ACIDO INDOLBUTIRICO; B) AZUFRE Y C) GALLINAZA... | 88 |
| 4.13. | EFECTO DEL AZUFRE SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA DE TERCERA | 90 |
| 4.14. | EFECTO DEL ACIDO INDOLBUTIRICO SOBRE LA PRODUCCION DE TUBERCULOS DE TERCERA..... | 91 |
| 4.15. | EFECTO DEL AZUFRE AL INTERACTUAR CON 100 PPM DE ACIDO INDOLBUTIRICO SOBRE LA PRODUCCION DE PAPA MONO | 94 |

CAPITULO I

INTRODUCCION

La creciente demanda actual de alimentos genera una problemática y una alternativa para su solución es la investigación de técnicas apropiadas, enfocadas a incrementar la productividad de las tierras agrícolas.

El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) tiene gran importancia social, ya que genera mano de obra intensiva, estimándose de tres a cuatro peones por hectárea desde la siembra hasta la cosecha; económicamente es muy rentable y es uno de los cultivos que produce mayor rendimiento por unidad de superficie, aporta gran cantidad de alimento de excelente valor nutritivo, es fuente de proteína de alta calidad, carbohidratos, hierro, magnesio, potasio, vitamina B y C. Por otra parte, tiene una gama muy amplia de usos por sus diversas transformaciones en la industria.

Entre las principales zonas productoras de papa en México están: Valles Altos de Toluca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Hidalgo, La Sierra de Chihuahua, Región de Navidad, N.L. y Coahuila, en la Sierra de Arteaga y Derramadero; sobre todo en el Norte existen limitantes por el tipo de suelo, que en su mayor parte son calcáreos, derivados de materiales parentales calizos y el clima, que regularmente es el

característico de zonas áridas y semiáridas. Esto ha contribuido a la formación de suelos de reacción alcalina con valores de pH de hasta 8.3, lo que influye en la disponibilidad de nutrimentos, tales como fósforo, zinc, fierro y manganeso. Existen también acumulaciones de carbonatos de calcio (CaCO_3), que regularmente varía en cantidades de 40 a 70 por ciento, esto afecta la manifestación de la potencialidad en cuanto a producción del cultivo de papa, que según Burton (1981), llega a más de 90 ton/ha bajo condiciones favorables, rendimiento difícil de alcanzar en esta zona, que a pesar de ser altamente tecnificada, presenta rendimientos que oscilan entre 25 a 30 ton/ha en promedio.

La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), en el Programa de Investigación "Mejoradores de Suelo", ha abordado este problema, se observó que no obstante haber favorecido las condiciones que prevalecen en el suelo para el desarrollo del cultivo, las plantas presentan un sistema radical pobre y se cree que ésta es una de las principales causas por las que no se ha encontrado una respuesta favorable total en cuanto a producción y calidad del tubérculo.

En esta etapa de investigación del mismo programa se incluirá el estudio de reguladores de crecimiento para estimular el desarrollo y densidad de raíces absorbentes, y con esto inducir una mayor exploración de volumen de suelo mejorado.

Hipótesis

1. La alcalinidad y compactación de los suelos de la región se pueden mejorar aplicando azufre agrícola y gallinaza.
2. El desarrollo del sistema radical de las plantas de papa cultivadas en suelos de la región es pobre y puede ser estimulado mediante el uso de auxinas sintéticas.
3. Los suelos de la región son alcalinos y compactos, lo cual limita el desarrollo de las raíces y el rendimiento de las plantas de papa.

Objetivos

1. Incrementar el rendimiento y calidad del cultivo de papa mediante el mejoramiento del suelo y estimulación del desarrollo y densidad de raíces absorbentes de las plantas.
2. Evaluar el efecto de la gallinaza y el azufre sobre propiedades selectas del suelo.
3. Evaluar la respuesta en crecimiento de las raíces con respecto a las aplicaciones de ácido indolbutírico, azufre y gallinaza.

CAPITULO II
REVISION DE LITERATURA

La Raíz

Existen una serie de factores externos que afectan - el crecimiento de la raíz, entre ellos le favorece la relación agua - aire del suelo, a un contenido de humedad cercano a la capacidad de campo (0.3 Bar), facilidad de penetración, pH cercano a la neutralidad, presencia de nutrimentos en concentraciones adecuadas y estructura granular que tiene influencia sobre la velocidad de infiltración, retención de humedad, temperatura, capacidad de intercambio de iones, así como la disponibilidad de oxígeno; esto es afectado por el - tipo de arcilla, contenido de materia orgánica, cementantes inorgánicos y microorganismos (Fitzpatrick, 1980; Russell y Russell, 1968; Baver y Gardner, 1972).

En la raíz la absorción es particularmente favorable en la zona de pelos radicales, debido a que presenta gran - área superficial en íntimo contacto con las películas de - agua que rodean las partículas de suelo. A medida que se desarrolla, éstos son substituídos por otros más cercanos a su ápice, de este modo entra de manera progresiva en contacto - con nuevas regiones del suelo, llegando a explorar esta -

especie hasta 61 cm de profundidad (Sutcliffe, 1968; Northen 1968; Barley, 1962; Milthorpe y Moorby, 1974).

La velocidad de crecimiento de la raíz depende principalmente de la temperatura, disponibilidades de agua y aire en el suelo, de la cantidad de carbohidratos que las partes aéreas del vegetal transportan al sistema radical y de la competencia con otras raíces (Russell y Russell, 1968, Bray, 1954).

El poder absorbente es mayor en raíces ligeramente suberizadas, para una vez que la suberización comienza disminuye rápidamente, sin embargo, está aumentado de modo muy considerable por las células epidérmicas superficiales de la capa no suberizada y por algunas de las células epidérmicas inferiores, donde la suberización acaba de empezar, las cuales envían al espesor del suelo pelos radicales que pueden ser de varios milímetros de longitud y aproximadamente una centésima de milímetro de diámetro. Los pelos absorbentes pueden incrementar de cinco a 18 veces el área superficial, dando mayor oportunidad a que se efectúe este fenómeno, ya sea por flujo de masa, difusión o intercepción radical (Russell y Russell, 1968, Mengel y Kirkby, 1982; Epstein, 1972).

Auxinas

La aplicación práctica de reguladores de crecimiento es una de las técnicas agrícolas que se basan en aspectos de fisiología vegetal. Algunos de los procesos del crecimiento y desarrollo que son influidos por auxinas son los siguiente

La elongación celular a través de la promoción de la expansión de la pared celular, dormancia, iniciación floral, crecimiento del fruto, abscisión, juvenilidad, determinación del sexo, maduración del fruto, crecimiento (estimulación) - fructificación, tuberización, senescencia y enraizamiento ó estimulación de iniciación de raíces, por supuesto que por ser el crecimiento un proceso influido por las fitohormonas, a través de la interacción y balance de concentraciones, hormonas tales como giberelinas, citocininas, ácido absicico y etileno, también influyen sobre los procesos mencionados. Además, las hormonas vegetales de acuerdo a su concentración subóptima, óptima y supraóptima, promoverán una respuesta diferente en el crecimiento. La subóptima provocará una respuesta proporcional a la concentración, mientras que la respuesta máxima de la planta ocurrirá a la concentración óptima, finalmente concentraciones excesivas generan inhibiciones - (Pillet et al, 1979; Hill, 1977 y Salisbury, 1978).

Actualmente se han utilizado con éxito para mejorar la densidad de crecimiento y rendimiento de muchos cultivos, en todas estas aplicaciones resulta generalmente ventajoso utilizar auxinas sintéticas, como ácido naftalenacético, ácido indolbutírico, ácido paraclorofenoacético y otros, más que los que se presentan en forma natural. Esto se debe a que las enzimas están presentes en la mayoría de los tejidos vegetales para la rápida desintoxicación o para la natural destrucción de las auxinas, mientras que las artificiales no son tan fácilmente atacadas y por ello persisten y actúan más tiempo. (James, 1967; Weaver, 1980 y Moore, 1979).

Uno de los mejores estimuladores del enraizamiento - el ácido indolbutírico, producto relativamente estable, - ya actividad auxínica es débil y debido a que se desplaza y poco se retiene cerca del sitio de aplicación, otros reguladores se desplazan con facilidad y pueden causar efectos deseables. Otra auxina eficaz para la producción de raíz es el ácido naftalenacético, que es más tóxico y se corre el riesgo de provocar daños al utilizar concentraciones excesivas. Estos dos compuestos resultan más efectivos en la inducción del enraizamiento que el ácido indolacético, producido menos estable en las plantas. Los reguladores de crecimiento pueden modificar, tanto el tipo de raíces como el número en que se producen. El ácido indolbutírico produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas, mientras que los ácidos noxiacéticos a menudo producen raíces dobladas y gruesas. Las raíces que surgen después de la aplicación de reguladores son de origen similar a las producidas normalmente, no obstante sus características y disposición en el tallo pueden variar considerablemente. Las concentraciones altas de reguladores pueden producir anomalías en formación de raíces y necrosis de tejidos (Northen, 1968 y Bleasdale, 1984).

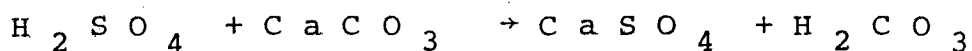
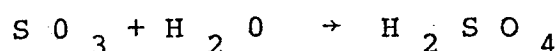
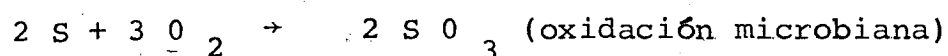
Cuando se utiliza el ácido indolbutírico concentrado para tratar las estacas, se utilizan soluciones de 500 a 5000 ppm durante 5 min a 5 seg, respectivamente. Cuando se utiliza el ácido indolbutírico diluido, la concentración es de 50 a 500 ppm y el tiempo se extiende entre 18 a 24 hrs. Las soluciones concentradas se utilizan por comodidad, ya que no hay que esperar tanto tiempo, sin embargo, los resultados con

ste método no son tan exactos como con las soluciones diluídas. Con la última técnica hay más tiempo para que la hormona sea asimilada y las probabilidades para que el tejido sea ecrosado son menores, como puede ocurrir con concentraciones excesivamente altas de auxinas. (James, 1967; Lagersted, 1971).

Mejoradores de Suelo

zufre

El azufre es el mejorador acidificante más comunmente usado por su bajo costo; usualmente se aplica en forma elemental, con una pureza que varía del 50 al 99 por ciento más y es insoluble en agua. Para que se pueda aplicar el zulfre es imprescindible que el suelo contenga al menos el 1 por ciento de carbonato de calcio para que puedan efectuarse las siguientes reacciones:



Para usar el azufre como mejorador, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos: que el contenido de carbonato de calcio en el suelo sea suficiente para que se pueda formar sulfato de calcio ($CaSO_4$), según lo indican las anteriores reacciones; se requiere de una oxidación microbiana

para formar el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y dicha reacción puede ocurrir a diferentes velocidades, dependiendo de que las condiciones del suelo sean favorables o no para las bacterias *Thiobacillus thiooxidans* oxiden el azufre. Para una buena efectividad del azufre se requiere, además de que esté finamente pulverizado y se mezcle con el suelo, ya que bajo estas condiciones la reacción se acelera y logra la oxidación con mayor rapidez y efectividad. Se recomienda también que la aplicación se lleve a cabo en verano, cuando las temperaturas son elevadas y favorables; asimismo, debe mantenerse el suelo húmedo durante este período, pues el agua es requerida para formar el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y crea una humedad relativa favorable a los microorganismos. Esta reacción es lenta y puede transcurrir en pocas semanas, incluso hasta en más de un año. Se ha observado que 1 ton de azufre tarda en oxidarse aproximadamente de dos a tres semanas en suelos livianos con buena aereación y drenaje apropiado y en suelos pesados con pobre aereación y drenaje se prolonga hasta más de un año. Bajo buenas condiciones de humedad, demora de cuatro a seis semanas (Aceves, 1981; Velasco, 1970; Tisdale y Nelson, 1970).

Morales y Bustamante (1963) evaluaron en suelos calcáreos con pH entre 7.6 y 8.2, con un contenido de 35 por ciento de carbonato de calcio y entre 10 y 20 kg/ha de fósforo aprovechable (Olsen) el efecto de varios acidificantes y encontraron que a los 90 días después de haber hecho aplicaciones separadamente, de 800 kg de azufre, 800 kg de azufre inoculado, 100 lt de polisulfuro y 60 ton/ha de materia -

orgánica; el azufre aumentaba la cantidad de fósforo aprovechable de 17 a 38 kg/ha, el azufre inoculado de 15 a 58 kg/ha, el polisulfuro de 15 a 37 kg/ha y, finalmente, la materia orgánica de 12 a 166 kg/ha. Tanto el azufre como el azufre inoculado tuvieron prácticamente el mismo efecto sobre el pH, bajándolo de 8.0 a 7.0.

Aguirre (1987) y Clement (1978), citados por Carreón (1985), mencionan que el azufre, además de acidificar el suelo contribuye notablemente a movilizar su fósforo y formar parte de diversas proteínas que contiene la papa.

Martínez (1971) trabajó en un suelo calcáreo de la región de Navidad, N.L. y probó la adición de azufre y ácido sulfúrico sobre la nutrición fosfórica en el cultivo de papa. Encontró que la oxidación del azufre fue lenta y en consecuencia llegó a poner muy poco fósforo en disponibilidad, así también, las aplicaciones de ácido sulfúrico tampoco mostraron diferencias significativas en cuanto a su efecto sobre el fósforo aprovechable con respecto al testigo sin mejoradores.

Narro y Méndez (1982), indican que aunque el azufre prácticamente no induce cambios en las propiedades físicas del suelo calcáreo en la región de Navidad, N.L. en donde se estableció su estudio, la aplicación de 1 ton/ha de azufre generó reducciones en el pH de 8.3 a valores menores de 7.

Contreras (1985) al utilizar azufre en dosis de 0.5 y 1.0 ton/ha encontró que a partir de los 73 días el pH disminuía conforme la dosis fue mayor y esto influyó favorablemente sobre la disponibilidad del fósforo.

Narro (1986), reporta que en trabajos realizados en la región de Navidad, N.L. y Coahuila, no obstante una buena parte del azufre permaneció sin descomposición hasta la cosecha, debido probablemente a la muy baja población de microorganismos que pueden oxidar este producto, el acidificante - cumplió parcialmente su función y debido probablemente a la labranza en los sitios experimentales siempre se elevó el pH en los suelos, el cual ya era alcalino. Los mejoradores utilizados redujeron el problema, pero como ya se hizo referencia, su descomposición y acidificación no fue total.

Gallinaza

La composición de la gallinaza por término medio es la siguiente: materia orgánica 20 por ciento, ácido fosfórico 1 por ciento, nitrógeno 1.6 por ciento, potasa 0.8 por ciento, cal 2.4 por ciento, magnesio 0.7 por ciento (Aguirre, 1963, citado por Carreón, 1985).

Sánchez (1976), probó tratamientos de gallinaza de 0 a 20 ton/ha con intervalos de 5 ton en maíz de temporal. Hizo aplicaciones en banda al fondo del surco a la siembra, y en banda a 5 cm de distancia, a la primera labor; los resultados obtenidos demostraron que el rendimiento de grano fue mayor cuando se aplicó a la siembra, que cuando se aplicó a la primera labor, concluyendo que la dosis y época de aplicación afectan los rendimientos del grano. Este ensayo se realizó en la zona III del Plan Puebla.

Martínez (1977) trabajó con suelos calcáreos de la región productora de papa en Nuevo León. Evaluó la eficiencia de la gallinaza como fertilizante para varios cultivos hortícolas, en dosis de 1, 3, 5 y 10 ton/ha, cuya aplicación fue 40 días antes de la siembra y encontró en el cultivo de papa diferencia significativa en cuanto a rendimiento de tubérculo entre tratamientos; el mayor fue el de 3 ton/ha de gallinaza y concluyó que la aplicación aislada de la misma puede substituir la fertilización mineral, no obstante, el incremento en rendimiento, la gallinaza afectó la calidad de tubérculo, lo cual es una restricción para su uso.

Perkins (1964), citado por Martínez (1977), demostró que las aplicaciones de gallinaza en forma individual incrementa el valor de pH en el suelo, el cual es mayor en los primeros días y disminuye paulatinamente hasta llegar a su valor inicial, pero puede disminuir aún más con el paso del tiempo.

García (1985), trabajó en suelos calcáreos de la región Agrícola de Navidad, N.L., probó dosis de gallinaza de 0 a 2.5 ton/ha, con intervalos de 0.5, en el cultivo de papa y la aplicó al voleo y al fondo del surco. No encontró diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a rendimiento y calidad de tubérculo, sin embargo, encontró que es recomendable aplicar 1.5 ton/ha de gallinaza, ya que ofrece una tasa de retorno marginal del 132.28 por ciento en el análisis económico.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el transcurso del ciclo agrícola primavera - verano de 1986; se estudiaron tres factores de la producción en diferentes dosis, con la finalidad de evaluar su efecto sobre el rendimiento del cultivo.

Caracterización del Area Experimental

Localización

El experimento de campo se estableció en terrenos del Rancho "Guadalupe", en el Municipio de Arteaga, Coahuila al Sur del Estado, sobre la carretera 57, aproximadamente a 60 km de Saltillo, como se muestra en la figura 3.1.; sus coordenadas geográficas son: 25° 12' 45" de latitud Norte y 100° 47' 30" de longitud Oeste, y una altitud de 1990 msnm.

Clima

Según Köppen, modificado por García (1983), el clima de este lugar se clasifica como Cw (x'), ya que se caracteri-

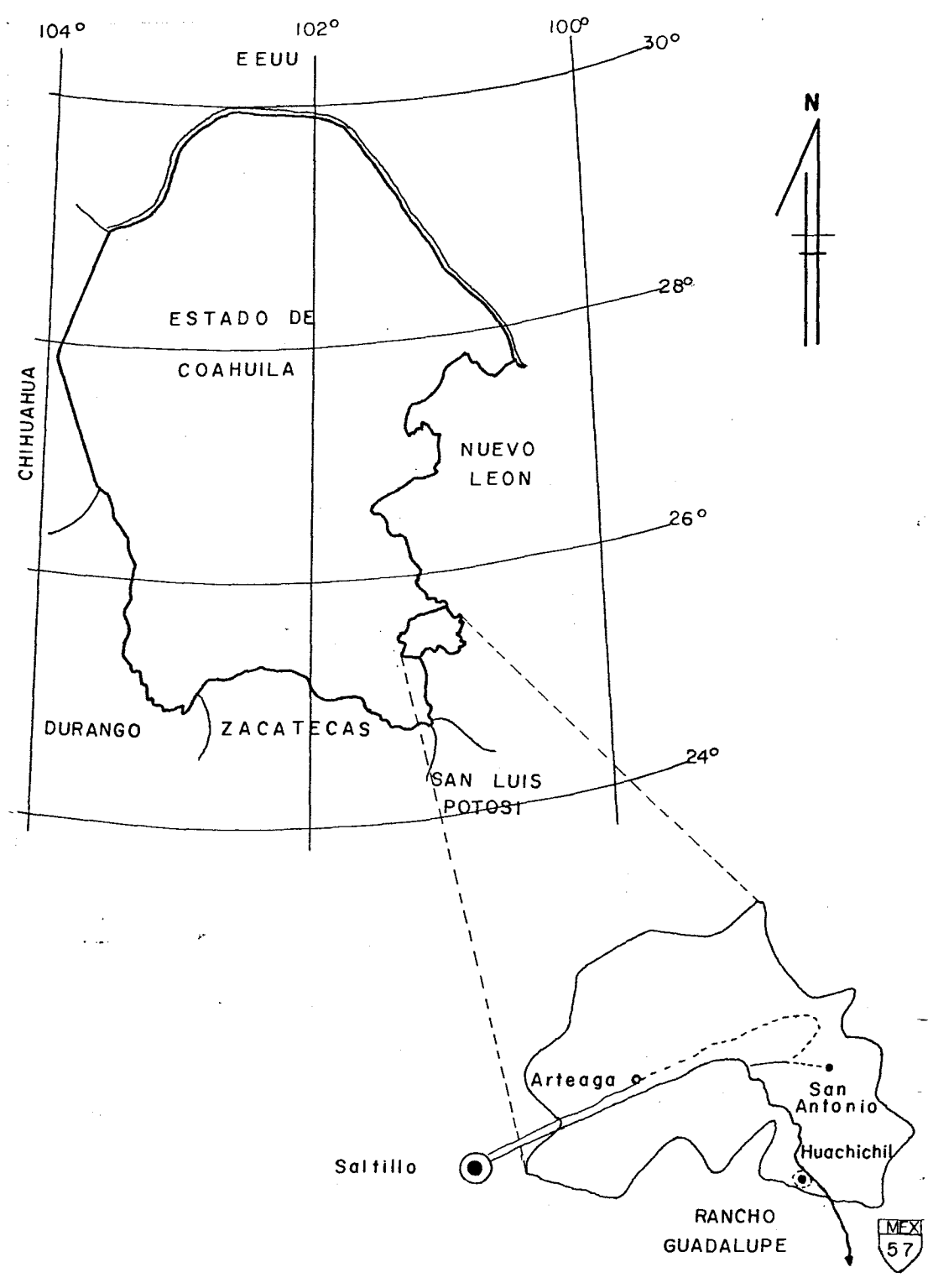


Figura.3.1 Localización geográfica del RANCHO GUADALUPE, donde se estableció la fase experimental de campo de este trabajo.

por presentarse en áreas cuya altitud es superior a 800 - 1000 msnm, son lugares donde la temperatura media del mes más frío es mayor de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero menor de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la del mes más caliente mayor de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, su régimen de lluvia está uniformemente repartido en el año con una proporción de lluvia invernal relativamente alta y su precipitación total anual media es de 370 mm.

En el Cuadro 3.1 se muestran los datos de temperatura y precipitación media de cada mes durante el transcurso del ciclo vegetativo del cultivo, información recabada en la Estación Meteorológica de Huachichil, a cargo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), que es la más cercana al sitio experimental.

Suelo

El suelo se clasifica de acuerdo a la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (1970), como una castañozem cálcico, clase textural fina con fase petrocálcica profunda (Kk/3).

Según el sistema Americano es:

| | |
|------------|-------------------|
| Orden | Mollisol |
| Suborden | Ustolls |
| Gran grupo | Argiustolls |
| Subgrupo | Tipic argiustolls |
| Fase | Arcillosa |

CUADRO 3.1. Precipitaciones y temperaturas medias de los meses en que estuvo establecido el experimento con papa (*Solanum tuberosum* L.). Ciclo agrícola primavera - verano de 1986.

| Mes | Precipitación media (mm) | Temperatura media (°C) |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|
| Marzo | 3.0 | 12.5 |
| Abril | 89.0 | 13.8 |
| Mayo | 76.0 | 16.5 |
| Junio | 129.0 | 17.5 |
| Julio | 237.0 | 17.0 |
| T O T A L | 534.0 | |

Este tipo de suelos se caracteriza por tener un epimófico, su contenido de materia orgánica es moderado, acción va de neutra a moderadamente alcalina, son ricos en nitrógeno, tienen altos porcentajes de arcilla y se localizan en regiones con un rango de precipitación de 250 a 500 mm (Soil Survey Staff, 1975).

En el Cuadro 3.2. se presentan las características de este suelo.

Se hizo una fosa agrológica y se describió el perfil del campo; esta información se presenta en el Cuadro 3.3.

La parcela experimental se situó en la parte alta del valle ligeramente plano, cuya pendiente va del 1 al 3 por ciento, no presenta evidencias de erosión, tiene una profundidad mayor de 50 cm limitada por material petrocálcico, tiene un drenaje pobre, dispone de agua de riego y su uso actual es de agricultura intensiva, donde los principales cultivos que se practican son: avena, cebada, papa y frutales, principalmente el manzano. Estas características lo ubican en la clase II, de acuerdo a su capacidad de uso, con limitaciones moderadas.

Abastecimiento de Riego

Es abastecida por un manto acuífero subterráneo, y el agua se extrae desde el subsuelo a través de perforaciones profundas mediante el uso de bombas eléctricas y distribuida mediante el sistema de riego "Side Roll".

CUADRO 3.2. Características edáficas del área experimental.

| Profundidad (cm) | Análisis físico | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|-----------------|-----------|---------------------|-----------|-------|--|
| | Arena | Limo % | Arcilla | Textura | Da g/cc | Ds | Saturación % | CC | PMP | |
| 0 - 8 | 21.2 | 32.0 | 46.0 | Arcilla | 1.56 | 2.45 | 43.25 | 28.16 | 15.30 | |
| 8 - 38 | 19.2 | 28.0 | 52.8 | Arcilla | 1.59 | 2.49 | 45.25 | 30.92 | 16.80 | |
| 38 - 57 | 19.2 | 24.0 | 56.8 | Arcilla | 1.68 | 2.60 | 43.00 | 30.06 | 16.33 | |
| 57 - 90 | 17.2 | 24.0 | 58.8 | Arcilla | 1.65 | 2.55 | 47.50 | 31.67 | 17.21 | |
| > 90 | 9.2 | 20.0 | 70.8 | Arcilla | 1.70 | 2.66 | 44.50 | 27.48 | 14.93 | |
| Método - empleado | -Hidrómetro de Bouyucos- | | Triángulo de textura USDA | Calculado | Picno- metro | Calculado | Ollas de presión | Calculado | | |

| Profundidad (cm) | Análisis químico | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|---|-----------------|--------------------|-------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|
| | C.E. mmhos/ cm | CIC meq/ 100 gr. | M.O. (%) | pH | N.t. (%) | P.ap. kg/ha. | K. int. kg/ha. | CO ₃ Total (%) |
| 0 - 8 | 0.81 | 44.09 | 3.06 | 7.7 | 0.23 | 99.00 | 900 | 8.98 |
| 8 - 38 | 0.54 | 46.19 | 3.66 | 7.5 | 0.21 | 79.20 | 900 | 16.93 |
| 38 - 57 | 0.93 | 46.19 | 2.26 | 7.5 | 0.21 | 91.35 | 337.5 | 8.98 |
| 57 - 90 | 0.62 | 44.09 | 0.93 | 7.5 | 0.20 | 79.00 | 22.5 | 10.97 |
| > 90 | 0.76 | 33.59 | 0.80 | 7.6 | 0.18 | 66.60 | 22.5 | 34.79 |
| Método - empleado | Puente de Wheatstone | Cationes ex- traibles con acetato de - amonio. | Walkey black | Potenció- metro | Kjeldahl | Olsen | Cobalnitrito de sodio | NaOH IN |

CUADRO 3.2. c o n t i n u a c i ó n .

| Profundidad (%) | Ca meq/lit | Mg meq/lit | Cl meq/lit | Análisis químico | | HC)3 meq/lit | SO4 meq/lit |
|--------------------|------------------------|---------------|---------------|------------------|-----|-----------------|----------------|
| | | | | CO3 | SO4 | | |
| 0 - 8 | 7.86 | 6.66 | 3.4 | No hay | | 4.5 | 4.3912 |
| 8 - 38 | 6.65 | 2.42 | 2.4 | No hay | | 4.0 | 4.2841 |
| 38 - 57 | 12.10 | 6.05 | 5.0 | No hay | | 5.0 | 4.4982 |
| 57 - 90 | 7.86 | 1.21 | 2.2 | No hay | | 3.0 | 4.3912 |
| > 90 | 9.07 | 0.61 | 4.8 | No hay | | 2.0 | 5.3551 |
| Método emplado | ----- Titulación ----- | | | | | | |

el sitio experimental.

| Capa No. | Profundidad (cm) | Textura | Color húmedo | Tipo* | Estructura-Consistencia | Reacción HCL IN | Reacción H ₂ O 30% | Poros | Ra. |
|----------|------------------|---------|--------------|-------|---|-----------------|-------------------------------|---------------------|-----|
| 1 | 0 - 8 | Arcilla | 10YR3/3 | G | Débilmente desarrollada | Muy fuerte | Fuerte | Suelta | |
| 2 | 8 - 38 | Arcilla | 10YR3/3 | BS | Moderadamente desarrrollada con arcillas iluviadas | Fuerte | Fuerte | Medios | |
| 3 | 38 - 57 | Arcilla | 10YR3/4 | BS | Moderadamente desarrrollada y presencia de concreciones | Muy fuerte | Débil | Medios y abundantes | |
| 4 | 57 - 90 | Arcilla | 10YR4/4 | BS | Moderadamente desarrrollada con presencia de arcillas iluviadas | Muy fuerte | Nula | Medios y abundantes | |
| 5 | > 90 | Arcilla | | | | | | | |

* G = Granular

BS = Bloques subangulares

MA = Medias abundantes

MF = Medias finas

PF = Presentes finas

El análisis químico de ésta se muestra en el Cuadro y de acuerdo a éste, se puede decir que es un agua de - inidad y salinidad moderada, por lo que se puede usar - re y cuando haya un grado moderado de lavado. Es un - baja en sodio y puede usarse en la mayoría de los sue - on poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de intercambiable. Para evaluar el peligro de sodifica - utilizando como índice el carbonato de sodio residual - ene que es un agua buena para riego. De acuerdo a la - rción de carbonatos y sulfatos, pertenece a la clase I. contrarse esta agua en el suelo, el magnesio y el cal - e precipitan en forma de carbonatos. Todo el sodio y tasio permanecen en la solución, lo que aumenta la rela - de absorción de sodio, tanto cuanto mayor sea el carbo - de sodio residual. De acuerdo al contenido de cloro, idad efectiva y potencial, y por ciento de sodio posi - e clasifica como agua de buena calidad.

Características de los Materiales Utilizados

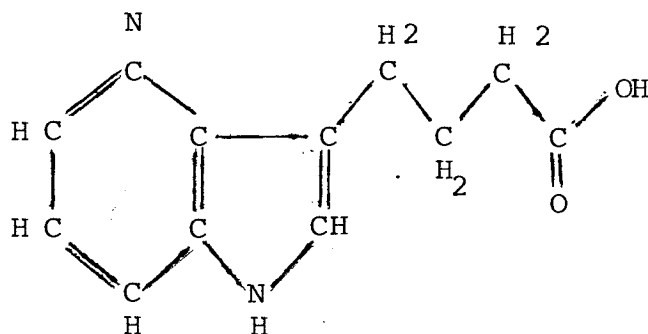
la

Los tubérculos "semilla" de la variedad Alpha se ob - ron directamente de la cosecha anterior, producto de - ltivo con adecuado control fitosanitario. El tamaño - s tubérculos "semilla" fue el de clasificación de terce - éstos presentaban abundantes "ojos" y/o brotes.

CUADRO 3.4. Análisis químico del agua de riego. Rancho Guadalupe, ciclo agrícola primavera - verano de 1986.

| Determinación | Método | Valor | Obtenido |
|------------------------------------|----------------------|--------|-----------------------|
| pH | Potenciómetro | 8.25 | Medianamente alcalino |
| C.E. Micromhos/cm | Puente de Wheatstone | 496 | 17 °C |
| Carbonatos meq/l | Titulación | 0.56 | |
| HCO ₃ meq/l | Titulación | 4.62 | |
| Ca ⁺⁺ meq/l | Titulación | 3.00 | |
| Mg ⁺⁺ meq/l | Titulación | 2.10 | |
| Cl ⁻ meq/l | Titulación | 0.506 | |
| SO ₄ ⁼ meq/l | Titulación | 0.6169 | |
| Na ⁺ meq/l | Titulación | - | |
| K ⁺ meq/l | Titulación | - | |

Acido indolbutírico (AIB)



Estructura química. Auxina artificial (Janick, et al, 19

Azufre

El material utilizado fue flor de azufre en polvo, con una finura dada por la malla # 30, esto garantiza una pureza del 99.5 por ciento de una oxidación de al menos 25 por ciento en un período de cinco meses (Carreón, 1985).

Gallinaza

Análisis realizados reportan lo siguiente:

| | % |
|-----------------------------|--------|
| Materia seca | 83.765 |
| Contenido de humedad | 16.235 |
| Extracto libre de Nitrógeno | 32.412 |
| Extracto etéreo (grasa) | 1.418 |
| Fibra cruda | 13.030 |
| Cenizas | 31.580 |
| Proteínas | 21.560 |

| | % |
|-----------|-------|
| Nitrógeno | 4.740 |
| Fósforo | 3.450 |
| Potasio | 1.720 |

Fertilizantes

| <u>Producto</u> | <u>Fórmula</u> | <u>Características</u> |
|------------------------------------|--|---|
| Sulfato de amonio | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | 20.5 de N_2 , 24 por ciento de azufre, 80 por ciento de solubilidad. Residuo ácido |
| Superfosfato de - calcio simple | $3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 7\text{CaSO}_4$ | 20.5 por ciento de P_2O_5 , 10 por ciento de azufre, 85 por ciento de solubilidad. Bajo índice de higroscopicidad. Residuo ácido. |
| Cloruro de potasio | K C l | 60 por ciento K O, cristales rojos y blancos. Residuo ácido |
| Urea | $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ | 46 por ciento de N granulado, de solubilidad mayor al 80 por ciento. |

Tratamientos y Diseño Experimental

El experimento consistió en el estudio de tres factores (ácido indolbutírico, azufre y gallinaza), en los niveles que se reportan en el Cuadro 3.5, de la combinación de éstos, resultaron 18 tratamientos que se enlistan en el Cuadro 3.6.

CUADRO 3.5. Factores y dosis en estudio.

| Factor | Nivel | Símbolo |
|-----------|------------|----------------|
| A I B | 0 ppm | A ₁ |
| | 100 ppm | A ₂ |
| | 200 ppm | A ₃ |
| Azufre | 0.0 ton/ha | S ₁ |
| | 0.5 ton/ha | S ₂ |
| | 1.0 ton/ha | S ₃ |
| Gallinaza | 0.0 ton/ha | G ₁ |
| | 3.0 ton/ha | G ₂ |

CUADRO 3.6. Tratamientos generados con el arreglo factorial utilizado en el experimento (2x3x3).

| Tratamiento | Clave | -----Descripción----- | | |
|-------------|--|------------------------|--------------------|-------------|
| | | Gallinaza ton / ha. | Azufre ton / ha | AIB* ppm |
| 1 | G ₁ S ₁ A ₁ | 0 | 0 | 0 |
| 2 | G ₁ S ₁ A ₂ | 0 | 0 | 100 |
| 3 | G ₁ S ₁ A ₃ | 0 | 0 | 200 |
| 4 | G ₁ S ₂ A ₁ | 0 | 0.5 | 0 |
| 5 | G ₁ S ₂ A ₂ | 0 | 0.5 | 100 |
| 6 | G ₁ S ₂ A ₃ | 0 | 0.5 | 200 |
| 7 | G ₁ S ₃ A ₁ | 0 | 1 | 0 |
| 8 | G ₁ S ₃ A ₂ | 0 | 1 | 100 |
| 9 | G ₁ S ₃ A ₃ | 0 | 1 | 200 |
| 10 | G ₂ S ₁ A ₁ | 3 | 0 | 0 |
| 11 | G ₂ S ₁ A ₂ | 3 | 0 | 100 |
| 12 | G ₂ S ₁ A ₃ | 3 | 0 | 200 |
| 13 | G ₂ S ₂ A ₁ | 3 | 0.5 | 0 |
| 14 | G ₂ S ₂ A ₂ | 3 | 0.5 | 100 |
| 15 | G ₂ S ₂ A ₃ | 3 | 0.5 | 200 |
| 16 | G ₂ S ₃ A ₁ | 3 | 1 | 0 |
| 17 | G ₂ S ₃ A ₂ | 3 | 1 | 100 |
| 18 | G ₂ S ₃ A ₃ | 3 | 1 | 200 |

* Acido indolbutírico

Se utilizó el diseño bloques al azar, con arreglo de los factores en parcelas subdivididas; se asignó la parcela grande a la gallinaza, la mediana al azufre y la parcela chica al factor de más interés, ácido indolbutírico; se establecieron cuatro repeticiones.

En la Figura 3.2. se muestra el esquema de la distribución de tratamientos en el campo, se tuvieron 72 unidades experimentales, cada una de las cuales constó de seis surcos de 6 m de largo, separados uno de otros 92 cm, como parcela útil se cosecharon los surcos dos y tres, dejando un margen a cada extremo, para eliminar de esta manera el efecto de orilla. No fue posible tomar los dos surcos centrales como parcela útil, debido a cuestiones de manejo al momento de introducir la cosechadora en el sitio experimental.

Cronología del Experimento

Preparación del terreno, aplicación de los tratamientos y siembra

Cabe mencionar que el área experimental estuvo ocupada en el ciclo agrícola anterior por cebada, misma que fue incorporada como abono verde.

El día 27 de Febrero se barbechó el terreno y el 10. de Marzo se delimitó el sitio experimental y se aplicó la gallinaza al voleo en las parcelas grandes que les correspondía de acuerdo a la aleatorización; se incorporó mediante dos pasos de rastra, en el estrato de suelo 0 - 15 cm de

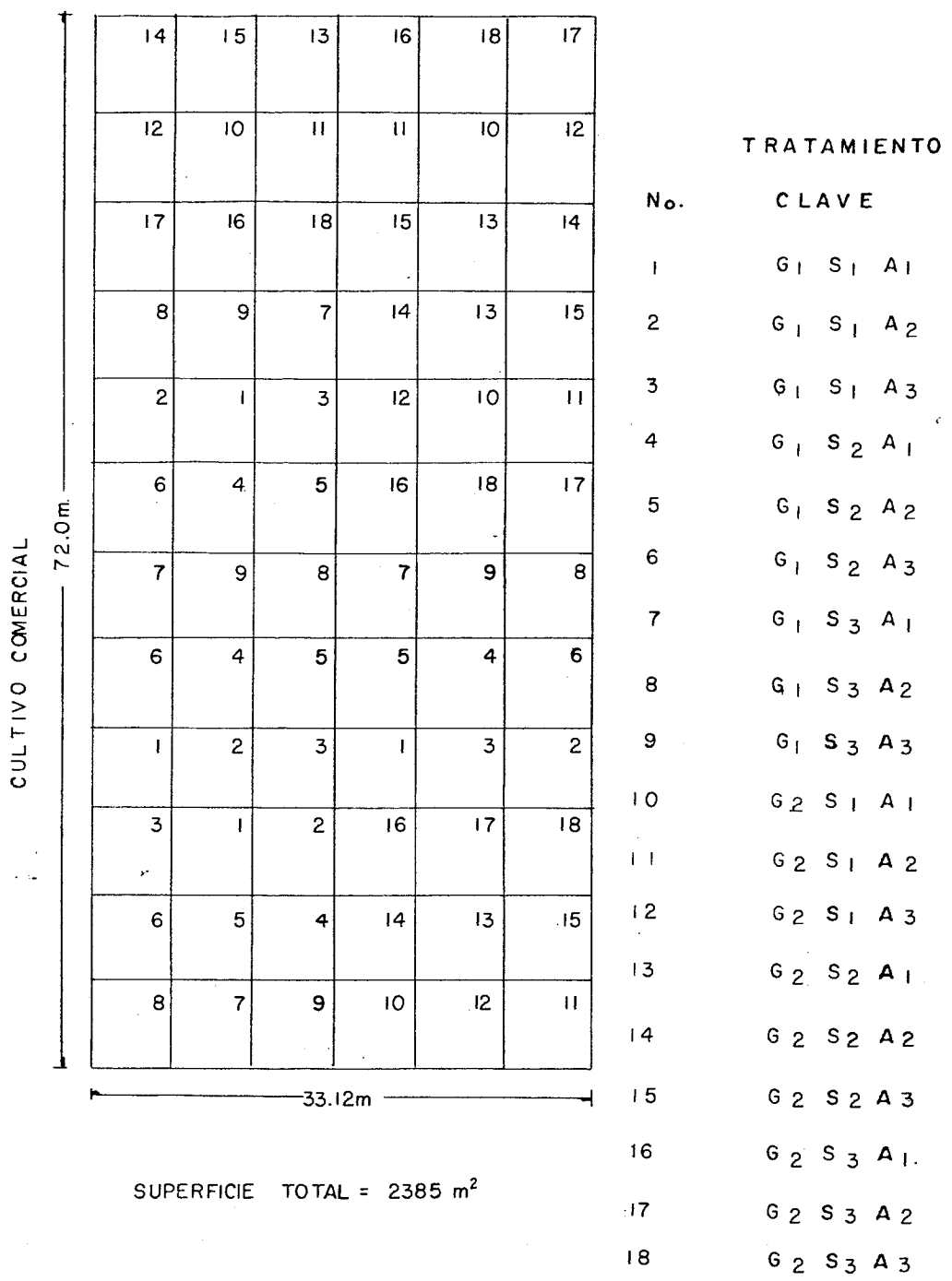
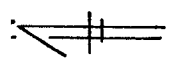


Figura 3.2 Distribución de los tratamientos en el campo.

Posteriormente el día 10 de Marzo se realizó el surcado a una profundidad aproximada de 15 cm y a la vez el tractor iba equipado con una fertilizadora, en cuyo depósito se hizo la mezcla de las siguientes fuentes comerciales: sulfato de amonio, superfosfato de calcio simple y cloruro de potasio, en cantidades de 683, 1951 y 500 kg/ha respectivamente que satisfacen la fórmula 140-400-300, aplicada en banda en forma uniforme en toda el área experimental; esta fertilización es igual a la utilizada por el agricultor cooperante. Luego se delimitó con mecahilos el largo de los surcos de las parcelas medianas, en los que se distribuyeron las bolsas que contenían la cantidad calculada de azufre/ surco de 6 m de longitud, de acuerdo a la previa aleatorización, e inmediatamente se aplicó su contenido al fondo del surco en banda ancha, y después se procedió a taparlo con una ligera capa de tierra, con la finalidad de evitar el contacto directo de éste con la "semilla" y ocasionarle daños.

Inmediatamente después se transportaron del almacén a la parcela experimental las cajas de reja que contenían el tubérculo tratado un día anterior con baños de solución preparada a los diferentes niveles de concentración de ácido indolbutírico, las cuales estaban debidamente identificadas y se procedió a distribuir las en las parcelas chicas ya delimitadas de acuerdo a la aleatorización correspondiente.

La siembra se llevó a cabo en forma manual, se colocaron los tubérculos a una distancia aproximada de 15 cm, lo que generó una densidad aproximada de 72000 plantas/ha.

Posteriormente se tapó la semilla utilizando una bordadora de discos tirada por un tractor, el cual iba añadiendo a la vez una mezcla de fungicidas - insecticida - nematocida, que se reporta en el Cuadro 3.7., para proteger al tubérculo "semilla", a la plántula en emergencia y primeras etapas del cultivo.

Prácticas Culturales

El sitio experimental tuvo el mismo manejo que la siembra comercial, que estuvo a cargo del agricultor cooperante, como se describe a continuación:

Riego

La aplicación de los riegos se realizó por medio del sistema de aspersión "side roll", durante el ciclo se aplicaron nueve riegos, el primero 18 días antes de la siembra con una lámina de 12 cm, el segundo fue inmediatamente después de la siembra con una lámina de 7 - 8 cm; 25 días después, se dió el tercer riego y a partir de ahí los demás se efectuaron a una periodicidad de 10 a 15 días, de acuerdo a las condiciones climáticas, por lo general con la misma lámina, aportando mediante este sistema alrededor de 600 mm, y por precipitación 534 mm, esto hace un total de 1134 mm, cantidad considerada suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.

CUADRO 3.7. Mezcla fungicida - insecticida - nematicida aplicada al momento de la siembra.

| Producto | Dosis | Prevención |
|--------------|----------|--|
| PCNB 75 % PH | 30 kg/ha | Roña común o sarna (<u>Steptomyces scabie</u>) Roña polvorienta (<u>Spongospora subter</u> <u>nea</u>) |
| PCNB 24 % | 20 l/ha | Pudrición por Rhizotonia (<u>Pellicularia filamentosa</u>) |
| Curater 50 % | 4 l/ha | Insectos del suelo nemátodos |
| Heptacloro | 10 l/ha | Gusanos cortadores gusano de alambre. |

Escardas, aporques y fertilización

Entre el tercer y cuarto riego se dió una escarda - que sirvió para eliminar algunas malezas, además de dar un poco de "soltura" al suelo al romper las costras que se formaron en la superficie, tapando también de esta forma algunas grietas, resultado de la misma naturaleza del suelo, - combinada con niveles bajos de humedad.

Después del tercer riego algunos tubérculos que estaban expuestos por efecto de fugas en el sistema de riego fueron tapados con suelo de inmediato.

Después del quinto riego, el día 12 de Mayo se aplicó urea al voleo en dosis de 90 kg/ha y dos días después - se realizó un aporque, dándole mayor soporte a las plantas.

Control de malezas

Aproximadamente a los 20 días después de la siembra germinó avena sobre todo en la parte Norte del experimento, misma que colindó con una parcela comercial de este cultivo. Para su control, se realizó un deshierbe manual 25 días después de la siembra, además, se aplicó herbicida * en dosis de 600 gr/ha en forma aérea.

Posteriormente se efectuaron otros dos deshierbes manuales hasta antes de que el cultivo presentó su máximo - desarrollo de vástago, que coincide con la etapa de floración.

* Herbicida Terep 50

Control de plagas y enfermedades

La palomilla de la papa (Phthorimea operculella), pulgón (Macrosiphum solaniflorii) y chicharrita (Empoasca spp), entre otras plagas, fueron detectadas aproximadamente en la segunda quincena de Abril, fecha en que la planta se encuentra en etapa de desarrollo y fueron controladas oportunamente mediante aspersiones aéreas de algunos productos químicos * en dosis de 1 l/ha y 300 cm³/ha, respectivamente.

En la primer semana de Mayo se hicieron dos aplicaciones aéreas** para la prevención del tizón temprano (Alternaria solani) y tizón tardío (Phytophthora infestans) en dosis de 15 kg/ha, posteriormente se dieron tres aplicaciones la última semana de Mayo y otras tres la primera de Junio, a base del mismo producto y dosis, con la finalidad de detener la proliferación de un "polvillo blanco" previamente detectado que son los conidióforos del hongo Phytophthora, la infección no tomó consistencia, no obstante que las condiciones de humedad ambiental le fueron favorables.

Desvare y cosecha

El 5 de Agosto se realizó el desvare mediante una segadora que funciona a través de la toma de fuerza del tractor, algunas plantas quedaron con follaje, por lo que fue necesaria una práctica adicional dos días después al cortar éste con machete la fibra fue recolectada y utilizada como forraje.

* Agresor 610 y Destroyer

Como el riego fue suspendido poco antes del desvare días después se formaron grietas en el suelo que exponían a la luz algunos tubérculos, los cuales fueron tapados mediante paleo manual, con el fin de evitar la producción de solanina, sustancia tóxica que les da un color verde, se dió el tiempo suficiente para la suberización de la cutícula de los tubérculos y el día 25 de Agosto se cosechó utilizando maquinaria especial que alcanzaba a sacar y depositar los tubérculos extendidos sobre el suelo por pares de surcos, se delimitaron las parcelas útiles dentro de cada una de las 72 unidades experimentales y se procedió a recolectar en arpillitas debidamente etiquetadas las papas de acuerdo a su clasificación comercial en las siguientes categorías:

| | Tamaño aproximado (mm) |
|---------|------------------------------------|
| Primera | Mayor de 70 |
| Segunda | 50 - 70 |
| Tercera | 30 - 50 |
| Mono | Deformes, incluyendo menores de 30 |

La producción se trasladó a la bodega, donde se rectificó la clasificación en base a calidad comercial y fue pesada.

Evaluación de Tratamientos

Suelo

En el transcurso del ciclo vegetativo del cultivo se

brotación, crecimiento, floración y un poco antes de cosecha (desvare) a los 40, 70, 90 y 147 días después de la siembra, respectivamente; las muestras fueron extraídas con barrenas tipo holandés a una profundidad de 0 - 40 cm, en los surcos inmediatos a la parcela útil, tomando cuatro submuestras por parcela mediana para luego hacer una compuesta, excepto en floración, donde el muestreo fue por parcela chica, las características evaluadas y métodos utilizados en los análisis se presentan en el Cuadro 3.8.

La densidad aparente se obtuvo sólo en floración, se tomaron dos muestras por parcela mediana y, por lo tanto, seis por parcela grande, mismos que se promediaron para el caso de tratamientos con y sin aplicación de gallinaza.

La humedad aprovechable se calculó en brotación, crecimiento y floración a partir de la información de capacidad de campo, cuya determinación se hizo en base a muestreo de parcelas medianas, donde no se aplicó azufre, utilizando un promedio para tratamientos con aplicación de gallinaza y otro para los que no.

Planta

Follaje

En la etapa de floración 81 días después de la siembra se extrajo una planta por tratamiento y se trasladó al laboratorio, donde se le determinó:

CUADRO 3.8. Características evaluadas y métodos de análisis en suelo.

| Característica | Método |
|--|-----------------------------|
| pH (2:1) | Potenciómetro |
| Materia orgánica (%) | Vía húmeda de Walkley/Black |
| Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g) | Acetato de amonio pH 7 |
| Nitrógeno total (%) | Kjeldahl |
| Fósforo aprovechable (kg/ha) | Olsen |
| Potasio intercambiable (kg/ha) | Cobalnitrito de sodio |
| Humedad aprovechable (%) | Calculada |
| Densidad aparente (g/cm^3) | Extractor de núcleos |
| Capacidad de campo (%) | Ollas de presión |
| Punto de marchitez permanente (%) | Calculado |

- 1) Número de tallos
- 2) Diámetro medio de tallos (cm)
- 3) Altura de planta (cm)
- 4) Número de tubérculos de acuerdo a su tamaño - (diámetro)
- 5) Diámetro de tubérculos, para tal efecto se establecieron arbitrariamente tres categorías, grande, mediano y chico, fluctuando de 3.6 a 4, 1.9 a 3.5 y 1.8 cm o menor, respectivamente
- 6) Índice de área foliar
- 7) Peso fresco y seco de tallos (gr) y cálculo de la producción de materia seca (por ciento en base a peso fresco)
- 8) Peso fresco y seco de hojas (gr) y cálculo de la producción de materia seca (por ciento en base a peso fresco)
- 9) Peso seco y fresco de tubérculos, (gr) y cálculo de la producción de materia seca (por ciento en base a peso fresco).

A los 83 días después de la siembra, se seleccionaron al azar cuatro plantas por tratamiento, a las cuales se les determinó:

- 1) Número de tallos
- 2) Diámetro medio de tallo (cm)
- 3) Número medio de hojas por tallo
- 4) Longitud promedio de la hoja media (cm)
- 5) Altura de plantas (cm)

Raíz

Para efecto de cuantificar el desarrollo radical, se muestreó mediante un cilindro, en la profundidad 0 - 40 cm en la parte media del lomo del surco, a los 85 días después de la siembra.

Estas muestras se procesaron en el laboratorio de la siguiente manera:

Primeramente se secaron a la estufa (70 °C), y posteriormente se obtuvo una submuestra de 20 gr, la cual se colocó en un recipiente, donde se agregaron 25 cm³ de solución de hexametáfosfato de sodio (dispersante), se deja que se impregne uniformemente la muestra, dejándola reposar por 5 min, luego se añaden 50 cm³ de agua y manualmente, mediante un agitador de vidrio se revuelve esta mezcla durante otros 5 min; y se procede a separar las raíces a través de un elutriador, que consiste en un tubo de vidrio de aproximadamente 1 m de longitud y 6 cm de diámetro, al que se le suministra un flujo constante de agua a una velocidad tal que deje precipitar las partículas más pesadas, como lo son arena y limo, y logre suspender las raíces y partículas menos densas, las cuales se reciben en un tamiz Malla 125 mm, este material se pasa a un papel filtro de 13 cm de diámetro, procurando que quede distribuido homogéneamente. Este papel filtro se coloca en un contador que consta de dos placas de material transparente, una de las cuales está cuadrículada a cm², se seleccionaron al azar 20 cuadros y se cuenta al microscopio lente 10X, el número de intersecciones o veces que los segmentos -

Mediante la ecuación propuesta por Newman (1966), citado por Narro (1976), se estima la ecuación de raíces.

$$R = \pi N A / 2 H$$

Donde:

R = Longitud de raíces (cm)

$\pi = 3.1416$

N = Número de intersecciones

A = Area sobre la cual los segmentos de raíz fueron distribuidos (169 cm²)

H = Total de la longitud de los perímetros de los cuadros seleccionados (80 cm)

Finalmente, la densidad de raíz se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$Lv = R Da / W$$

Donde:

Lv = Densidad de raíz (cm de raíz/cm³ de suelo)

R = Longitud de raíz (cm)

Da = Densidad aparente (g/cm³) determinada mediante el extractor de núcleos, utilizando los valores en 1.1948 y 1.2189 g/cm³ para los casos de tratamientos con y sin adición de gallinaza.

W = Peso seco de la muestra de suelo utilizada (20 gr)

Tubérculo

Al momento de la cosecha, 158 días después de la sie

... los tubérculos en cada parcela útil -

seleccionándolos en base a su calidad comercial (tamaño y forma) pesándose por separado y se obtuvo al final el peso total producido.

Métodos Estadísticos

- Prueba de normalidad en base a aproximaciones hechas sobre el Método Shapiro-Wilk-Francia, reportadas por Canales (1987).
- Análisis de varianza del diseño
- Partición de la suma de cuadrados en cada fuente de variación.
- Polinomios ortogonales
- Regresión lineal simple
- Regresión lineal múltiple (tipo Step Wise)

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

Variación de las Características Edáficas

Los resultados de las características evaluadas en el suelo a los 40, 70, 90 y 147 días después de la siembra, se presentan en los Cuadros 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4., respectivamente. A continuación se discute la variación ocurrida en cada característica del suelo durante el tiempo en que estuvo establecido el cultivo. Los valores que se presentan son promedio de cuatro muestras compuestas.

Reacción del Suelo (pH)

La variación del pH del suelo evaluada a los 40, 70, 90 y 147 días después de la siembra se presenta en la Figura 4.1. Se puede apreciar que en los primeros 40 días hay una disminución de pH y este efecto es más acentuado en el caso de la sola aplicación de 3 ton/ha de gallinaza, donde el valor baja de 7.7 a 7.33; resultados similares son reportados por García (1985).

La reducción en el pH del suelo por adición de gallinaza, puede explicarse debido al aumento de la microflora -

CUADRO 4.1. Características físicas y químicas de cuatro muestras compuestas de suelo de cada tratamiento, extraídas 40 días después de la siembra.

| Tratamiento | R* | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (meq/100gr) | Nt (%) | P. Aprox. (kg/ha) | K int. (kg/ha) |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|--------------------|--------|-------------------|----------------|
| G ₁ S ₁ | 1 | 7.40 | 3.84 | 50.62 | .2009 | 69.66 | 986.22 |
| | 2 | 7.50 | 3.40 | 42.68 | .2009 | 66.28 | 928.370 |
| | 3 | 7.50 | 3.33 | 48.64 | .2065 | 62.06 | 824.240 |
| | 4 | 7.55 | 3.65 | 49.63 | .2149 | 67.13 | 905.230 |
| | \bar{x} | 7.49 | 3.55 | 47.89 | .2058 | 66.28 | 911.010 |
| G ₁ S ₂ | 1 | 7.60 | 3.91 | 53.60 | .2121 | 60.37 | 957.295 |
| | 2 | 7.60 | 3.14 | 47.67 | .2233 | 58.68 | 743.250 |
| | 3 | 7.65 | 3.20 | 41.69 | .2261 | 70.51 | 858.950 |
| | 4 | 7.65 | 3.59 | 49.63 | .2037 | 78.96 | 968.865 |
| | \bar{x} | 7.63 | 3.46 | 47.40 | .2163 | 67.13 | 882.90 |
| G ₁ S ₃ | 1 | 7.50 | 3.33 | 44.67 | .2261 | 71.35 | 419.290 |
| | 2 | 7.65 | 3.40 | 46.65 | .1842 | 72.20 | 905.230 |
| | 3 | 7.70 | 3.46 | 39.70 | .1926 | 97.55 | 656.475 |
| | 4 | 7.70 | 3.40 | 44.67 | .2093 | 73.89 | 818.455 |
| | \bar{x} | 7.64 | 3.40 | 43.92 | .2031 | 78.75 | 699.860 |
| G ₂ S ₁ | 1 | 7.10 | 4.10 | 47.64 | .2149 | 89.10 | 986.220 |
| | 2 | 7.30 | 3.59 | 47.64 | .2233 | 94.17 | 928.370 |
| | 3 | 7.45 | 2.75 | 47.64 | .2233 | 92.48 | 824.240 |
| | 4 | 7.45 | 3.59 | 45.66 | .2233 | 94.17 | 905.230 |
| | \bar{x} | 7.33 | 3.50 | 47.14 | .2212 | 92.48 | 911.010 |
| G ₂ S ₂ | 1 | 7.50 | 4.10 | 45.66 | .2205 | 82.25 | 870.520 |
| | 2 | 7.55 | 3.46 | 42.68 | .2261 | 90.79 | 934.155 |
| | 3 | 7.60 | 3.65 | 46.65 | .2205 | 89.10 | 876.305 |
| | 4 | 7.55 | 3.52 | 46.65 | .2037 | 112.66 | 963.080 |
| | \bar{x} | 7.55 | 3.68 | 45.41 | .2177 | 93.72 | 911.010 |
| G ₂ S ₃ | 1 | 7.60 | 3.65 | 50.62 | .2121 | 97.55 | 1003.575 |
| | 2 | 7.60 | 3.40 | 54.59 | .2177 | 106.00 | 870.520 |
| | 3 | 7.70 | 3.72 | 42.68 | .2233 | 114.45 | 947.295 |
| | 4 | 7.65 | 3.91 | 46.65 | - | - | - |
| | \bar{x} | 7.64 | 3.67 | 48.63 | .2177 | 106.00 | 943.80 |

* Repetición

CUADRO 4.2. Características físicas y químicas de cuatro - muestras compuestas de suelo de cada tratamiento, extraídas 70 días después de la siembra.

| Tratamiento | R* | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (meq/100 gr) | Nt (%) | P. Aprov. (kg/ha) | K int. (kg/ha) | H.A. (%) |
|------------------|-----------|----------|----------|---------------------|--------|-------------------|----------------|----------|
| 1 S ₁ | 1 | 7.60 | 3.20 | 44.67 | .2121 | 93.32 | 992.005 | |
| | 2 | 7.70 | 3.46 | 42.68 | .1898 | 59.52 | 627.550 | |
| | 3 | 7.60 | 3.52 | 41.69 | .2121 | 96.70 | 893.660 | |
| | 4 | 7.60 | 2.95 | 42.68 | .2205 | 130.50 | 858.370 | |
| | \bar{x} | 7.63 | 3.28 | 42.93 | .2086 | 96.01 | 842.900 | 15.14 |
| 1 S ₂ | 1 | 7.50 | 3.52 | 44.67 | .2177 | 73.89 | 939.940 | |
| | 2 | 7.70 | 3.46 | 42.68 | .2093 | 93.32 | 767.960 | |
| | 3 | 7.60 | 3.46 | 38.71 | .2093 | 100.08 | 853.165 | |
| | 4 | 7.65 | 3.27 | 40.70 | .2009 | 99.24 | 742.671 | |
| | \bar{x} | 7.61 | 3.43 | 41.69 | .2093 | 91.63 | 828.430 | |
| 1 S ₃ | 1 | 7.80 | 3.33 | 46.65 | .2177 | 73.80 | 830.025 | |
| | 2 | 7.80 | 3.46 | 39.70 | .1982 | 70.51 | 673.830 | |
| | 3 | 7.70 | 3.84 | 40.70 | .2037 | 116.98 | 877.875 | |
| | 4 | 7.60 | 3.46 | 41.69 | .2065 | 11-.52 | 928.370 | |
| | \bar{x} | 7.73 | 3.52 | 44.42 | .2065 | 95.20 | 830.02 | |
| 2 S ₁ | 1 | 7.40 | 3.65 | 50.62 | .2037 | 141.40 | 835.810 | 16.73 |
| | 2 | 7.60 | 3.72 | 45.66 | .2149 | 82.34 | 864.735 | |
| | 3 | 7.55 | 3.72 | 44.67 | .1954 | 95.86 | 858.950 | |
| | 4 | 7.65 | 3.46 | 44.67 | .1988 | 71.35 | 899.445 | |
| | \bar{x} | 7.55 | 3.64 | 46.40 | .2080 | 97.73 | 864.730 | |
| 2 S ₂ | 1 | 7.60 | 3.40 | 42.68 | .2233 | 127.97 | 789.530 | |
| | 2 | 7.70 | 3.52 | 46.65 | .2205 | 90.79 | 974.650 | |
| | 3 | 7.50 | 3.72 | 43.67 | .2233 | 138.11 | 812.670 | |
| | 4 | 7.70 | 3.20 | 40.70 | .2037 | 76.42 | 835.810 | |
| | \bar{x} | 7.63 | 3.46 | 46.42 | .2177 | 108.32 | 853.160 | |
| 2 S ₃ | 1 | 7.50 | 3.84 | 40.70 | .2233 | 133.04 | 957.295 | |
| | 2 | 7.55 | 2.43 | 43.67 | .2233 | 124.59 | 951.510 | |
| | 3 | 7.70 | 3.91 | 47.64 | .2149 | 63.75 | 974.650 | |
| | 4 | - | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.58 | 3.39 | 43.67 | .2205 | 107.13 | 961.150 | |

* Repetición

CUADRO 4.3. Características físicas y químicas de cuatro muestras compuestas de suelo de cada tratamiento extraídas 90 días después de la siembra.

| ata- ento | Repetición | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (meq/100 gr) | Nt (%) | P. Aprov. (kg / ha) | K. int. (kg/ha) | H.A. (%) | Da (gr/c) |
|-------------------------------|------------|-------------|-------------|------------------------|-----------|------------------------|--------------------|-------------|--------------|
| S ₁ A ₁ | 1 | 7.60 | 8.95 | 12.90 | .2093 | 86.19 | 754.82 | - | 1.16 |
| | 2 | 7.65 | 4.04 | 41.08 | .1982 | 99.24 | 783.74 | - | 1.31 |
| | 3 | 7.60 | 3.84 | 20.54 | .2205 | 92.48 | 587.05 | - | 1.23 |
| | 4 | 7.60 | 3.97 | 29.34 | .2205 | 133.04 | 749.03 | - | 1.16 |
| | X | | | | | | | 13.609 | 1.21 |
| S ₁ A ₂ | 1 | 7.70 | 3.97 | 41.69 | .2233 | 82.34 | 916.22 | - | - |
| | 2 | 7.50 | 4.42 | 40.10 | .2093 | 97.55 | 812.67 | - | - |
| | 3 | 7.70 | 3.20 | 17.60 | .2009 | 113.60 | 714.32 | - | - |
| | 4 | 7.65 | 3.65 | 49.63 | .1870 | 65.44 | 378.79 | - | - |
| | X | | | | | | | - | - |
| S ₁ A ₃ | 1 | 7.50 | 3.59 | 48.64 | .2149 | 40.93 | 812.67 | - | - |
| | 2 | 7.60 | 2.95 | 44.02 | .2065 | 70.51 | 546.56 | - | - |
| | 3 | 7.60 | 3.40 | 47.64 | .2289 | 124.59 | 882.09 | - | - |
| | 4 | 7.60 | 4.04 | 40.10 | .2149 | 104.31 | 783.74 | - | - |
| | X | | | | | | | - | - |
| S ₁ A ₄ | 1 | 7.85 | 2.30 | 46.65 | .2120 | 63.75 | 668.04 | - | - |
| | 2 | 7.45 | 3.78 | 44.02 | .1982 | 99.24 | 777.96 | - | - |
| | 3 | 7.80 | 3.46 | 24.45 | .1870 | 77.27 | 430.86 | - | - |
| | 4 | 7.65 | 3.91 | 49.63 | .2009 | 85.72 | 720.11 | - | - |
| | X | | | | | | | - | - |

.....

CUADRO 4.3. c o n t i n u a c i ó n

| Tra- tamiento | Repetición | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (mg/100 gr) | Nt (%) | P. Aprop. (kg / ha) | K. int. (kg/ha) | H.A. (%) |
|--|------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------|------------------------|--------------------|-------------|
| S ₁ S ₂ A ₂ | 1 | 7.70 | 3.33 | 23.82 | .1954 | 69.66 | 546.56 | - |
| | 2 | 7.50 | 4.17 | 45.97 | .2093 | 104.31 | 401.93 | - |
| | 3 | 7.80 | 3.78 | 44.67 | .1926 | 65.44 | 309.37 | - |
| | 4 | 7.50 | 3.59 | 30.32 | .1926 | 94.17 | 870.52 | - |
| | X | | | | | | | |
| S ₁ S ₂ A ₃ | 1 | 7.70 | 4.49 | 44.67 | .2233 | 87.41 | 858.95 | - |
| | 2 | 7.70 | 3.84 | 43.04 | .1982 | 76.42 | 546.56 | - |
| | 3 | 7.55 | 3.59 | 31.30 | .2093 | 126.28 | 494.49 | - |
| | 4 | 7.70 | 3.72 | 36.19 | .2037 | 106.00 | 488.71 | - |
| | X | | | | | | | |
| S ₁ S ₃ A ₁ | 1 | 7.65 | 3.65 | 13.89 | .1954 | 94.17 | 789.53 | - |
| | 2 | 7.75 | 3.91 | 44.99 | .1870 | 60.37 | 280.45 | - |
| | 3 | 7.45 | 4.04 | 38.14 | .2149 | 122.90 | 673.83 | - |
| | 4 | 7.45 | 4.04 | 29.34 | .1954 | 109.38 | 841.59 | - |
| | X | | | | | | | |
| S ₁ S ₃ A ₂ | 1 | 7.80 | 3.91 | 48.64 | .2233 | 45.16 | 847.38 | - |
| | 2 | 7.50 | 3.84 | 43.04 | .2065 | 95.01 | 644.90 | - |
| | 3 | 7.60 | 3.33 | 44.99 | .2037 | 73.89 | 587.05 | - |
| | 4 | 7.40 | 3.65 | 40.10 | .1982 | 116.98 | 720.11 | - |
| | X | | | | | | | |
| S ₁ S ₃ A ₃ | 1 | 7.65 | 2.95 | 49.63 | .2233 | 90.79 | 864.73 | - |
| | 2 | 7.55 | 4.10 | 46.95 | .2065 | 108.53 | 905.23 | - |
| | 3 | 7.60 | 3.78 | 44.02 | - | 102.69 | 870.52 | - |
| | 4 | 7.70 | 3.65 | 48.64 | .1870 | 86.56 | 442.43 | - |
| | X | | | | | | | |

| Tratamiento | Repetición | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (meq/100 gr) | Nt (%) | P. Aprov. (kg / ha) | K. int. (kg/ha) | H.A. (%) |
|--|------------|----------|----------|---------------------|--------|---------------------|-----------------|----------|
| G ₂ S ₁ A ₁ | 1 | 7.90 | 3.20 | 48.64 | .2063 | 92.48 | 587.05 | - |
| | 2 | 7.70 | 3.78 | 44.67 | .2149 | 63.75 | 685.40 | - |
| | 3 | 7.70 | 3.14 | 43.67 | .1842 | 75.20 | 349.87 | - |
| | 4 | 7.60 | 3.65 | 42.06 | .2205 | 10.51 | 824.24 | - |
| | X | | | | | | | 14.536 |
| G ₂ S ₁ A ₂ | 1 | 7.50 | 3.78 | 46.65 | .2289 | 70.51 | 760.60 | - |
| | 2 | 7.70 | 3.14 | 40.70 | .2121 | 66.28 | 777.96 | - |
| | 3 | 7.80 | 4.10 | 43.67 | .1954 | 73.89 | 858.95 | - |
| | 4 | 7.60 | 3.72 | 45.97 | .2065 | 73.89 | 684.82 | - |
| | X | | | | | | | |
| G ₂ S ₁ A ₃ | 1 | 7.80 | 3.52 | 39.70 | .2233 | 31.64 | 494.49 | - |
| | 2 | 7.80 | 3.65 | 43.67 | .1898 | 111.07 | 725.89 | - |
| | 3 | 7.65 | 3.46 | 45.66 | .1898 | 55.30 | 714.32 | - |
| | 4 | 7.60 | 3.84 | 41.08 | .2093 | 89.94 | 696.97 | - |
| | X | | | | | | | |
| G ₂ S ₂ A ₁ | 1 | 7.60 | 3.52 | 41.69 | .1982 | 102.62 | 766.39 | - |
| | 2 | 7.70 | 3.91 | 47.64 | .2261 | 70.51 | 650.69 | - |
| | 3 | 7.80 | 4.10 | 44.67 | .2149 | 71.37 | 841.59 | - |
| | 4 | 7.75 | 4.23 | 44.02 | .2177 | 102.72 | 708.54 | - |
| | X | | | | | | | |
| G ₂ S ₂ A ₂ | 1 | 7.80 | 4.04 | 50.62 | .2121 | 38.40 | 899.44 | - |
| | 2 | 7.70 | 3.52 | 26.80 | .1954 | 70.51 | 500.28 | - |
| | 3 | 7.90 | 3.52 | 49.63 | .1954 | 79.80 | 673.83 | - |
| | 4 | 7.20 | 4.17 | 54.77 | .4930 | 114.45 | 587.05 | - |
| | X | | | | | | | |

.

| Trata- miento | Repetición | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (meg/100 gr) | Nt (%) | P. aprov. (kg / ha) | K. int. (kg/ha) | H.A. (%) |
|------------------|------------|-------------|-------------|------------------------|-----------|------------------------|--------------------|-------------|
| G S A 2 2 3 | 1 | 7.70 | 3.65 | 41.68 | .2149 | 87.41 | 656.47 | - |
| | 2 | 7.75 | 3.78 | 46.65 | .2093 | 50.23 | 598.62 | - |
| | 3 | 7.70 | 3.65 | 43.67 | .2093 | 46.85 | 951.51 | - |
| | 4 x | 7.60 | 4.04 | 41.08 | .2065 | 119.52 | 743.25 | - |
| G S A 2 3 1 | 1 | 7.70 | 3.20 | 40.70 | .2093 | 73.89 | 482.92 | - |
| | 2 | 7.75 | 3.59 | 39.70 | .1954 | 95.01 | 720.11 | - |
| | 3 | 7.75 | 3.78 | 23.82 | .2233 | 97.55 | 598.62 | - |
| | 4 x | 7.60 | 3.72 | 41.08 | .1870 | 108.53 | 754.82 | - |
| G S A 2 3 2 | 1 | 7.60 | 3.91 | 46.65 | .2177 | 85.72 | 789.53 | - |
| | 2 | 7.70 | 3.78 | 39.70 | .2177 | 70.51 | 963.08 | - |
| | 3 | 7.60 | 3.20 | 43.67 | .2065 | 99.15 | 870.52 | - |
| | 4 x | 7.50 | 4.04 | 40.10 | .2037 | 25.72 | 847.38 | - |
| G S A 2 3 3 | 1 | 7.90 | 3.40 | 46.65 | .2233 | 41.78 | 644.90 | - |
| | 2 | 7.70 | 4.23 | 44.67 | .2093 | 67.97 | 673.83 | - |
| | 3 | 7.70 | 3.65 | 41.69 | .2233 | 65.44 | 841.59 | - |
| | 4 x | 7.70 | 4.23 | 45.97 | .1814 | 82.34 | 320.94 | - |

CUADRO 4.4. Características físicas y químicas de cuatro - muestras compuestas de suelo de cada tratamiento, extraídas 147 días después de la siembra.

| Tratamiento | R* | pH (2:1) | M.O. (%) | C.I.C. (meq/100 gr) | Nt (%) | P. Aprov. (kg / ha) | K. int. (kg/ha) | I |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|---------------------|--------|---------------------|-----------------|----|
| G ₁ S ₁ | 1 | 7.60 | 2.79 | 40.37 | .2130 | 112.76 | 803.60 | |
| | 2 | 7.70 | 4.04 | 37.98 | .2023 | 99.24 | 759.20 | |
| | 3 | 7.65 | 3.55 | 33.61 | .1898 | 75.80 | 657.92 | |
| | 4 | 7.60 | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.64 | 3.46 | 37.32 | .2017 | 95.93 | 740.24 | 14 |
| G ₁ S ₂ | 1 | 7.65 | 3.66 | 37.56 | .2133 | 99.24 | 685.42 | |
| | 2 | 7.70 | 3.31 | 39.95 | .1929 | 90.79 | 607.32 | |
| | 3 | 7.65 | 4.05 | 39.85 | .1998 | 119.52 | 520.61 | |
| | 4 | 7.60 | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.65 | 3.67 | 39.12 | .2020 | 103.18 | 604.45 | |
| G ₁ S ₃ | 1 | 7.70 | 3.77 | 45.63 | .1859 | 95.86 | 840.35 | |
| | 2 | 7.50 | 3.72 | 40.80 | .2155 | 117.83 | 608.30 | |
| | 3 | 7.50 | 3.77 | 39.87 | .2154 | 99.24 | 678.61 | |
| | 4 | 7.65 | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.59 | 3.75 | 41.10 | .2056 | 104.31 | 709.12 | |
| G ₂ S ₁ | 1 | 7.55 | 3.67 | 43.86 | .1995 | 79.80 | 620.45 | |
| | 2 | 7.60 | 4.21 | 41.59 | .2153 | 106.00 | 716.85 | |
| | 3 | 7.65 | 4.37 | 40.33 | .2002 | 78.96 | 658.69 | |
| | 4 | 7.60 | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.60 | 4.08 | 42.26 | .2050 | 88.25 | 65.33 | 14 |
| G ₂ S ₂ | 1 | 7.70 | 3.99 | 44.75 | .2383 | 102.62 | 753.25 | |
| | 2 | 7.55 | 4.21 | 42.32 | .2099 | 102.62 | 693.99 | |
| | 3 | 7.60 | 3.88 | 40.67 | .2280 | 75.58 | 715.22 | |
| | 4 | 7.50 | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.59 | 4.03 | 42.58 | .2254 | 93.60 | 720.82 | |
| G ₂ S ₃ | 1 | 7.65 | 3.55 | 38.77 | .2200 | 104.31 | 650.34 | |
| | 2 | 7.40 | 3.28 | 40.28 | .2119 | 75.58 | 815.13 | |
| | 3 | 7.50 | 2.90 | 40.89 | .2086 | 80.65 | 722.52 | |
| | 4 | 7.60 | - | - | - | - | - | |
| | \bar{x} | 7.54 | 3.24 | 39.98 | .2135 | 86.84 | 714.33 | |

* Repetición

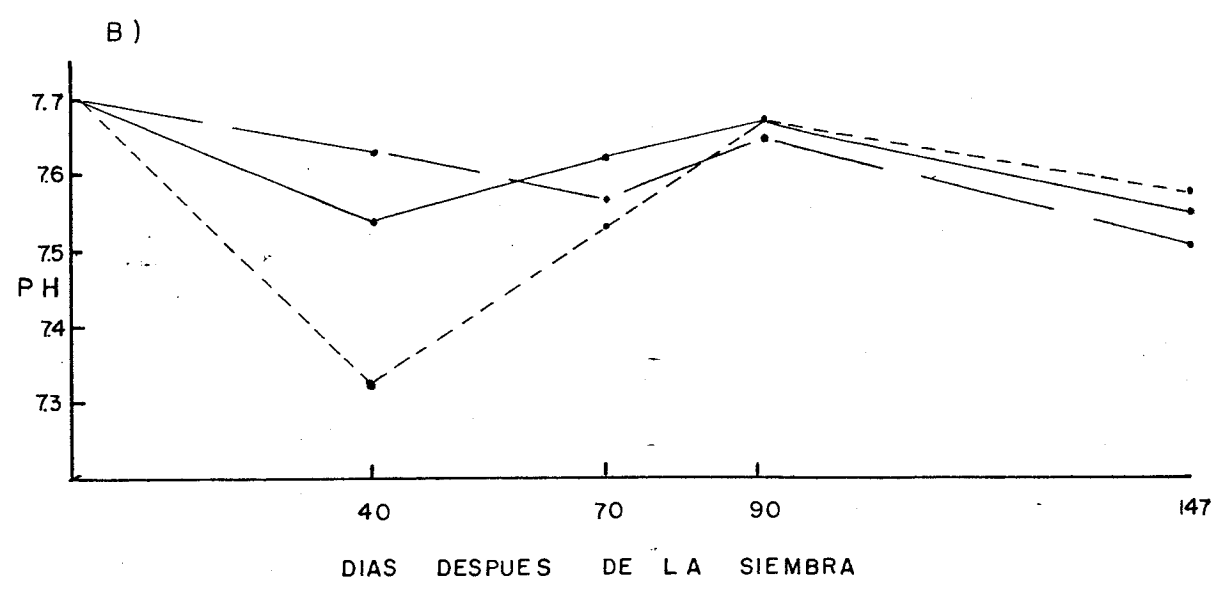
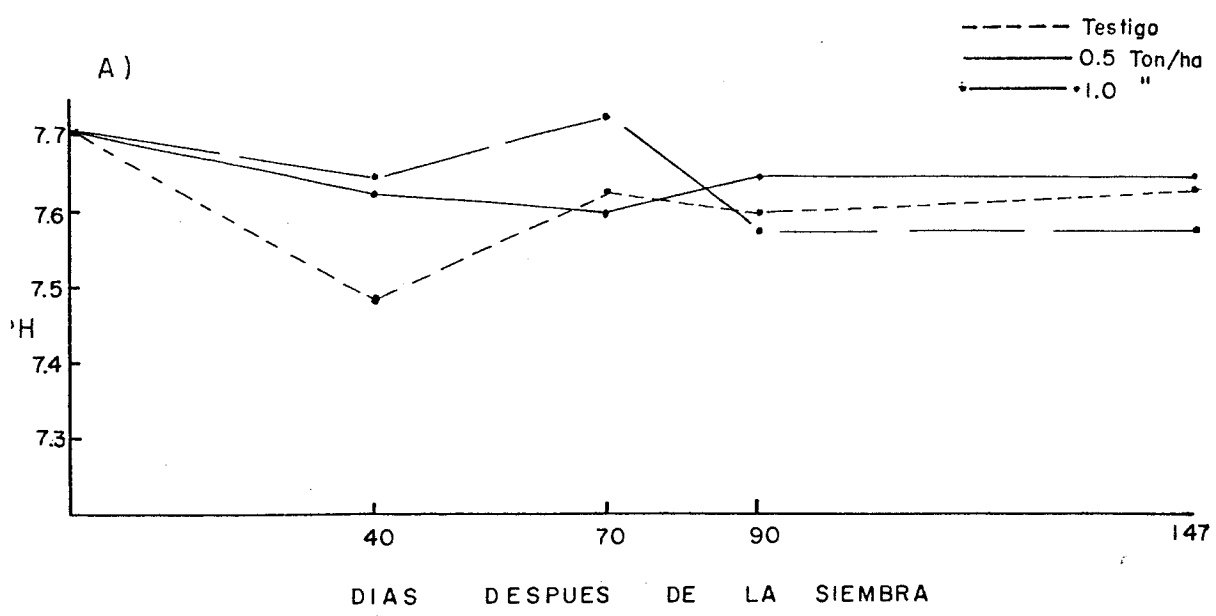


Figura 4.1. Variación del pH del suelo a través del ciclo del cultivo,
A) Con aplicación de azufre, sin gallinaza.
B) Interactuando las dosis de azufre con la aplicación de gallinaza.

bacteriana, que al participar en la descomposición de la materia orgánica produce más CO_2 (Alexander, 1980) y al combinarse este gas con el agua forma H_2CO_3 . Los ácidos húmicos, principalmente los que contienen grupos amidas (NH_2) mono y diaminoácidos, formados en la descomposición de la gallinaza también contribuyen a disminuir el pH del suelo.

La presencia de nuevas raíces puede explicar la reducción detectada en el pH en los tratamientos que no recibieron gallinaza; las cuales afectaron la reserva de bases en el suelo al excretar CO_2 o H_2CO_3 en su solución (Russell y Russell, 1968).

El pH del suelo aumentó en todos los tratamientos estudiados entre los 30 a 50 días siguientes, debido tal vez a que los ácidos formados fueron neutralizados por la presencia de calcio y también precipitados, aunque en menor proporción como bicarbonato cálcico durante períodos de lavado (Ortega, 1981).

Una nueva disminución en el pH se presenta a partir de los 90 días después de la siembra, la cual es más acentuada donde fue mayor la cantidad de azufre aplicada; quizá éste es el tiempo que requiere el azufre para iniciar su oxidación en estas condiciones de suelo y clima, ya que ante situaciones similares los resultados concuerdan a los reportados por Cepeda (1984), Contreras (1985) y Mendo (1985).

La gallinaza al incrementar la población bacteriana en el suelo favoreció una oxidación más rápida del azufre y los decrementos observados en la reacción del suelo a partir de los 90 días fueron más marcados donde fue mayor la

cantidad de azufre aplicada cuando interactuó con gallinaza que cuando actúa solo.

Materia orgánica (%)

El contenido de materia orgánica en el suelo aumentó ligeramente en todos los tratamientos estudiados; con la aplicación de 3 ton/ha de gallinaza se obtuvo el valor promedio más alto con 4.8 por ciento al momento del desvare.

El incremento registrado en los tratamientos donde no se aplicó gallinaza, se debe a la aportación de materia orgánica por las raíces del cultivo. Los tratamientos G_2S_3 y testigo registraron los valores promedio más bajos en contenido de materia orgánica del suelo con 3.24 y 3.46 por ciento, respectivamente al momento del desvare.

Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 gr)

La capacidad de intercambio catiónico en el suelo disminuyó en todos los tratamientos estudiados, aunque en forma no significativa; el valor promedio más bajo al momento del desvare fue de 37.32 meq/100 gr para el testigo, en este mismo tratamiento se obtuvo uno de los contenidos más bajos de materia orgánica, lo cual confirma la relación entre estas dos características (Buckman y Brady, 1966).

Nitrógeno Total (%)

El contenido de nitrógeno total en el suelo, no sufrió cambios notables a través del ciclo del cultivo en los tratamientos estudiados; el valor original fue de 0.22 por ciento y al momento del desvare el valor promedio fluctuó entre 0.2017 por ciento en el testigo y 0.2254 por ciento en el tratamiento G_2S_2 .

El balance entre procesos de pérdida y ganancia de nitrógeno total en el suelo fue la causa por la que se mantuvo casi constante; entre estos procesos está la absorción por el cultivo, lixiviación, fertilización, precipitación pluvial y mineralización de la materia orgánica aplicada.

Fósforo Aprovechable (kg/ha)

El contenido de fósforo aprovechable en el suelo aumentó ligeramente en el transcurso del ciclo del cultivo; su valor original fue de 89 kg/ha y al momento del desvare el valor promedio fluctuó entre 104.31 kg/ha en el tratamiento G_1S_3 y 86.84 kg/ha para el tratamiento G_2S_3 .

Al interactuar la gallinaza con las dosis de azufre el contenido de este nutrimento en el suelo se mantuvo casi constante, a pesar que la gallinaza fue una fuente adicional de fósforo y actuó como agente quelatante, que propició un mayor decremento en la reacción del suelo a partir de los días después de la siembra.

Al actuar solo el azufre, favoreció ligeramente la disponibilidad del fósforo, especialmente entre los 70 a - 90 días después de la siembra, fecha en la que se observó - efecto del azufre en la disminución de la reacción del suelo a medida que la cantidad aplicada fue mayor; resultados similares reporta Contreras (1985).

Potasio Intercambiable (kg/ha)

El contenido de potasio intercambiable en el suelo disminuyó similarmente en todos los tratamientos estudiados a través del ciclo del cultivo; su valor original fue de 900 kg/ha y al momento del desvare fue de alrededor de 700 kg/ha, debido a procesos de absorción por las plantas, pérdidas por lixiviación y fijación en el suelo, entre - otros.

Humedad Aprovechable (%)

La aplicación de gallinaza incrementó el contenido de humedad aprovechable en el suelo, en un 3 a 5 por ciento con respecto a los tratamientos donde no fue aplicada. Los valores obtenidos se consideran altos, ya que son mayores de 10 por ciento.

Densidad Aparente (gr/cm³)

La adición de gallinaza disminuyó ligeramente la - densidad aparente en el suelo ; se obtuvieron valores de 1.22

gr/cm³ para los tratamientos sin aplicación de gallinaza y 1.19 gr/cm³, donde se aplicó. Esta característica se evaluó durante la etapa fenológica de floración, a los 90 días después de la siembra.

El decremento en densidad aparente fue muy leve y se atribuye al mayor contenido de materia orgánica, que es un material menos denso y que propicia una mayor agregación de las partículas sólidas del suelo.

Desarrollo de las Plantas

Follaje

Las principales características del desarrollo vegetal, fueron evaluadas en la etapa de floración; a los 81 días después de la siembra, se seleccionó una planta representativa por tratamiento, la cual fue extraída cuidadosamente y se midieron las características de crecimiento, reportadas en el Cuadro 4.5.

Posteriormente a los 83 días después de la siembra se seleccionaron al azar 16 plantas por tratamiento y los datos evaluados se presentan en el Cuadro 4.6. En el análisis estadístico no se detectó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Las características evaluadas, rangos de variación, valores promedio, coeficiente de variación y desviación estandar del análisis de varianza, así como la desviación estandar en la población, sin considerar los tratamientos estudiados, se presenta en el Cuadro 4.7.

CUADRO 4. 5. Características de una planta por tratamiento a los 81 días después de la siembra.

| Materia- nto | Número de Tallos | Diámetro promedio de tallos planta (cm) | Altura de planta (cm) | Número de tubérculos - | | | Índice de área foliar | Producción Materia Seca | | |
|-------------------------------|---------------------|--|-----------------------------|------------------------|---------|-------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|-------|
| | | | | 1.8 ó < | 1.9-3.5 | 3.6-6 | | Area foliar | Tallos Tubérculos | |
| 5 ₁ A ₁ | 5 | 0.9 | 75 | 4 | 5 | 6 | 4.338 | 16.12 | 19.89 | 22.30 |
| 5 ₁ A ₂ | 9 | 0.8 | 103 | 8 | 6 | 4 | 8.647 | 14.09 | 11.15 | 22.91 |
| 5 ₁ A ₃ | 10 | 0.8 | 94 | 3 | 9 | 6 | 9.178 | 12.75 | 10.22 | 19.19 |
| 5 ₂ A ₁ | 5 | 0.9 | 105 | 5 | 5 | 1 | 4.634 | 13.62 | 11.29 | 22.08 |
| 5 ₂ A ₂ | 10 | 1.0 | 111 | 1 | 8 | 5 | 8.182 | 11.76 | 8.14 | 18.50 |
| 5 ₂ A ₃ | 4 | 0.9 | 90 | 3 | 4 | 2 | 1.926 | 15.55 | 12.30 | 17.45 |
| 5 ₃ A ₁ | 7 | 0.8 | 90 | 3 | 3 | 1 | 4.387 | 14.35 | 10.66 | 20.32 |
| 5 ₃ A ₂ | 10 | 0.8 | 93 | 5 | 6 | 5 | 6.956 | 12.29 | 8.69 | 20.64 |
| 5 ₃ A ₃ | 9 | 0.9 | 89 | 8 | 6 | 9 | 7.392 | 14.19 | 12.78 | 24.00 |
| 5 ₄ A ₁ | 3 | 1.3 | 118 | 4 | 4 | 5 | 6.781 | 13.20 | 9.91 | 21.18 |
| 5 ₄ A ₂ | 7 | 0.9 | 115 | 3 | 4 | 1 | 6.336 | 13.58 | 10.43 | 18.72 |
| 5 ₄ A ₃ | 7 | 0.7 | 106 | 2 | 6 | 8 | 5.155 | 13.91 | 12.79 | 15.67 |
| 5 ₅ A ₁ | 3 | 1.1 | 98 | 2 | 3 | - | 4.418 | 13.59 | 10.21 | 18.76 |
| 5 ₅ A ₂ | 6 | 1.0 | 113 | 3 | 5 | 3 | 6.720 | 13.71 | 10.40 | 17.97 |
| 5 ₅ A ₃ | 4 | 1.1 | 107 | 6 | 4 | 2 | 7.091 | 12.05 | 8.79 | 18.37 |
| 5 ₆ A ₁ | 7 | 1.0 | 99 | 1 | 9 | 2 | 7.141 | 12.32 | 10.63 | 19.32 |
| 5 ₆ A ₂ | 8 | 1.1 | 105 | 4 | 7 | 5 | 7.552 | 13.07 | 10.04 | 19.81 |
| 5 ₆ A ₃ | 6 | 1.0 | 89 | 5 | 3 | 2 | 5.561 | 12.62 | 9.22 | 17.62 |

CUADRO 4.6. Características de 12 plantas por tratamiento a los 83 días después de la siembra.

| Tratamiento | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos |
|--|------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| G ₁ S ₁ A ₁ | 1 | 70 | 11 | 32 | 4 |
| | 2 | 79 | 12 | 28.5 | 6 |
| | 3 | 78 | 13 | 31 | 6 |
| | 4 | 79 | 13 | 27 | 3 |
| | 5 | 72 | 13 | 29 | 5 |
| | 6 | 65 | 11 | 24.5 | 7 |
| | 7 | 91 | 11 | 23 | 5 |
| | 8 | 78 | 13 | 24.5 | 6 |
| | 9 | 67 | 13 | 23 | 6 |
| | 10 | 74 | 14 | 26.5 | 5 |
| | 11 | 80 | 13 | 27 | 9 |
| | 12 | 65 | 11 | 21 | 5 |
| | 13 | 71 | 14 | 25.5 | 6 |
| | 14 | 70 | 11 | 23 | 5 |
| | 15 | 78 | 12 | 28.5 | 2 |
| | 16 | 72 | 11 | 25 | 3 |
| | \bar{x} | 74.31 | 12.25 | 26.19 | 5.19 |
| G ₁ S ₁ A ₂ | 1 | 79 | 12 | 25.5 | 5 |
| | 2 | 74 | 13 | 21.5 | 4 |
| | 3 | 70 | 10 | 30 | 7 |
| | 4 | 81 | 13 | 22.5 | 5 |
| | 5 | 76 | 11 | 31. | 6 |
| | 6 | 80 | 15 | 27.5 | 3 |
| | 7 | 85 | 12 | 25 | 5 |
| | 8 | 76 | 14 | 21.5 | 5 |
| | 9 | 63 | 12 | 22.5 | 7 |
| | 10 | 73 | 11 | 24 | 4 |
| | 11 | 70 | 12 | 23.5 | 5 |
| | 12 | 86 | 12 | 26 | 5 |
| | 13 | 83 | 12 | 22 | 6 |
| | 14 | 85 | 11 | 25 | 7 |
| | 15 | 72 | 10 | 23 | 7 |
| | 16 | 75 | 9 | 23 | 5 |
| | \bar{x} | 76.75 | 11.81 | 24.59 | 5.38 |
| G ₁ S ₁ A ₃ | 1 | 70 | 12 | 24 | 5 |
| | 2 | 87 | 12 | 27 | 7 |
| | 3 | 80 | 16 | 27.5 | 4 |
| | 4 | 84 | 12 | 32 | 4 |
| | 5 | 74 | 11 | 22.5 | 6 |
| | 6 | 75 | 10 | 23.5 | 5 |
| | 7 | 65 | 10 | 23 | 5 |
| | 8 | 84 | 10 | 24 | 6 |
| | 9 | 84 | 12 | 26.5 | 4 |
| | 10 | 84 | 12 | 29.5 | 2 |

CUADRO 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| Trata- miento | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos |
|--|------------|-----------------------------|--|--|------------------------|
| G ₁ S ₁ A ₃ | 11 | 75 | 11 | 25 | 6 |
| | 12 | 75 | 11 | 23.5 | 5 |
| | 13 | 75 | 13 | 23 | 6 |
| | 14 | 77 | 11 | 30.5 | 4 |
| | 15 | 65 | 11 | 27 | 6 |
| | 16 | 67.5 | 11 | 25. | 10 |
| | \bar{x} | 76.34 | 11.56 | 25.84 | 5.31 |
| G ₁ S ₂ A ₁ | 1 | 78 | 12 | 27 | 8 |
| | 2 | 62 | 9. | 21.5 | 7. |
| | 3 | 85 | 11 | 27 | 8 |
| | 4 | 81 | 12 | 20.5 | 9 |
| | 5 | 75 | 13 | 22 | 4 |
| | 6 | 79 | 13 | 27.5 | 5 |
| | 7 | 81 | 10 | 27 | 4 |
| | 8 | 82 | 11 | 31 | 4 |
| | 9 | 80 | 13 | 28 | 5 |
| | 10 | 75 | 11 | 26 | 6 |
| | 11 | 75 | 13 | 26 | 4 |
| | 12 | 77 | 8 | 19.5 | 3 |
| | 13 | 85 | 12 | 29 | 5 |
| | 14 | 90 | 11 | 33 | 8 |
| | 15 | 95 | 11 | 31 | 6 |
| | 16 | 90 | 12 | 32 | 5 |
| \bar{x} | 80.63 | 11.38 | 26.78 | 5.69 | |
| G ₁ S ₂ A ₂ | 1 | 68 | 8 | 20 | 7 |
| | 2 | 72 | 9 | 24 | 4 |
| | 3 | 75 | 13 | 28.5 | 6 |
| | 4 | 73 | 12 | 24.5 | 4 |
| | 5 | 75 | 12 | 28.5 | 4 |
| | 6 | 65 | 10 | 26 | 9 |
| | 7 | 98 | 13 | 31 | 5 |
| | 8 | 90 | 90 | 30.8 | 6 |
| | 9 | 74 | 12 | 28 | 2 |
| | 10 | 68 | 12 | 26.5 | 4 |
| | 11 | 70 | 12 | 23.5 | 3 |
| | 12 | 65 | 10 | 26 | 10 |
| | 13 | 82 | 13 | 29 | 3 |
| | 14 | 65 | 12 | 26.5 | 5 |
| | 15 | 66 | 12 | 27.5 | 5 |
| | 16 | 73 | 8 | 18 | 5 |
| \bar{x} | 74.31 | 11.06 | 26.14 | 5.13 | |
| G ₁ S ₂ A ₃ | 1 | 71 | 9 | 27.5 | 5 |
| | 2 | 77 | 11 | 25.5 | 8 |
| | 3 | 68 | 10 | 20 | 4 |
| | 4 | 73 | 10 | 22 | 6 |

CUADRO 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| Trata- miento | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos | Día pro de t | |
|------------------|----------------|-----------------------------|--|--|------------------------|--------------------|--|
| G S A 1 2 3 | 5 | 76 | 14 | 27 | 6 | | |
| | 6 | 76 | 14 | 24.5 | 7 | | |
| | 7 | 73 | 13 | 27 | 4 | | |
| | 8 | 68 | 13 | 23 | 5 | | |
| | 9 | 80 | 17 | 29.8 | 2 | | |
| | 10 | 85 | 14 | 36 | 4 | | |
| | 11 | 62 | 10 | 22.5 | 5 | | |
| | 12 | 80 | 12 | 25 | 4 | | |
| | 13 | 77 | 14 | 27 | 6 | | |
| | 14 | 79 | 13 | 27 | 3 | | |
| | 15 | 80 | 14 | 30 | 3 | | |
| | 16 | 78 | 12 | 23.5 | 3 | | |
| | \bar{x} | | 75.25 | 12.5 | 26.08 | 4.69 | |
| | G S A 1 3 1 | 1 | 73 | 10 | 29.5 | 5 | |
| | | 2 | 60 | 11 | 22 | 6 | |
| | | 3 | 73 | 11 | 22.5 | 6 | |
| 4 | | 62 | 7 | 23 | 14 | | |
| 5 | | 68 | 9 | 24.5 | 4 | | |
| 6 | | 80 | 9 | 25.5 | 7 | | |
| 7 | | 75 | 10 | 30 | 4 | | |
| 8 | | 90 | 12 | 31 | 5 | | |
| 9 | | 78 | 15 | 24 | 3 | | |
| 10 | | 72 | 13 | 28 | 5 | | |
| 11 | | 70 | 16 | 32.5 | 6 | | |
| 12 | | 72 | 13 | 20.5 | 2 | | |
| 13 | | 72 | 13 | 22 | 6 | | |
| 14 | | 66 | 13 | 25.5 | 4 | | |
| 15 | | 78 | 14 | 29 | 5 | | |
| 16 | | 79 | 10 | 26 | 6 | | |
| \bar{x} | | 73 | 11.75 | 25.97 | 5.44 | | |
| G S A 1 3 2 | 1 | 70 | 10 | 32 | 3 | | |
| | 2 | 81 | 12 | 21.5 | 9 | | |
| | 3 | 75 | 12 | 28.5 | 4 | | |
| | 4 | 65 | 12 | 30 | 5 | | |
| | 5 | 82 | 10 | 30 | 8 | | |
| | 6 | 84 | 12 | 29 | 5 | | |
| | 7 | 65 | 12 | 21.5 | 7 | | |
| | 8 | 81 | 17 | 29.5 | 3 | | |
| | 9 | 87 | 12 | 26.5 | 5 | | |
| | 10 | 85 | 14 | 32 | 1 | | |
| | 11 | 75 | 11 | 24.5 | 4 | | |
| | 12 | 83 | 11 | 22.5 | 4 | | |
| | 13 | 81 | 13 | 29.5 | 7 | | |
| | 14 | 70 | 11 | 23.8 | 4 | | |
| | 15 | 75 | 13 | 21 | 6 | | |
| | 16 | 74 | 12 | 22.5 | 4 | | |
| \bar{x} | | 77.06 | 12.13 | 26.52 | 4.94 | | |

CUADRO 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| rata- iento | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos | Diám prom de ta (c |
|----------------|------------|-----------------------------|--|--|------------------------|-----------------------------|
| S A 1 3 3 | 1 | 65 | 9 | 30 | 6 | |
| | 2 | 65 | 11 | 24.5 | 6 | |
| | 3 | 76 | 13 | 33.5 | 3 | |
| | 4 | 69 | 11 | 32 | 8 | |
| | 5 | 72 | 8 | 26 | 8 | |
| | 6 | 63 | 13 | 23 | 5 | |
| | 7 | 79 | 12 | 26 | 6 | |
| | 8 | 88 | 12 | 27 | 4 | |
| | 9 | 85 | 11 | 27.5 | 3 | |
| | 10 | 74 | 14 | 26 | 4 | |
| | 11 | 75 | 13 | 24.5 | 7 | |
| | 12 | 85 | 11 | 24 | 8 | |
| | 13 | 78 | 9 | 26.5 | 7 | |
| | 14 | 80 | 11 | 26 | 5 | |
| | 15 | 90 | 13 | 30 | 5 | |
| | 16 | 95 | 14 | 22 | 9 | |
| | \bar{x} | 77.44 | 11.56 | 26.78 | 6 | |
| S A 2 1 1 | 1 | 95 | 12 | 27.5 | 4 | |
| | 2 | 90 | 14 | 30 | 5 | |
| | 3 | 74 | 12 | 21.5 | 10 | |
| | 4 | 90 | 13 | 29.5 | 7 | |
| | 5 | 65 | 10 | 25.5 | 7 | |
| | 6 | 78 | 12 | 30 | 3 | |
| | 7 | 73 | 12 | 22 | 7 | |
| | 8 | 70 | 11 | 28 | 5 | |
| | 9 | 87 | 12 | 24 | 8 | |
| | 10 | 62 | 10 | 22.5 | 8 | |
| | 11 | 72 | 12 | 28.5 | 3 | |
| | 12 | 65 | 10 | 30.5 | 3 | |
| | 13 | 92 | 9 | 29.5 | 11 | |
| | 14 | 92.5 | 10 | 26 | 4 | |
| | 15 | 80 | 12 | 27.5 | 5 | |
| | 16 | 82 | 10 | 27.5 | 5 | |
| | \bar{x} | 79.22 | 10.69 | 26.88 | 5.69 | |
| S A 2 1 2 | 1 | 85.5 | 12 | 31 | 7 | |
| | 2 | 75 | 13 | 25.5 | 8 | |
| | 3 | 75 | 12 | 30.5 | 2 | |
| | 4 | 72 | 12 | 27 | 4 | |
| | 5 | 80 | 10 | 24.5 | 5 | |
| | 6 | 73 | 11 | 21.5 | 6 | |
| | 7 | 82 | 13 | 25 | 5 | |
| | 8 | 75 | 13 | 22 | 7 | |
| | 9 | 81 | 13 | 30 | 4 | |
| | 10 | 90 | 12 | 29.5 | 3 | |
| | 11 | 71 | 11 | 23 | 4 | |
| | 12 | 60 | 9 | 30 | 5 | |

TABLA 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| Tratamiento | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos | Diámetro promedio de tallos (cm) |
|----------------|------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| A ₃ | 1 | 65 | 9 | 30 | 6 | 1.0 |
| | 2 | 65 | 11 | 24.5 | 6 | 0.9 |
| | 3 | 76 | 13 | 33.5 | 3 | 1.0 |
| | 4 | 69 | 11 | 32 | 8 | 1.1 |
| | 5 | 72 | 8 | 26 | 8 | 0.9 |
| | 6 | 63 | 13 | 23 | 5 | 1.0 |
| | 7 | 79 | 12 | 26 | 6 | 1.0 |
| | 8 | 88 | 12 | 27 | 4 | 0.8 |
| | 9 | 85 | 11 | 27.5 | 3 | 1.0 |
| | 10 | 74 | 14 | 26 | 4 | 0.9 |
| | 11 | 75 | 13 | 24.5 | 7 | 0.9 |
| | 12 | 85 | 11 | 24 | 8 | 0.9 |
| | 13 | 78 | 9 | 26.5 | 7 | 0.9 |
| | 14 | 80 | 11 | 26 | 5 | 1.0 |
| | 15 | 90 | 13 | 30 | 5 | 1.1 |
| | 16 | 95 | 14 | 22 | 9 | 1.0 |
| | \bar{x} | 77.44 | 11.56 | 26.78 | 6 | 0.96 |
| A ₁ | 1 | 95 | 12 | 27.5 | 4 | 1.2 |
| | 2 | 90 | 14 | 30 | 5 | 1.3 |
| | 3 | 74 | 12 | 21.5 | 10 | 0.8 |
| | 4 | 90 | 13 | 29.5 | 7 | 1.0 |
| | 5 | 65 | 10 | 25.5 | 7 | 0.9 |
| | 6 | 78 | 12 | 30 | 3 | 1.1 |
| | 7 | 73 | 12 | 22 | 7 | 1.0 |
| | 8 | 70 | 11 | 28 | 5 | 1.0 |
| | 9 | 87 | 12 | 24 | 8 | 0.9 |
| | 10 | 62 | 10 | 22.5 | 8 | 1.1 |
| | 11 | 72 | 12 | 28.5 | 3 | 1.0 |
| | 12 | 65 | 10 | 30.5 | 3 | 1.2 |
| | 13 | 92 | 9 | 29.5 | 11 | 0.8 |
| | 14 | 92.5 | 10 | 26 | 4 | 1.0 |
| | 15 | 80 | 12 | 27.5 | 5 | 1.0 |
| | 16 | 82 | 10 | 27.5 | 5 | 1.0 |
| | \bar{x} | 79.22 | 10.69 | 26.88 | 5.69 | 1.02 |
| A ₂ | 1 | 85.5 | 12 | 31 | 7 | 1.2 |
| | 2 | 75 | 13 | 25.5 | 8 | 1.0 |
| | 3 | 75 | 12 | 30.5 | 2 | 1.4 |
| | 4 | 72 | 12 | 27 | 4 | 1 |
| | 5 | 80 | 10 | 24.5 | 5 | 1.0 |
| | 6 | 73 | 11 | 21.5 | 6 | 0.8 |
| | 7 | 82 | 13 | 25 | 5 | 1.0 |
| | 8 | 75 | 13 | 22 | 7 | 0.9 |
| | 9 | 81 | 13 | 30 | 4 | 1.3 |
| | 10 | 90 | 12 | 29.5 | 3 | 0.9 |
| | 11 | 71 | 11 | 23 | 4 | 1.0 |
| | 12 | 60 | 9 | 30 | 5 | 1.0 |

RO 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| a- to | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos | Diámetro promedi- de tallo (cm) |
|----------------|------------|-----------------------------|--|--|------------------------|--|
| A ₂ | 13 | 90 | 15 | 28.5 | 7 | 0.8 |
| | 14 | 90 | 10 | 28 | 7 | 1.2 |
| | 15 | 78 | 10 | 30 | 5 | 0.8 |
| | 16 | 75 | 10 | 30.5 | 6 | 1.2 |
| | \bar{x} | 72.03 | 11.63 | 27.28 | 5.38 | 1.0 |
| A ₃ | 1 | 90 | 13 | 28 | 3 | 1.3 |
| | 2 | 80 | 13 | 23.5 | 6 | 0.8 |
| | 3 | 76 | 11 | 27 | 3 | 1.0 |
| | 4 | 90 | 14 | 32.5 | 4 | 1.4 |
| | 5 | 98 | 10 | 29.5 | 6 | 0.9 |
| | 6 | 84 | 11 | 27.5 | 6 | 1.0 |
| | 7 | 62 | 12 | 25 | 4 | 1.1 |
| | 8 | 85 | 12 | 27.5 | 5 | 1.1 |
| | 9 | 90 | 14 | 32.5 | 4 | 1.3 |
| | 10 | 79 | 11 | 31 | 3 | 1.3 |
| | 11 | 78 | 13 | 27.5 | 6 | 1.1 |
| | 12 | 80 | 13 | 33 | 2 | 1.4 |
| | 13 | 113 | 13 | 31 | 7 | 0.8 |
| | 14 | 92 | 9 | 26 | 4 | 0.7 |
| | 15 | 78 | 12 | 31.5 | 3 | 0.9 |
| | 16 | 81 | 12 | 31 | 6 | 0.8 |
| \bar{x} | 84.75 | 12.06 | 27.87 | 4.5 | 1.0 | |
| A ₁ | 1 | 75 | 10 | 20 | 3 | 1.0 |
| | 2 | 80 | 14 | 32 | 2 | 1.3 |
| | 3 | 90 | 13 | 27 | 6 | 0.9 |
| | 4 | 92 | 11 | 26.5 | 5 | 0.8 |
| | 5 | 71 | 10 | 19 | 8 | 0.8 |
| | 6 | 60 | 13 | 26 | 4 | 1.0 |
| | 7 | 77 | 12 | 26.5 | 7 | 1.1 |
| | 8 | 84 | 14 | 27 | 3 | 1.1 |
| | 9 | 86 | 13 | 30.5 | 3 | 1.1 |
| | 10 | 75 | 12 | 27 | 6 | 0.9 |
| | 11 | 71 | 11 | 26 | 3 | 1.2 |
| | 12 | 80 | 15 | 37.5 | 2 | 1.4 |
| | 13 | 75 | 12 | 28 | 5 | 0.9 |
| | 14 | 60 | 8 | 27.5 | 3 | 1.1 |
| | 15 | 83 | 12 | 33.5 | 4 | 1.0 |
| | 16 | 65 | 8 | 24 | 4 | 0.8 |
| \bar{x} | 76.56 | 11.75 | 27.38 | 4.25 | 1.0 | |
| A ₂ | 1 | 78 | 9 | 19 | 13 | 0.6 |
| | 2 | 77 | 12 | 25 | 8 | 1.1 |
| | 3 | 85 | 13 | 32 | 4 | 1.4 |
| | 4 | 79 | 11 | 27.5 | 6 | 1.1 |
| | 5 | 82 | 11 | 25.5 | 4 | 0.8 |
| | 6 | 92 | 9 | 30 | 7 | 1.0 |
| | 7 | 86 | 16 | 36.6 | 2 | 1.5 |

DRO 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| a- to | Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallo | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos | Diámetro promedi de tallo (cm) |
|------------------|------------|-----------------------------|--|--|------------------------|---|
| A ₂ | 9 | 86 | 9 | 28 | 5 | 1.0 |
| | 10 | 84 | 11 | 29.5 | 7 | 1.1 |
| | 11 | 75 | 12 | 26 | 8 | 0.7 |
| | 12 | 62 | 10 | 29.5 | 5 | 1.1 |
| | 13 | 94 | 16 | 30.5 | 5 | 1.2 |
| | 14 | 133 | 12 | 37 | 5 | 1.1 |
| | 15 | 83 | 13 | 29 | 5 | 1.2 |
| | 16 | 92 | 13 | 31 | 3 | 1.2 |
| | \bar{x} | 85.63 | 11.81 | 29.48 | 3.88 | 1.09 |
| A ₃ | 1 | 77 | 12 | 28.5 | 7 | 1.1 |
| | 2 | 72 | 12 | 24 | 9 | 0.8 |
| | 3 | 72 | 11 | 23.5 | 6 | 0.8 |
| | 4 | 92 | 11 | 29 | 6 | 1.1 |
| | 5 | 83 | 11 | 30 | 8 | 0.9 |
| | 6 | 70 | 11 | 25 | 7 | 0.8 |
| | 7 | 65 | 10 | 24.5 | 4 | 1.0 |
| | 8 | 76 | 9 | 28 | 6 | 1.0 |
| | 9 | 90 | 11 | 30.5 | 5 | 1.0 |
| | 10 | 78 | 11 | 31 | 6 | 1.0 |
| | 11 | 65 | 12 | 30.5 | 2 | 1.3 |
| | 12 | 60 | 12 | 26 | 3 | 0.8 |
| | 13 | 92 | 14 | 31.5 | 3 | 1.1 |
| | 14 | 93 | 10 | 24.5 | 5 | 0.9 |
| | 15 | 60 | 9 | 28 | 2 | 1.0 |
| | 16 | 75 | 11 | 23 | 9 | 0.8 |
| | \bar{x} | 76.25 | 11.06 | 27.34 | 5.5 | 0.96 |
| A _{3 1} | 1 | 75 | 11 | 30 | 4 | 1.0 |
| | 2 | 75 | 12 | 25 | 5 | 0.9 |
| | 3 | 84 | 13 | 28.5 | 3 | 1.1 |
| | 4 | 87 | 15 | 32 | 2 | 1.3 |
| | 5 | 86 | 11 | 30 | 8 | 1.1 |
| | 6 | 85 | 9 | 24 | 9 | 0.7 |
| | 7 | 69 | 11 | 22 | 8 | 1.1 |
| | 8 | 70 | 12 | 32 | 5 | 1.0 |
| | 9 | 90 | 12 | 29.5 | 5 | 1.1 |
| | 10 | 76 | 12 | 28.5 | 7 | 1.1 |
| | 11 | 92 | 13 | 36.5 | 3 | 1.1 |
| | 12 | 82 | 12 | 27.5 | 7 | 1.2 |
| | 13 | 82 | 13 | 28 | 7 | 1.0 |
| | 14 | 80 | 13 | 26 | 7 | 1.0 |
| | 15 | 90 | 12 | 27 | 5 | 1.1 |
| | 16 | 85 | 11 | 28.5 | 5 | 0.9 |
| | \bar{x} | 81.75 | 12 | 28.44 | 5.63 | 1.04 |

.

0 4.6. c o n t i n u a c i ó n

| Repetición | Altura de tallos (cm) | Número promedio de hojas por tallos | Longitud \bar{x} de la hoja (cm) | Número de tallos | Diámetro promedio de tallos (cm) |
|------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1 | 90.5 | 13 | 27.5 | 3 | 1.2 |
| 2 | 90 | 13 | 25.5 | 6 | 1.1 |
| 3 | 82 | 10 | 24.5 | 5 | 1.2 |
| 4 | 90 | 12 | 27 | 5 | 0.8 |
| 5 | 87 | 11 | 30 | 5 | 0.9 |
| 6 | 80 | 9 | 27.5 | 5 | 0.9 |
| 7 | 62 | 12 | 27.5 | 5 | 1.1 |
| 8 | 70 | 10 | 32 | 4 | 1.1 |
| 9 | 78 | 12 | 25 | 5 | 1.0 |
| 10 | 67 | 10 | 23.5 | 6 | 1.0 |
| 11 | 77 | 13 | 27.5 | 5 | 1.2 |
| 12 | 85 | 10 | 24.5 | 3 | 1.0 |
| 13 | 128 | 16 | 16 | 3 | 1.4 |
| 14 | 92 | 20 | 10 | 6 | 0.9 |
| 15 | 78 | 11 | 27.5 | 6 | 0.8 |
| 16 | 82 | 10 | 20.5 | 5 | 1.0 |
| \bar{x} | 61.63 | 12 | 24.75 | 4.75 | 1.04 |
| 1 | 80 | 13 | 31 | 3 | 1.2 |
| 2 | 83 | 12 | 28 | 4 | 1.1 |
| 3 | 84 | 13 | 25 | 3 | 1.2 |
| 4 | 90 | 14 | 26.5 | 4 | 1.2 |
| 5 | 73 | 13 | 28.5 | 6 | 1.2 |
| 6 | 79 | 12 | 24.5 | 3 | 0.9 |
| 7 | 92 | 14 | 30.5 | 4 | 1.2 |
| 8 | 83 | 14 | 28 | 4 | 1.1 |
| 9 | 87 | 13 | 29.5 | 3 | 1.2 |
| 10 | 80 | 11 | 31 | 4 | 0.9 |
| 11 | 74 | 13 | 32 | 4 | 1.1 |
| 12 | 88 | 13 | 32.5 | 4 | 1.2 |
| 13 | 85 | 11 | 28 | 5 | 1.0 |
| 14 | 85 | 12 | 26 | 3 | 1.2 |
| 15 | 78 | 10 | 19 | 7 | 1.0 |
| 16 | 90 | 10 | 30 | 6 | 1.0 |
| \bar{x} | 83.19 | 12.38 | 28.13 | 4.19 | 1.38 |

CUADRO 4.7. Datos estadísticos de las características de las plantas a los 83 días después de la siembra.

| Característica | Rango | Promedio | * | ANVA | | Población |
|--|---------------|----------|---|----------|-------------|-----------|
| | | | | C.V. (%) | S | |
| 1) Altura promedio de tallos (cm) | 72.88 - 85.63 | 78.58 | G | 12.4 | 4.88 | 9.73 |
| | | | S | 5.7 | 2.25 | |
| | | | A | 6.6 | <u>2.61</u> | |
| | | | | | <u>9.74</u> | |
| 2) Número medio de hojas por tallo | 11.06 - 12.50 | 11.77 | G | 12.0 | 0.71 | 1.73 |
| | | | S | 8.6 | 0.51 | |
| | | | A | 8.9 | 0.53 | |
| | | | | | <u>1.75</u> | |
| 3) Longitud promedio de la hoja media (cm) | 24.32 - 29.48 | 26.87 | G | 10.9 | 1.40 | 3.77 |
| | | | S | 5.9 | 0.80 | |
| | | | A | 7.4 | 0.99 | |
| | | | | | <u>3.19</u> | |
| 4) Número promedio de tallos | 4.19 - 6.06 | 5.19 | G | 10.01 | 0.26 | 1.92 |
| | | | S | 21.30 | 0.55 | |
| | | | A | 17.70 | 0.46 | |
| | | | | | <u>1.27</u> | |
| 5) Diámetro medio de tallos (cm) | 0.85 - 1.11 | 1.03 | G | 16.80 | 0.08 | 0.17 |
| | | | S | 9.70 | 0.05 | |
| | | | A | 9.70 | 0.05 | |
| | | | | | <u>0.18</u> | |

* G = Gallinaza; S = Azufre; A = Acido indolbutírico

El coeficiente de variación en el análisis de varianza, resultado del muestreo de 16 plantas por tratamiento es un valor bajo, lo cual confirma la precisión en la toma de datos y poca fuga en cuanto a información no controlada experimentalmente.

Las características evaluadas son fuertemente controladas genéticamente y no son modificadas por los tratamientos estudiados, lo que se corrobora con la insignificante desviación estandar que se obtuvo en cada característica evaluada, tanto en el diseño a considerar 16 repeticiones por tratamiento como en la población al muestrear aleatoriamente 288 plantas.

Es necesario buscar otras características de las plantas más sensibles a este tipo de tratamientos, que se correlacionen con el rendimiento para evaluar la respuesta del cultivo, ya que los resultados obtenidos en esta investigación confirman plenamente los obtenidos en una gran cantidad de trabajos realizados con el cultivo de papa dentro del mismo programa de investigación "Mejoradores de Suelo" en la U.A.A.A.N.

Raíz

El desarrollo radical fue evaluado 85 días después de la siembra y los datos se presentan en el Cuadro 4.8. El testigo tuvo una densidad media de raíces (cm de raíz/cm³ de suelo) de 5.966, valor superado por los tratamientos G₁S₂A₁ y G₂S₃A₃ con 6.269 y 6.938 cm/cm³, respectivamente.

CUADRO 4.8. Desarrollo radical evaluado 85 días después de la siembra.

| Tratamiento | Repetición | Longitud de raíz (cm) | Densidad de raíz (cm de raíz / cm ³ de suelo) |
|--|---------------|-----------------------|--|
| G S A 1 1 1 | 1 | 106.186 | 6.478 |
| | 2 | 119.459 | 7.280 |
| | 3 | 106.186 | 6.471 |
| | $\frac{4}{x}$ | 59.730 | 3.640 |
| | \bar{x} | 97.890 | 5.966 |
| G S A 1 1 2 | 1 | 53.093 | 3.236 |
| | 2 | 86.276 | 5.258 |
| | 3 | 102.868 | 6.269 |
| | $\frac{4}{x}$ | 89.595 | 5.460 |
| | \bar{x} | 82.958 | 5.056 |
| G S A 1 1 3 | 1 | 46.456 | 2.831 |
| | 2 | 79.640 | 4.854 |
| | 3 | 119.459 | 7.280 |
| | $\frac{4}{x}$ | 119.459 | 7.280 |
| | \bar{x} | 91.254 | 5.561 |
| G S A 1 2 1 | 1 | 79.640 | 4.854 |
| | 2 | 92.913 | 5.663 |
| | 3 | 102.868 | 6.269 |
| | $\frac{4}{x}$ | 136.050 | 8.292 |
| | \bar{x} | 102.843 | 6.269 |
| G ₁ S ₂ A ₂ | 1 | 56.411 | 3.438 |
| | 2 | 56.411 | 3.438 |
| | 3 | 79.640 | 4.854 |
| | $\frac{4}{x}$ | 59.730 | 3.640 |
| | \bar{x} | 63.048 | 3.842 |
| G ₁ S ₂ A ₃ | 1 | 56.411 | 3.438 |
| | 2 | 63.048 | 3.842 |
| | 3 | 46.456 | 2.831 |
| | $\frac{4}{x}$ | 66.366 | 4.045 |
| | \bar{x} | 58.070 | 3.539 |
| G ₁ S ₃ A ₁ | 1 | 112.150 | 6.835 |
| | 2 | 106.555 | 6.494 |
| | 3 | 96.234 | 5.865 |
| | $\frac{4}{x}$ | 114.628 | 6.986 |
| | \bar{x} | 107.392 | 6.545 |
| G ₁ S ₃ A ₂ | 1 | 49.775 | 3.034 |
| | 2 | 53.093 | 3.236 |
| | 3 | 99.549 | 6.067 |
| | $\frac{4}{x}$ | 82.958 | 5.056 |
| | \bar{x} | 71.344 | 4.348 |

CUADRO 4.8..... c o n t i n u a c i ó n

| Tratamiento | Repetición | Longitud de raíz (cm) | Densidad de raíz (cm de raíz / cm ³ de suelo) |
|--|------------|-----------------------|--|
| G ₁ S ₃ A ₃ | 1 | 69.685 | 4.247 |
| | 2 | 63.048 | 3.842 |
| | 3 | 63.048 | 3.842 |
| | 4 | 91.913 | 5.663 |
| | \bar{x} | 71.924 | 4.399 |
| G ₂ S ₁ A ₁ | 1 | 96.231 | 5.749 |
| | 2 | 82.958 | 4.956 |
| | 3 | 46.456 | 2.775 |
| | 4 | 63.048 | 3.766 |
| | \bar{x} | 72.173 | 4.312 |
| G ₂ S ₁ A ₂ | 1 | 53.093 | 3.172 |
| | 2 | 209.054 | 12.489 |
| | 3 | 56.411 | 3.370 |
| | 4 | 53.093 | 3.172 |
| | \bar{x} | 92.913 | 5.557 |
| G ₂ S ₁ A ₃ | 1 | 86.276 | 5.154 |
| | 2 | 96.231 | 5.749 |
| | 3 | 66.366 | 3.965 |
| | 4 | 112.823 | 6.740 |
| | \bar{x} | 90.424 | 5.402 |
| G ₂ S ₂ A ₁ | 1 | 89.594 | 5.352 |
| | 2 | 73.003 | 4.361 |
| | 3 | 39.820 | 2.379 |
| | 4 | 55.411 | 3.370 |
| | \bar{x} | 64.707 | 3.866 |
| G ₂ S ₂ A ₂ | 1 | 79.640 | 4.758 |
| | 2 | 79.640 | 4.758 |
| | 3 | 69.685 | 4.163 |
| | 4 | 139.369 | 8.326 |
| | \bar{x} | 92.084 | 5.501 |
| G ₂ S ₂ A ₃ | 1 | 49.775 | 2.974 |
| | 2 | 116.141 | 6.938 |
| | 3 | 66.366 | 3.965 |
| | 4 | 53.093 | 3.172 |
| | \bar{x} | 71.344 | 4.262 |
| G ₂ S ₃ A ₁ | 1 | 63.048 | 3.776 |
| | 2 | 56.411 | 3.370 |
| | 3 | 66.366 | 3.965 |
| | 4 | 82.958 | 4.956 |
| | \bar{x} | 67.196 | 4.014 |

.

CUADRO 4.8. c o n t i n u a c i ó n .

| Tratamiento | Repetición | Longitud de raíz (cm) | Densidad de raíz (cm de raíz / cm ³ de suelo) |
|----------------|------------|-----------------------|--|
| G S A 2 3 2 | 1 | 63.048 | 3.776 |
| | 2 | 99.549 | 5.947 |
| | 3 | 53.093 | 3.172 |
| | 4 | 109.504 | 6.542 |
| | x | 81.299 | 4.857 |
| G S A 2 3 3 | 1 | 212.372 | 12.687 |
| | 2 | 116.141 | 6.938 |
| | 3 | 69.685 | 4.163 |
| | 4 | 66.366 | 3.965 |
| | x | 116.141 | 6.938 |

El efecto de los tratamientos bajo estudio se presenta en la Figura 4.2., donde se observa que la densidad media de raíces aumentó proporcionalmente a las dosis de ácido indolbutírico, azufre y gallinaza en interacción de éstos.

La aplicación de 3 ton/ha de gallinaza, tanto al interactuar con 200 ppm de ácido indolbutírico en ausencia de azufre, como al interactuar con 100 ppm de ácido indolbutírico y 0.5 ton/ha de azufre, favorecen el desarrollo radical; otras combinaciones lo limitan.

La aplicación de 3 ton/ha de gallinaza sin interactuar con los otros productos limitó significativamente el desarrollo radical; la densidad media de raíz cm/cm^3 es de 4.01 cuando se aplicó y de 5.47 al no aplicarse. Lo anterior se observa en el análisis de varianza, donde la interacción de las fuentes de variación gallinaza - ácido indolbutírico presentó diferencia significativa (Apéndice A), y para fin de conocer los niveles en que ocurrió dicha diferencia se hizo la partición de la suma de Cuadrados (Apéndice B).

El azufre causa un incremento significativo proporcional a su dosis en la densidad media de raíz cm/cm^3 , cuando actúa solo, debido tal vez a que este producto disminuye el pH y favorece la disponibilidad del fósforo, limitantes para el desarrollo de raíces (Parsons, 1982; Milthorpe y Moorby, 1974), este efecto se muestra en la Figura 4.3., y se detectó en la partición de la suma de cuadrados de la interacción de las fuentes de variación gallinaza - azufre (Apéndice C).

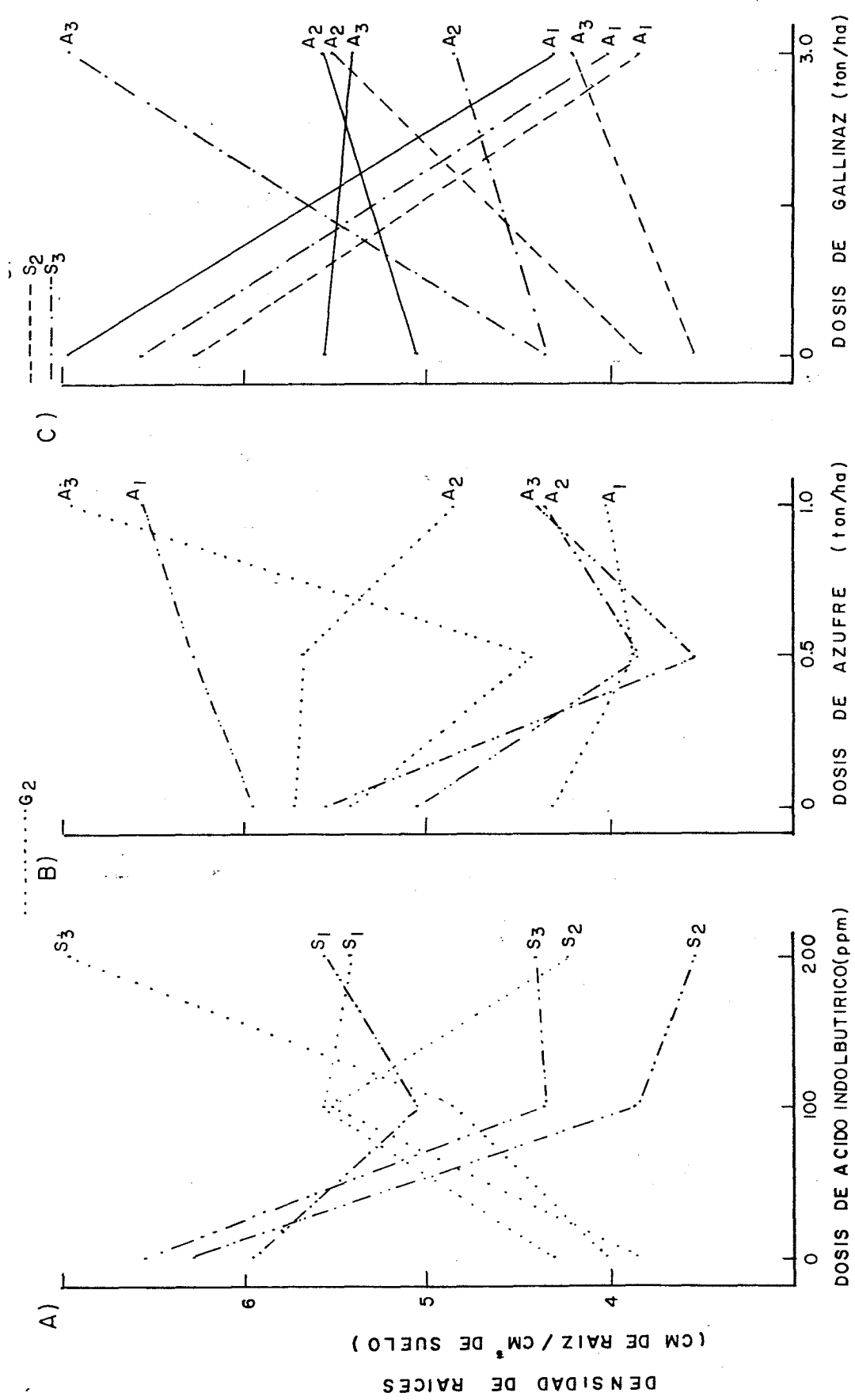


Figura 4.2. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de raíces evaluada a los 85 días después de la siembra. A).- Acido indolbutírico. B).- Azufre. C).- Gallinaza.

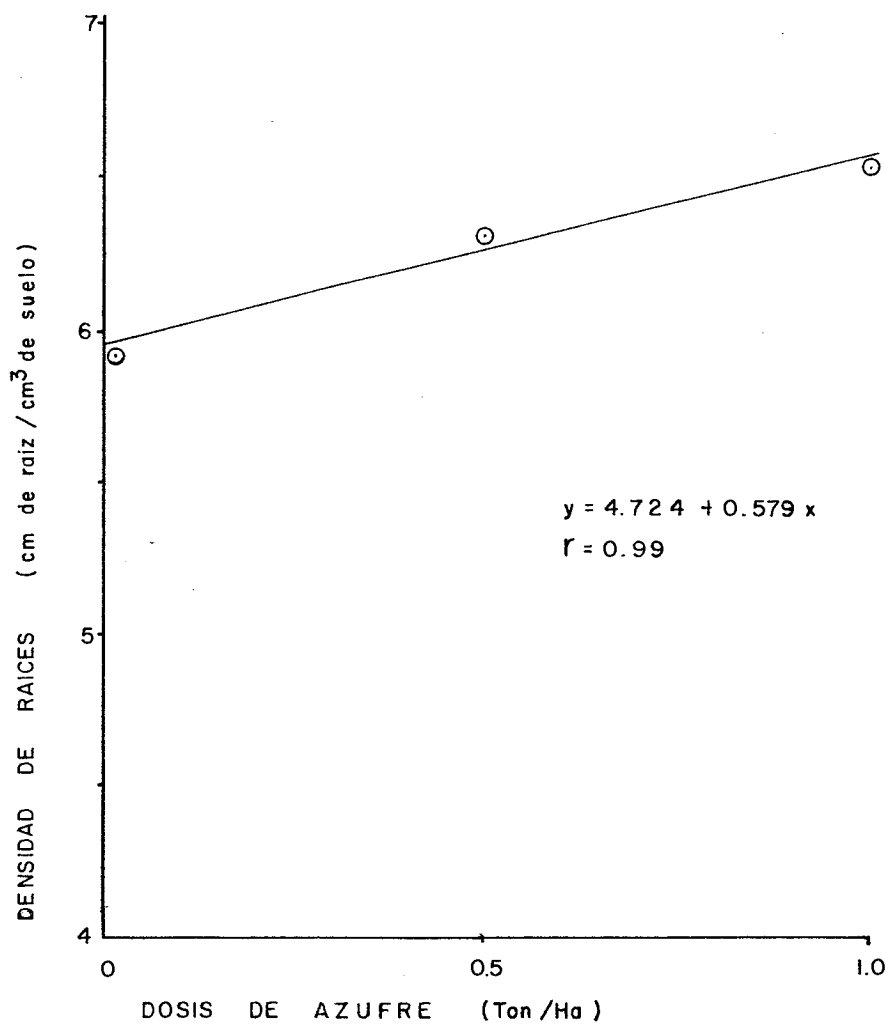


FIGURA 4.3 EFECTO DEL AZUFRE SOBRE LA DENSIDAD DE RAICES.

El ácido indolbutírico causa un decremento en la densidad media de raíz cm/cm^3 proporcional a su dosis cuando actúa solo, esto se debe probablemente a que el rango de exploración fue muy alto y las dosis son altas, lo que limitó el desarrollo radical; efecto inverso al esperado (Northen, 1968, Weaver, 1980; Moore, 1979).

Rendimiento Total

La producción total media de tubérculo (ton/ha) fue de 53.467 en el testigo, superada por los tratamientos $G_1S_1A_2$ y $G_1S_2A_2$ con 55.520 y 55.944 respectivamente y el tratamiento con menor rendimiento medio total fue el $G_2S_2A_3$ con 39.979 ton/ha. Los datos se presentan en el Cuadro 4.9.

El análisis de varianza para el rendimiento total no detectó diferencia significativa en los tratamientos bajo estudio (Apéndice D), su efecto se presenta en la figura 4.4. En esta figura se observa que las dosis bajas en intermedias de los productos aplicados, tanto en interacción como en acción independiente presentan los mejores resultados en rendimiento medio total, a excepción de la aplicación de 3 ton/ha de gallinaza que incrementa el rendimiento cuando se combina con 1 ton/ha de azufre con 200 ppm de ácido indolbutírico.

Existe diferencia altamente significativa entre las medias de producción al aplicar 0.5 ton/ha de azufre en 53.15 ton/ha de tubérculo y cuando éste mismo nivel de azufre interactúa con 3 ton/ha de gallinaza donde se obtuvo una

CUADRO 4.9. Rendimiento total (ton/ha) en los tratamientos bajo estudio.

| Trata- miento | -----Bloques ----- | | | | Medi |
|--|--------------------|--------|--------|--------|------|
| | I | II | II | IV | |
| G ₁ S ₁ A ₁ | 54.620 | 60.734 | 59.986 | 38.927 | 53.5 |
| G ₁ S ₁ A ₂ | 62.092 | 55.299 | 54.883 | 49.864 | 55.5 |
| G ₁ S ₁ A ₃ | 45.652 | 61.141 | 40.353 | 34.783 | 45.4 |
| G ₁ S ₂ A ₁ | 62.432 | 63.315 | 39.674 | 45.788 | 52.8 |
| G ₁ S ₂ A ₂ | 49.864 | 62.092 | 56.522 | 55.299 | 55.9 |
| G ₁ S ₂ A ₃ | 49.457 | 56.658 | 52.038 | 44.701 | 50.7 |
| G ₁ S ₃ A ₁ | 43.071 | 44.266 | 59.511 | 42.595 | 47.3 |
| G ₁ S ₃ A ₂ | 55.435 | 48.641 | 52.174 | 44.973 | 50.3 |
| G ₁ S ₃ A ₃ | 52.310 | 44.293 | 47.351 | 43.886 | 46.9 |
| G ₂ S ₁ A ₁ | 62.228 | 54.688 | 39.878 | 47.283 | 51.0 |
| G ₂ S ₁ A ₂ | 44.429 | 53.397 | 37.840 | 45.245 | 45.2 |
| G ₂ S ₁ A ₃ | 62.092 | 39.402 | 41.304 | 46.875 | 47.4 |
| G ₂ S ₂ A ₁ | 52.174 | 52.853 | 35.734 | 41.440 | 45.5 |
| G ₂ S ₂ A ₂ | 43.207 | 35.870 | 43.682 | 52.174 | 43.7 |
| G ₂ S ₂ A ₃ | 57.201 | 33.967 | 31.386 | 37.364 | 39.9 |
| G ₂ S ₃ A ₁ | 60.054 | 51.087 | 50.679 | 46.399 | 52.0 |
| G ₂ S ₃ A ₂ | 44.293 | 40.285 | 50.679 | 50.951 | 46.5 |
| G ₂ S ₃ A ₃ | 35.462 | 46.332 | 33.967 | 54.620 | 42.5 |

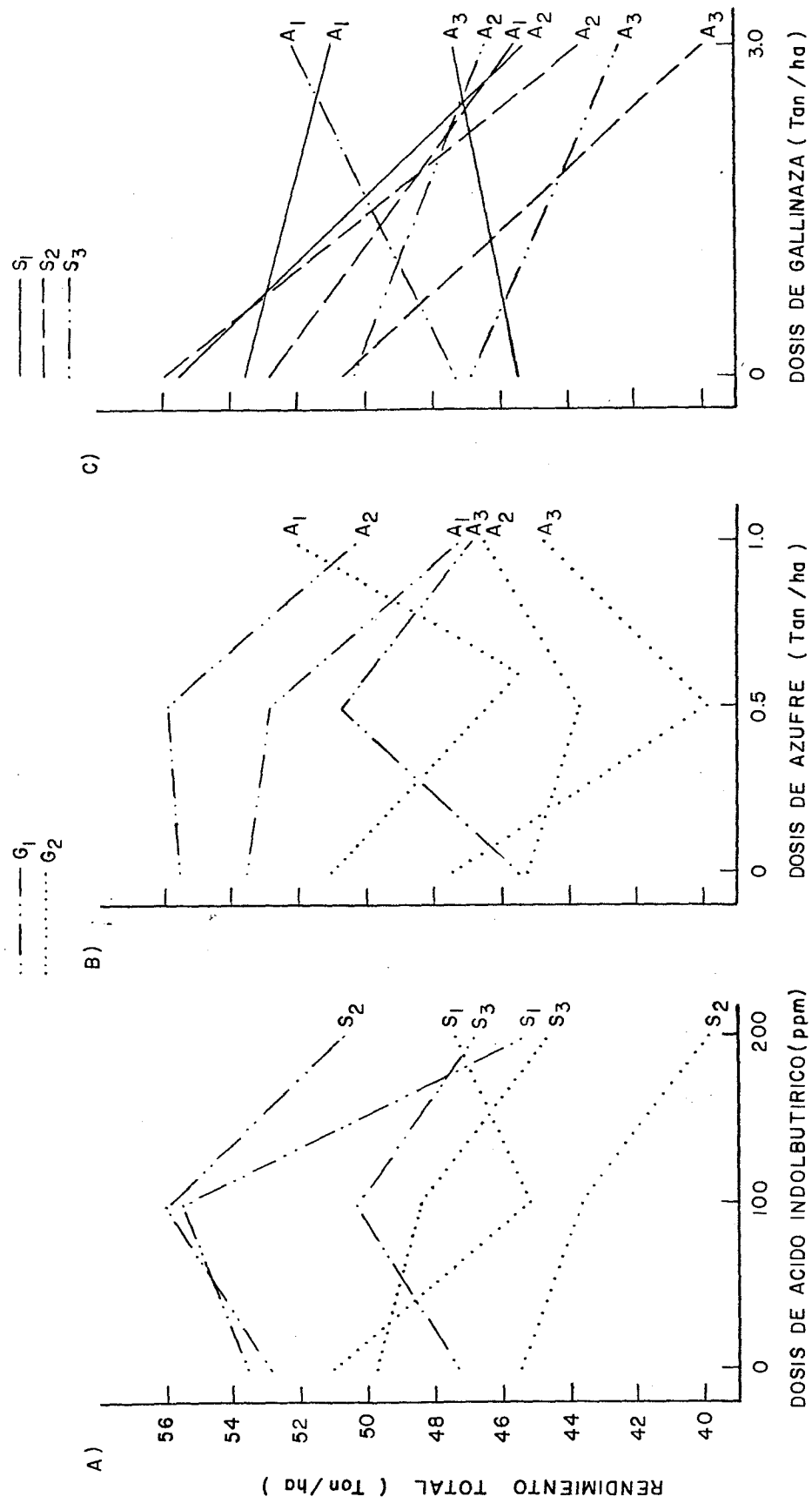


Figura 4.4. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total. A) Acido Indolbutirico. B) Azufre. C) Gallinaza.

media de 43.09 ton/ha de tubérculo. Lo anterior se detectó en la partición de la suma de cuadrados para la interacción de las fuentes de variación gallinaza - azufre (Apéndice E).

También existe diferencia altamente significativa - entre las medias de producción al tratar el tubérculo con - 100 ppm de ácido indolbutírico con 53.92 ton/ha y cuando este mismo nivel de auxina interactúa con 3 ton/ha de gallinaza, donde se obtuvo una media de 45.17 ton/ha de tubérculo. Lo anterior se detectó en la partición de la suma de cuadrados para la interacción de las fuentes de variación gallinaza ácido indolbutírico (Apéndice F).

El ácido indolbutírico causa un decremento en el rendimiento medio total proporcional a la dosis aplicada (Figura 4.5), este mismo efecto se observó en la densidad media de raíces.

Producción de Papa de Primera

La producción de papa de primera se evaluó en porcentaje en base a rendimiento total. El tratamiento que presenta mayor producción fue el $G_1S_3A_2$ con 66.475, el testigo se ubicó en séptimo lugar en orden descendente con 61.95 y el tratamiento con menor producción de tubérculo en esta categoría fue el $G_2S_1A_2$ con 55 por ciento (Cuadro 4.10).

El efecto de los tratamientos bajo estudio sobre la producción de papa de primera se presenta en la Figura 4.6. En esta Figura se observa que el ácido indolbutírico causa

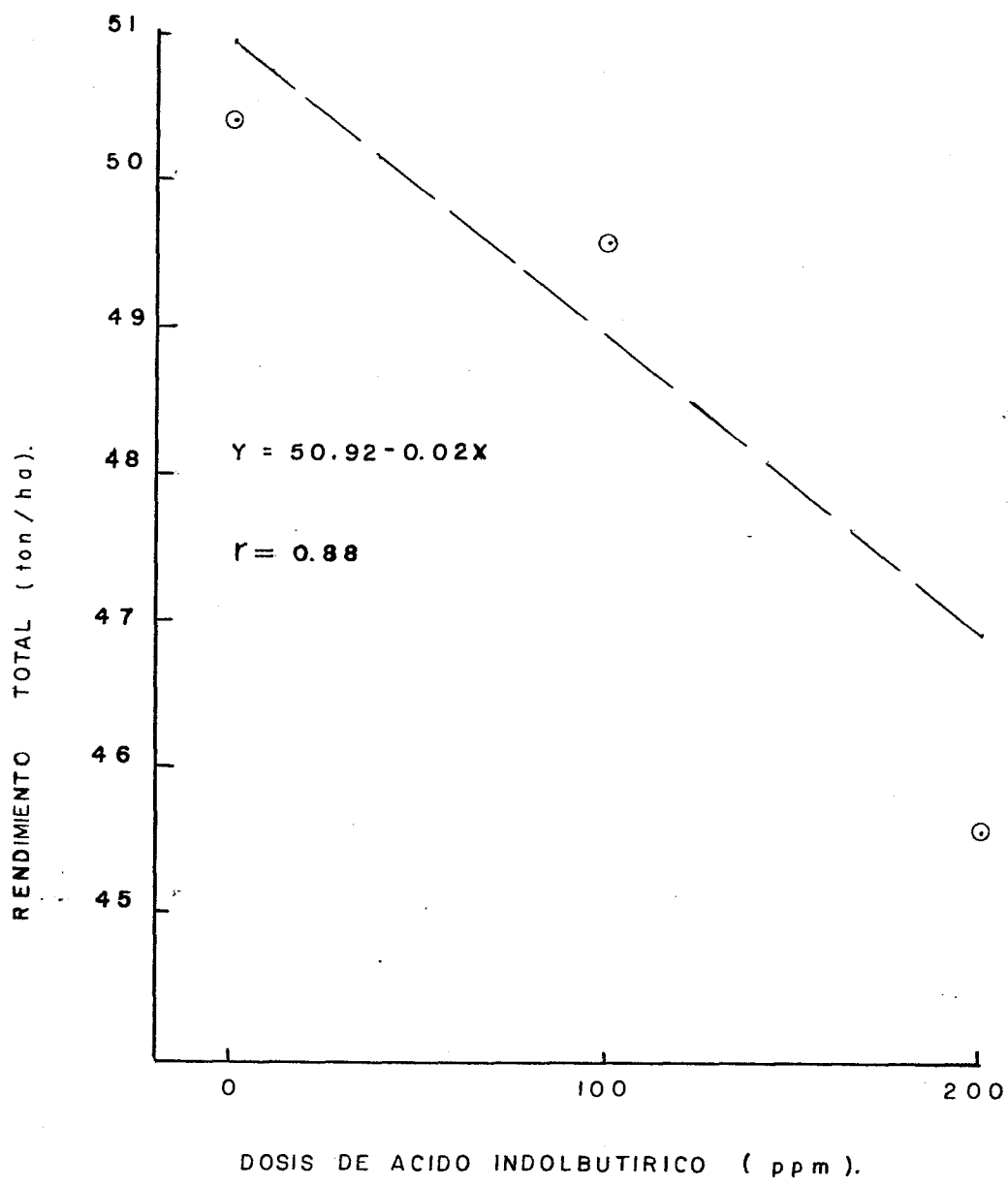


Figura 4.5.- Efecto del ácido indolbutírico sobre el rendimiento total.

CUADRO 4.10. Producción de papa de primera (porcentajes e base a rendimiento total).

| Trata- miento | Bloques | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV |
| G ₁ S ₁ A ₁ | 62.70 | 67.60 | 62.30 | 55.20 |
| G ₁ S ₁ A ₂ | 45.30 | 64.00 | 56.10 | 63.20 |
| G ₁ S ₁ A ₃ | 46.70 | 67.30 | 54.90 | 47.30 |
| G ₁ S ₂ A ₁ | 56.90 | 51.00 | 45.50 | 60.50 |
| G ₁ S ₂ A ₂ | 54.80 | 62.80 | 63.20 | 62.20 |
| G ₁ S ₂ A ₃ | 59.00 | 56.60 | 56.70 | 54.70 |
| G ₁ S ₃ A ₁ | 60.60 | 63.00 | 65.50 | 59.00 |
| G ₁ S ₃ A ₂ | 66.20 | 72.00 | 63.00 | 64.70 |
| G ₁ S ₃ A ₃ | 69.00 | 48.20 | 50.90 | 70.60 |
| G ₂ S ₁ A ₁ | 63.30 | 65.00 | 60.50 | 70.10 |
| G ₂ S ₁ A ₂ | 47.70 | 49.60 | 59.60 | 51.70 |
| G ₂ S ₁ A ₃ | 67.80 | 52.40 | 46.00 | 58.00 |
| G ₂ S ₂ A ₁ | 59.10 | 70.70 | 65.80 | 46.60 |
| G ₂ S ₂ A ₂ | 57.90 | 56.00 | 35.50 | 70.60 |
| G ₂ S ₂ A ₃ | 71.30 | 71.80 | 55.40 | 38.90 |
| G ₂ S ₃ A ₁ | 60.00 | 56.90 | 59.00 | 73.40 |
| G ₂ S ₃ A ₂ | 66.90 | 63.20 | 63.00 | 70.70 |
| G ₂ S ₃ A ₃ | 66.90 | 63.20 | 63.00 | 70.70 |

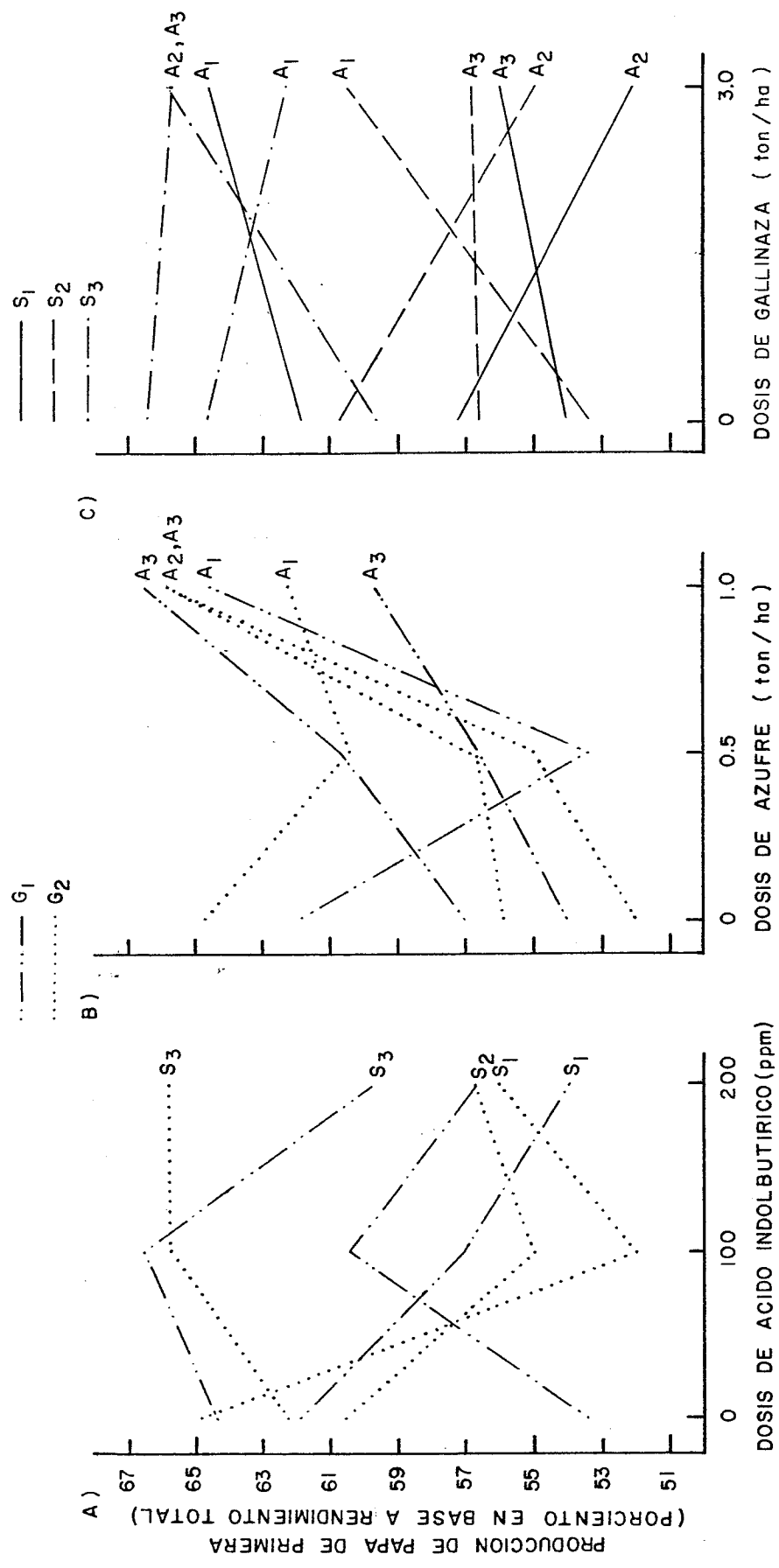


Figura 4.6. Efecto de los tratamientos sobre la producción de papa de primera. A) Acido indolbutirico. B) Azufre. C) Gallinaza.

un decremento proporcional a la dosis aplicada en la producción de papa de primera cuando actúa solo.

El azufre incrementa la calidad comercial proporcionalmente a sus dosis cuando interactúa con los niveles de ácido indolbutírico en presencia y ausencia de gallinaza y al actuar solo este efecto se denota con su dosis alta (1 ton/ha).

La gallinaza favorece la producción de papa de primera, tanto al actuar en forma independiente, como al combinarse con 1 ton/ha de azufre y 200 ppm de ácido indolbutírico, otras combinaciones causan decrementos.

El azufre incrementa significativamente la producción de papa de primera, proporcionalmente a sus dosis como se muestra en la Figura 4.7., este efecto se detectó en el análisis de varianza (Apéndice G). Como se observa, el azufre disminuye el pH, favorece la disponibilidad del fósforo y la densidad de raíces, esto redundó en una mejor calidad de tubérculo.

La interacción de 100 ppm de ácido indolbutírico con las dosis de azufre aumenta significativamente la producción de tubérculo de primera, como se muestra en la Figura 4.8., este efecto se encontró en la partición de la suma de cuadrados de la interacción de las fuentes de variación azufre-ácido indolbutírico (Apéndice H).

La aplicación de 3 ton/ha de gallinaza en interacción con las dosis de azufre disminuyen la producción de tubérculo de primera con diferencia altamente significativa - hasta llegar a un máximo decremento con la dosis de 0.5 ton/ha

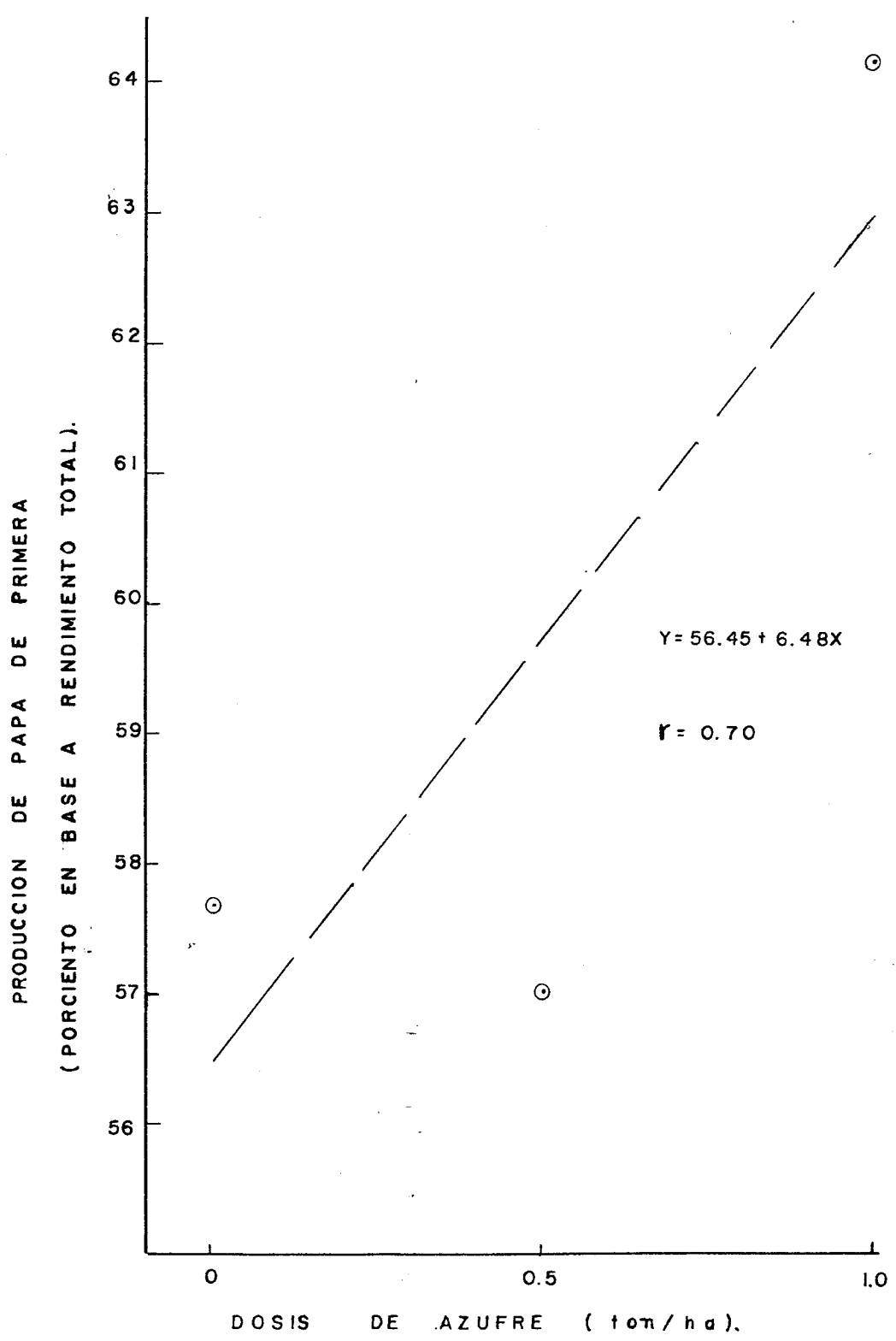


Figura 47.- Efecto del azufre sobre la producción de papa de primera.

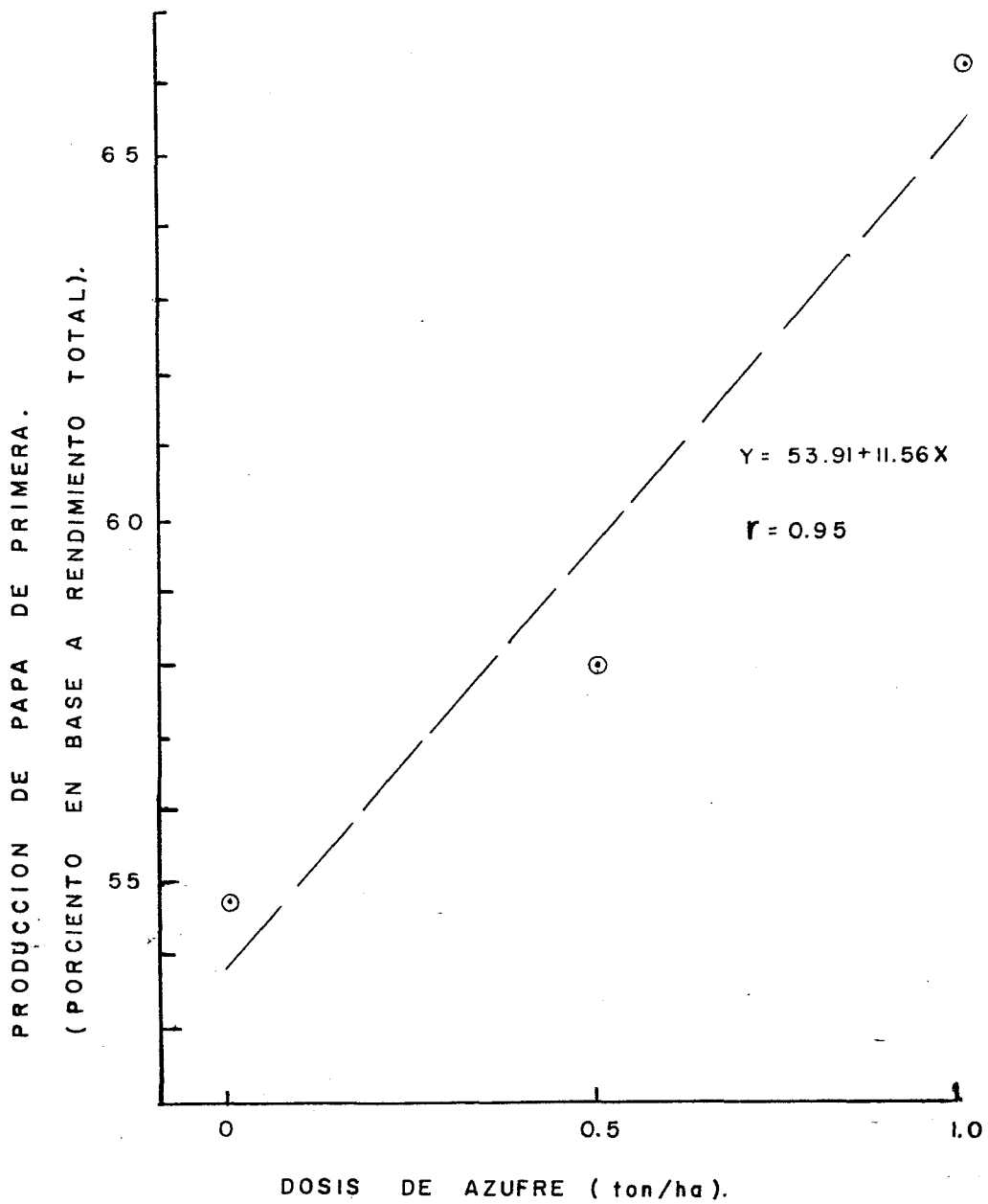


Figura 4.8. Efecto del azufre al interactuar con 100 ppm de ácido indolbutírico sobre la producción de tubérculo de primero.

de azufre a partir de la cual el efecto se invierte tal y como se muestra en la Figura 4.9. Lo anterior se detectó en la partición de la suma de cuadrados de la interacción - de las fuentes de variación gallinaza - azufre (Apéndice I).

Producción de Papa de Segunda

La producción de papa de segunda se evaluó en porcentaje, en base a rendimiento total, los tratamientos $G_2S_2A_2$, $G_1S_1A_3$ y testigo presentaron los más altos porcentajes con un valor de 16.775, 15.7 y 16.163, respectivamente y el tratamiento con menor producción fue el $G_2S_3A_2$ con 8.275 por ciento. Los datos se presentan en el Cuadro 4.11.

El efecto de los tratamientos bajo estudio sobre la producción de papa de segunda se presenta en la Figura 4.10, donde se observa que el ácido indolbutírico causa un decremento proporcional a sus dosis cuando interactúa con 1 ton/ha de azufre y al combinarse con las demás fuentes de variación su efecto es confuso.

La producción aumenta proporcionalmente a las dosis de azufre en interacción con la aplicación de 3 ton/ha de gallinaza y 200 ppm de ácido indolbutírico, otras combinaciones la disminuyen.

La aplicación de 3 ton/ha de gallinaza aumenta la producción de papa de segunda cuando actúa en forma independiente y al combinarse con 100 ppm de ácido indolbutírico, así como al interactuar con 1 ton/ha de azufre y 200 ppm de auxinas, otras combinaciones la disminuyen.

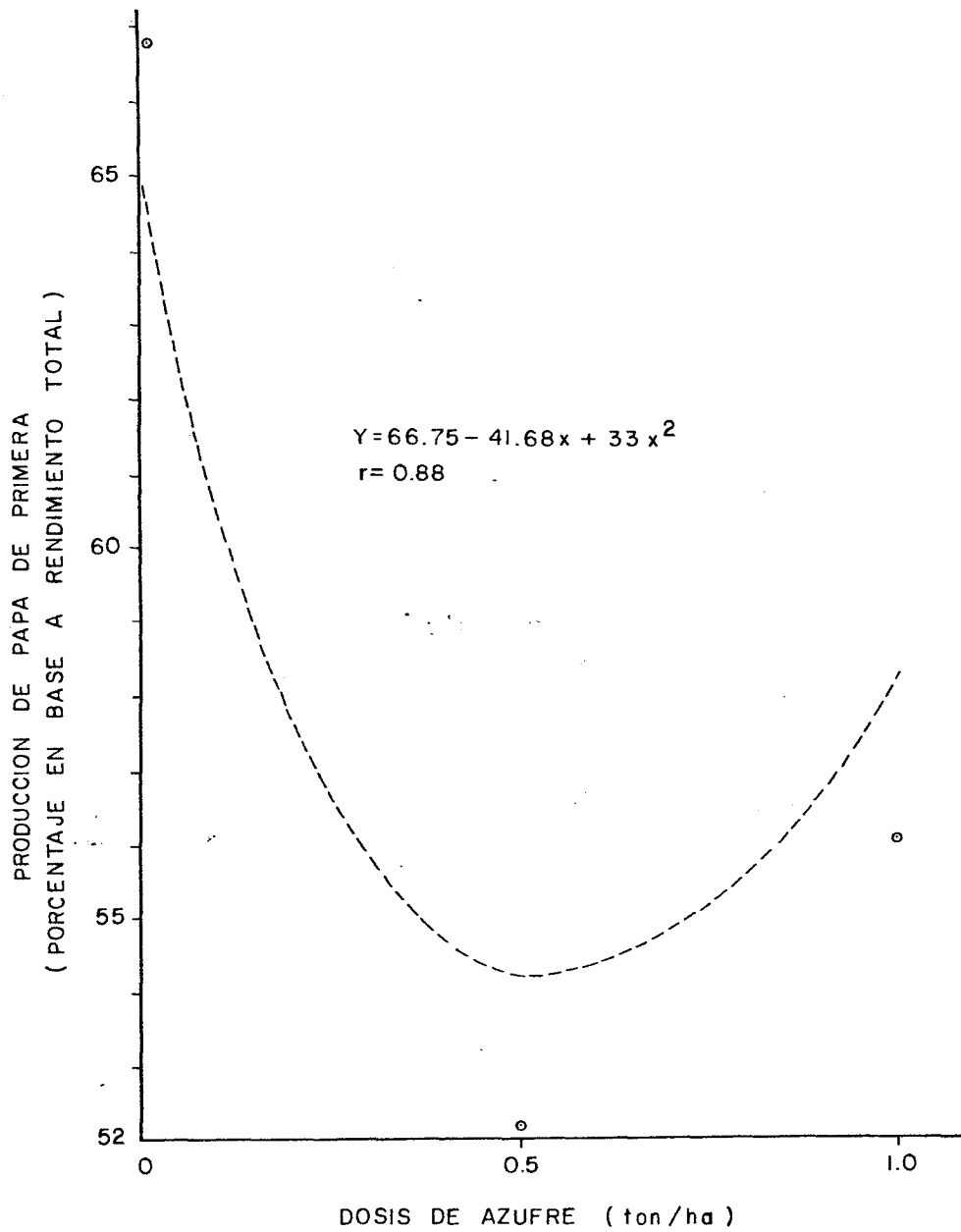


Figura. 4.9. Efecto del azufre al interactuar con gallinaza sobre la producción de papa de primera.

RO 4.11. Producción de papa de segunda (porcentajes en - base a rendimiento total.

| ta- nto | Bloques | | | | Media |
|-----------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| ₁ A ₁ | 11.70 | 11.40 | 20.10 | 17.45 | 15.163 |
| ₁ A ₂ | 7.20 | 16.70 | 11.20 | 16.90 | 13.000 |
| ₁ A ₃ | 11.60 | 7.10 | 17.50 | 26.60 | 16.700 |
| ₂ A ₁ | 14.40 | 13.30 | 17.50 | 11.90 | 14.275 |
| ₂ A ₂ | 11.40 | 5.70 | 12.00 | 11.00 | 10.025 |
| ₂ A ₃ | 15.40 | 14.60 | 12.00 | 13.10 | 13.775 |
| ₃ A ₁ | 16.00 | 4.30 | 8.90 | 18.70 | 11.975 |
| ₃ A ₂ | 8.60 | 7.00 | 11.70 | 11.50 | 9.700 |
| ₃ A ₃ | 4.20 | 15.00 | 6.90 | 8.70 | 8.700 |
| ₁ A ₁ | 13.10 | 9.40 | 13.30 | 9.80 | 11.400 |
| ₁ A ₂ | 8.90 | 18.40 | 14.50 | 14.10 | 13.975 |
| ₁ A ₃ | 6.60 | 11.70 | 11.80 | 11.30 | 10.350 |
| ₂ A ₁ | 5.70 | 7.20 | 8.40 | 33.10 | 13.600 |
| ₂ A ₂ | 11.60 | 13.30 | 36.00 | 6.20 | 16.775 |
| ₂ A ₃ | 10.00 | 15.00 | 9.00 | 17.00 | 12.750 |
| ₃ A ₁ | 14.70 | 9.00 | 6.40 | 7.30 | 9.350 |
| ₃ A ₂ | 6.10 | 15.50 | 8.60 | 2.90 | 8.275 |
| ₃ A ₃ | 16.50 | 11.10 | 12.40 | 13.00 | 13.250 |

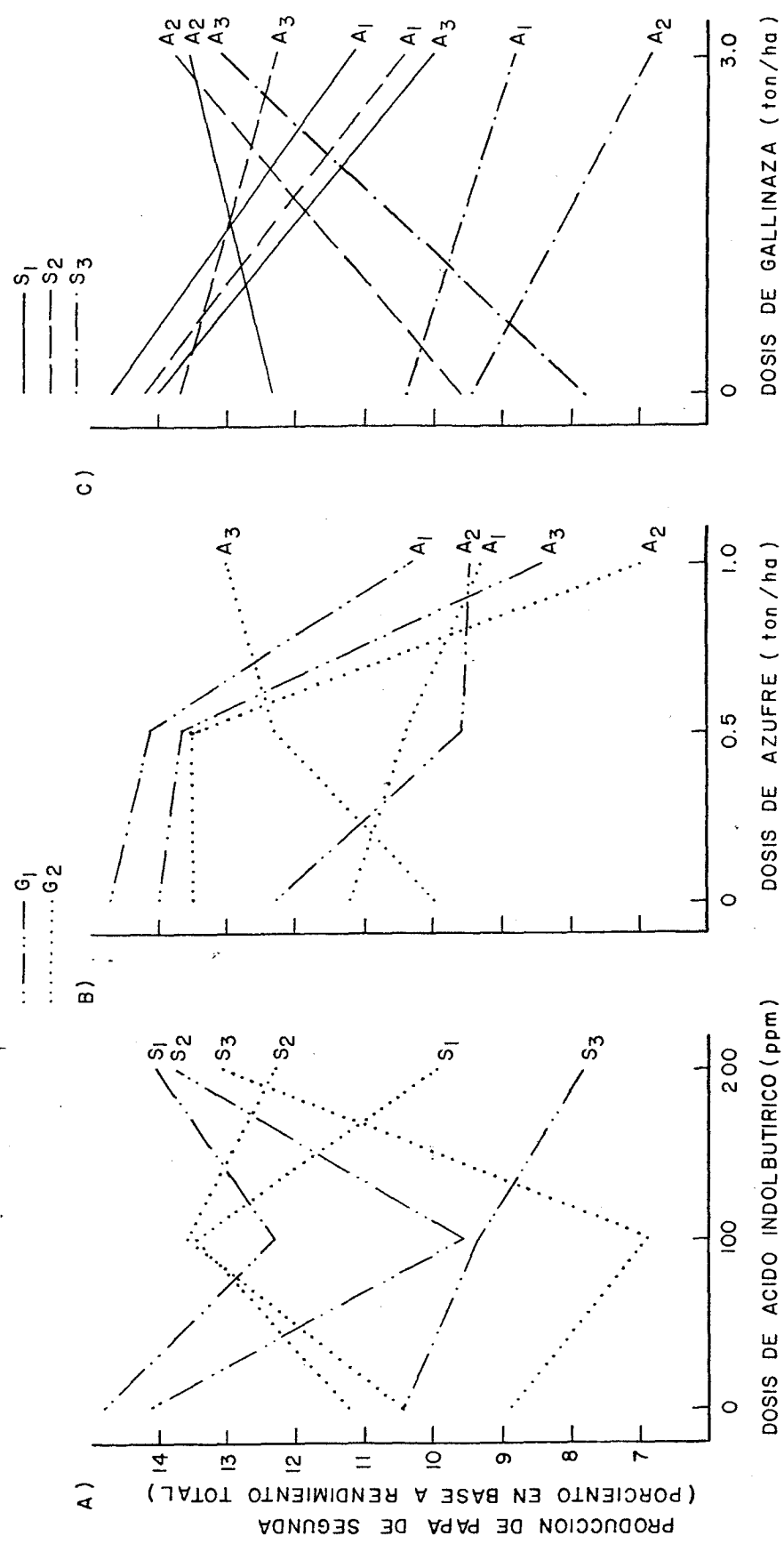


Figura 4.10. Efecto de los tratamientos sobre la producción de papa de segunda . A) Acido indolbutirico. B) Azufre. C) Gallinaza..

El azufre disminuye significativamente la producción de papa de segunda, cuando actúa solo (Figura 4.11), debido tal vez a que al tener el tubérculo un tamaño de 50 a 70 mm aproximadamente, ofrece menor resistencia a ser "llenado", es decir, su gradiente es mayor en cuanto a la demanda de carbohidratos y otras sustancias, por lo que pasa a ser de primera calidad donde se observó un incremento en producción con la aplicación de azufre proporcional a sus dosis. Lo anterior se detectó en el análisis de varianza (Apéndice J)

Producción de Papa de Tercera

La producción de papa de tercera se evaluó en porcentaje en base a rendimiento total. Los tratamientos $G_2 S_1$ y $G_1 S_1 A_3$ presentaron la mayor producción con 20.4 y 20.275 por ciento respectivamente y el tratamiento testigo fue el que tuvo menor porcentaje con 10.686. Los datos se presentan en el Cuadro 4.12.

El efecto de los tratamientos bajo estudio en esta categoría de papa se muestra en la Figura 4.12, donde se observa que el ácido indolbutírico causa un incremento en la producción proporcional a sus dosis al actuar solo y cuando interactúa con gallinaza.

La producción de papa de tercera disminuye proporcionalmente a las dosis de azufre en interacción con 200 ppm de ácido indolbutírico en presencia y ausencia de gallinaza.

La aplicación de 3 ton/ha de gallinaza causa un decremento en la producción, tanto al actuar en forma independiente

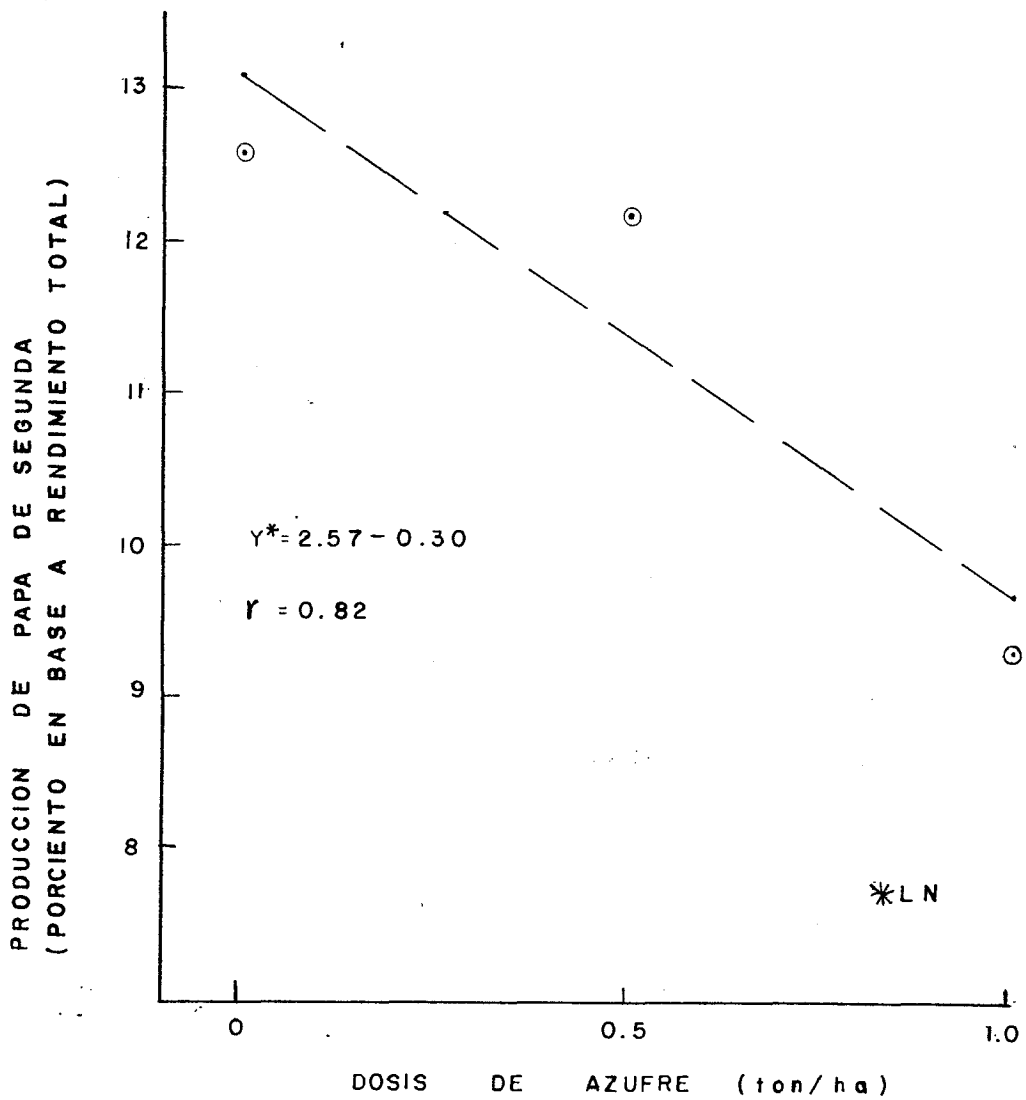


Figura 4.II. Efecto del azufre sobre la producción de tubérculos de segunda.

CUADRO 4.12. Producción de papa de tercera (porcentaje base a rendimiento total).

| Trata- miento | Bicques | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV |
| G ₁ S ₁ A ₁ | 9.40 | 11.40 | 6.60 | 15.35 |
| G ₁ S ₁ A ₂ | 26.30 | 10.80 | 12.70 | 9.90 |
| G ₁ S ₁ A ₃ | 28.90 | 17.80 | 14.50 | 19.90 |
| G ₁ S ₂ A ₁ | 19.40 | 15.50 | 18.00 | 19.60 |
| G ₁ S ₂ A ₂ | 19.90 | 24.30 | 16.10 | 15.00 |
| G ₁ S ₂ A ₃ | 16.80 | 16.80 | 17.20 | 23.70 |
| G ₁ S ₃ A ₁ | 9.20 | 11.00 | 12.60 | 11.50 |
| G ₁ S ₃ A ₂ | 18.10 | 13.10 | 17.50 | 14.20 |
| G ₁ S ₃ A ₃ | 16.90 | 16.90 | 14.30 | 16.00 |
| G ₂ S ₁ A ₁ | 12.70 | 12.90 | 16.70 | 12.40 |
| G ₂ S ₁ A ₂ | 18.00 | 16.00 | 14.00 | 16.20 |
| G ₂ S ₁ A ₃ | 14.00 | 24.10 | 31.60 | 11.90 |
| G ₂ S ₂ A ₁ | 9.10 | 12.80 | 15.20 | 10.50 |
| G ₂ S ₂ A ₂ | 16.30 | 13.60 | 14.00 | 12.20 |
| G ₂ S ₂ A ₃ | 10.20 | 12.00 | 10.80 | 24.70 |
| G ₂ S ₃ A ₁ | 10.00 | 16.20 | 26.50 | 10.10 |
| G ₂ S ₃ A ₂ | 19.30 | 14.50 | 11.00 | 21.30 |
| G ₂ S ₃ A ₃ | 12.60 | 17.80 | 18.40 | 7.40 |

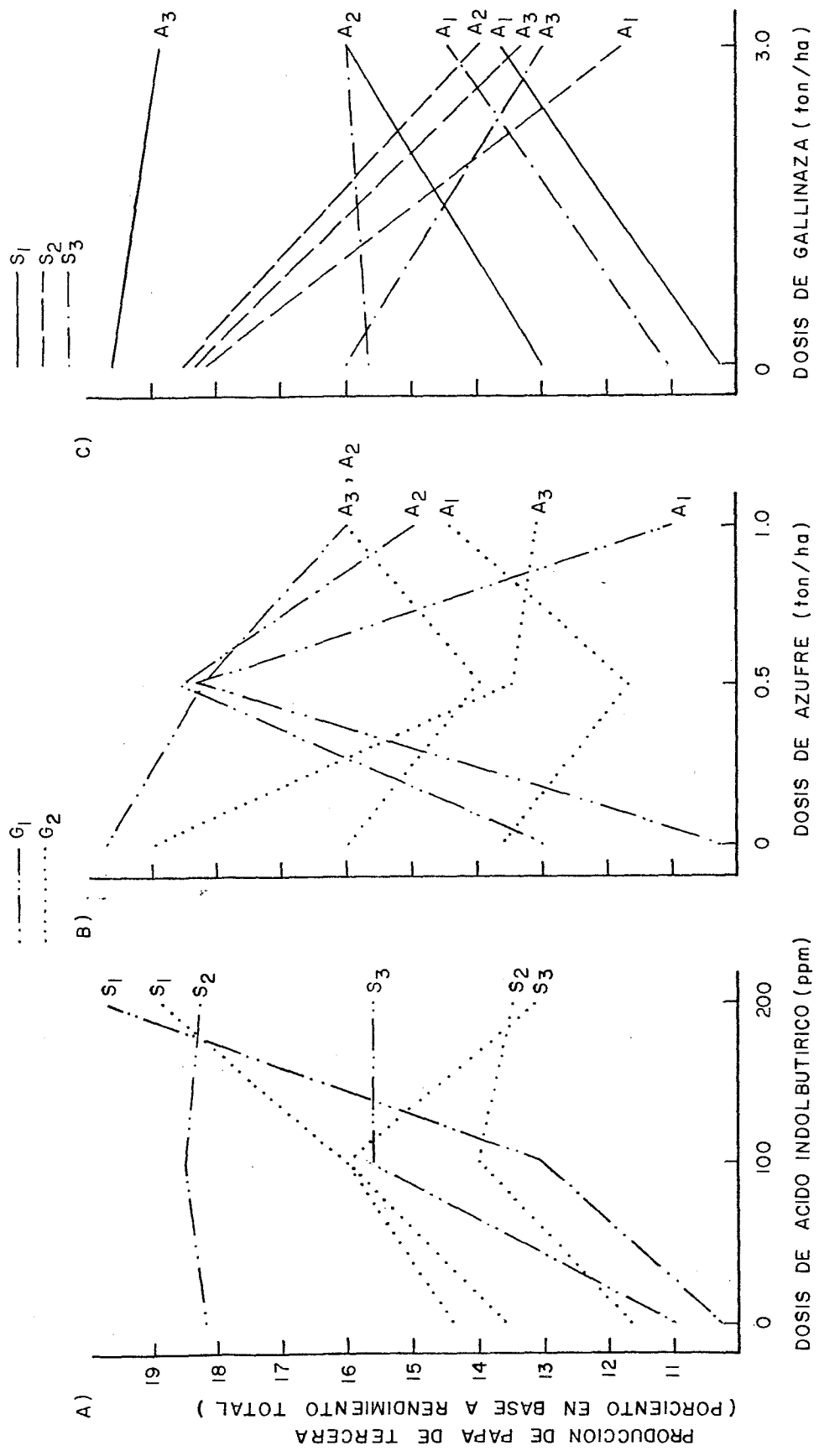


Figura 4. 12. Efecto de los tratamientos sobre la producción de papa de papa de tercera. A)Acido indolbutirico. B) Azulfre. C) Gallinaza.

como al combinarse con 0.5 ton/ha de azufre en cualquiera de los niveles de auxina, otros efectos son confusos.

El análisis de varianza (Apéndice K) detectó diferencia significativa en la interacción de las fuentes de variación gallinaza - azufre y con la partición de la suma de cuadrados en esta interacción (Apéndice L) se encontró diferencia altamente significativa entre las medias de producción cuando se aplica 0.5 ton/ha de azufre con 18.36 por ciento y cuando este mismo nivel interactúa con la adición de 3 ton/ha de gallinaza con 13.07 por ciento. Además se encontró diferencia altamente significativa con la aplicación de azufre en ausencia de gallinaza, cuyo efecto es cuadrático (Figura 4.13.) y se observa que la producción se incrementa hasta llegar a un máximo con la dosis de 0.5 ton/ha.

La aplicación de ácido indolbutírico aumenta significativamente la producción de papa de tercera cuando actúa en forma independiente, tal y como se muestra en la Figura 4.14.

Producción de Papa Mono

La producción de papa mono se evaluó en porcentaje en base a rendimiento total. El tratamiento con mayor producción fue el $G_2S_1A_2$ con 17.825, el testigo se ubicó en onceavo lugar con 12.2 y el tratamiento con menor producción fue el $G_1S_3A_2$ con 8.1 por ciento. Los datos se presentan en el Cuadro 4.13.

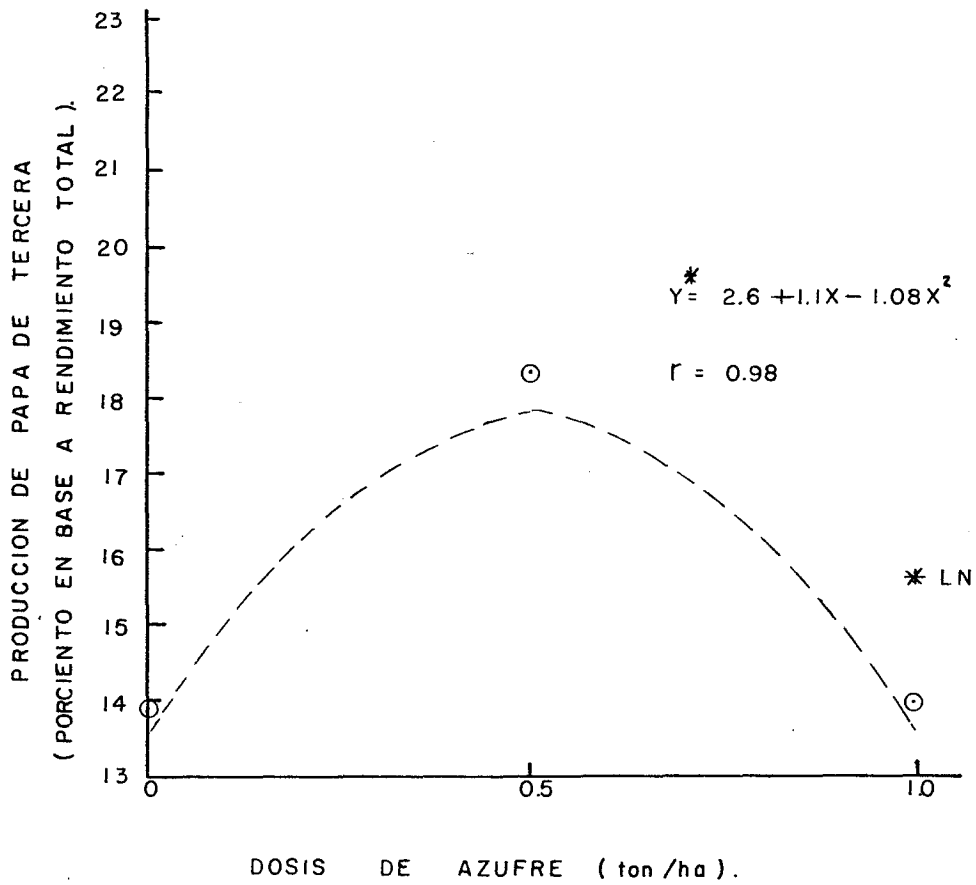


Figura 4.13 Efecto del azufre sobre la producción de papa de tercera.

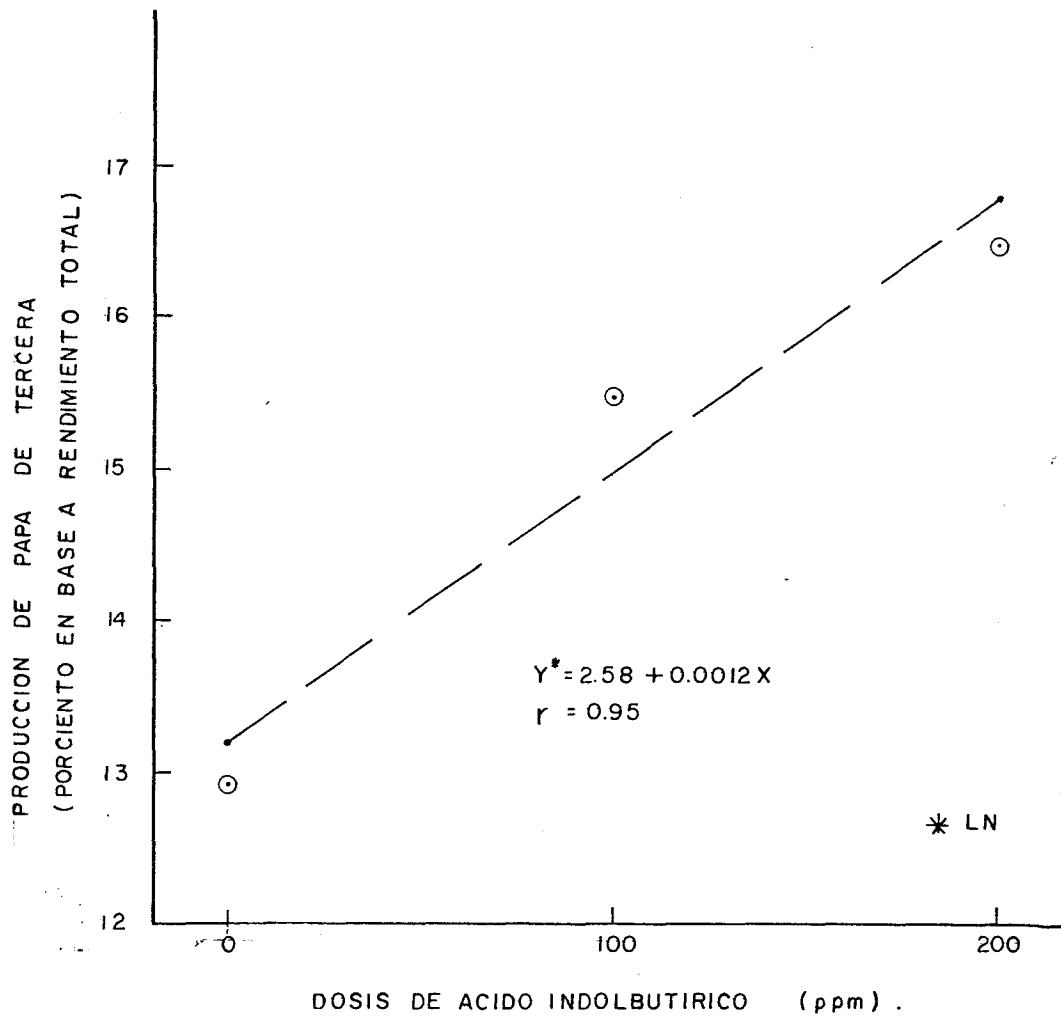


Figura 4.14. Efecto del ácido indolbutírico sobre la producción de tubérculo de tercera.

CUADRO 4.13. Producción de papa mono (porcentajes en base a rendimiento total).

| Trata- miento | Bloques | | | | M |
|--|---------|-------|-------|-------|---|
| | I | II | III | IV | |
| G ₁ S ₁ A ₁ | 16.20 | 9.60 | 11.00 | 12.00 | 1 |
| G ₁ S ₁ A ₂ | 21.30 | 8.50 | 20.00 | 12.00 | 1 |
| G ₁ S ₁ A ₃ | 12.80 | 7.80 | 13.10 | 6.20 | |
| G ₁ S ₂ A ₁ | 9.30 | 20.20 | 19.00 | 8.00 | 1 |
| G ₁ S ₂ A ₂ | 13.90 | 7.20 | 8.70 | 11.80 | 1 |
| G ₁ S ₂ A ₃ | 8.80 | 12.00 | 14.10 | 8.50 | 1 |
| G ₁ S ₃ A ₁ | 14.20 | 11.70 | 13.00 | 10.80 | 1 |
| G ₁ S ₃ A ₂ | 7.10 | 7.90 | 7.80 | 9.60 | |
| G ₁ S ₃ A ₃ | 9.90 | 19.90 | 27.90 | 4.70 | 1 |
| G ₂ S ₁ A ₁ | 10.90 | 12.60 | 9.50 | 7.70 | 1 |
| G ₂ S ₁ A ₂ | 25.40 | 16.00 | 11.90 | 18.00 | 1 |
| G ₂ S ₁ A ₃ | 11.60 | 11.80 | 10.60 | 18.80 | 1 |
| G ₂ S ₂ A ₁ | 26.10 | 9.30 | 10.60 | 9.80 | 1 |
| G ₂ S ₂ A ₂ | 14.20 | 17.10 | 14.50 | 11.00 | 1 |
| G ₂ S ₂ A ₃ | 8.50 | 11.20 | 24.80 | 19.40 | 1 |
| G ₂ S ₃ A ₁ | 15.30 | 17.90 | 8.10 | 9.20 | 1 |
| G ₂ S ₃ A ₂ | 7.70 | 6.80 | 17.40 | 5.10 | |
| G ₂ S ₃ A ₃ | 17.30 | 6.30 | 6.80 | 16.60 | 1 |

El análisis de varianza (Apéndice M) no detectó diferencia significativa en los tratamientos bajo estudio.

El ácido indolbutírico aumentó la producción de papa mono proporcionalmente a sus dosis al interactuar con 0.5 ton/ha de azufre y 3 ton/ha de gallinaza; esta misma interacción sin aplicación de gallinaza causa un decremento en la producción.

Las dosis de azufre aumentan proporcionalmente la producción de papa mono al interactuar con 200 ppm de ácido indolbutírico, sin embargo, al combinarse con 100 ppm en presencia y ausencia de gallinaza, la producción disminuye. La partición de la suma de cuadrados en la interacción de las fuentes de variación azufre ácido indolbutírico (Apéndice N) detectó diferencia significativa para el azufre cuando el ácido indolbutírico permanece en su nivel 2 (100 ppm cuyo efecto es disminuir la producción de papa mono como se muestra en la Figura 4.15.

Influencia de las Características Evaluadas en Suelo y Planta Sobre la Producción

Entre las características evaluadas a los 40, 70, y 147 días después de la siembra en las etapas fenológicas de brotación, crecimiento, floración y desvare, respectivamente, se seleccionó mediante análisis de regresión lineal múltiple tipo Stape Wise (Apendice Ñ), en orden de importancia, las características que más repercuten en la producción total de tubérculo y sus categorías comerciales bajo las

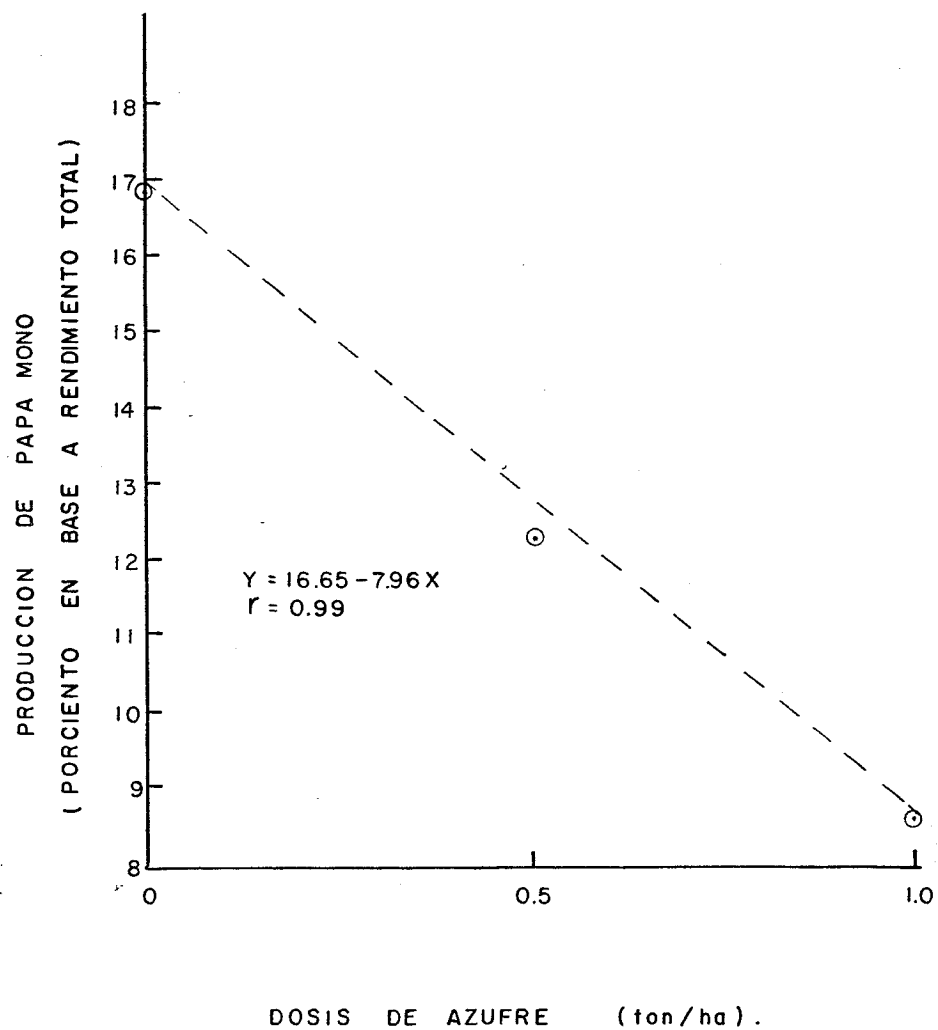


Figura.4.15 Efecto del azufre al interactuar con 100 ppm de ácido indolbutírico sobre la producción de papa mono.

A continuación se citan en orden de importancia las características seleccionadas, cuya regresión fue significativa en cada etapa fenológica, con su respectivo coeficiente de correlación o grado de asociación con la producción de tubérculo total y de primera.

| | |
|--|---------------------|
| En brotación = M.O., C.I.C. y Nt. | R = 69.805 porcient |
| En crecimiento = C.I.C. y Nt. | R = 60.128 porcient |
| En floración = Densidad de raíces, H.A., M.O. y C.I.C. | R = 76.885 porcient |
| En desvare = P. aprov. M.O., pH y C.I.C. | R = 71.780 porcient |

En la producción de papa de segunda las características seleccionadas fueron significativas en la regresión de cada etapa fenológica, a continuación se citan en orden de importancia con su respectivo coeficiente de correlación.

| | |
|---|---------------------|
| En brotación = M.O., H.A. y P. Aprov. | R = 67.827 porcient |
| En crecimiento = C.I.C., K. int., pH y M.O. | R = 70.844 porcient |
| En floración=M.O., Nt., P. aprov. pH. altura de planta y densidad de raíces | R = 82.417 porcient |
| En desvare = Nt, P. aprov. y pH | R = 66.870 porcient |

En la producción de papa de tercera, las características seleccionadas en cada etapa fenológica solo fueron significativas al momento del desvare, a continuación se citan en orden de importancia con su respectivo coeficiente de correlación.

| | |
|---|-----------------|
| En brotación = Nt., pH, K int. y M.O. | R = 62.150 porc |
| En crecimiento = M.O., Nt., pH y P. aprov. | R = 61.858 porc |
| En floración = Nt, M.O., densidad de raíces H.A., altura de planta y K. int. | R = 76.817 porc |
| En desvare = Nt y K. int. | R = 61.167 porc |

Es importante mencionar que el cultivo fue desvara do entre 20 a 30 días antes de completar su ciclo y se interrumpió parte de su etapa fenológica de llenado de tu - bérculo, el agricultor cooperante por razones de mercado - prefirió anticipar la cosecha y vender a mejor precio, por lo que no se obtuvieron los rendimientos máximos posibles en los tratamientos bajo estudio.

Méndez (1982), reporta que dentro del período de - los 90 - 166 días después de la siembra se tienen los mayo res incrementos en peso de materia seca de tubérculos y ent los 116 - 146 días después de la siembra, estos incremen - tos son en promedio de 319 kg/ha diarios.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

- . La incorporación de azufre agrícola y gallinaza provocaron cambios favorables en el suelo, sobre todo a partir de los 70 días después de la siembra como lo son: disminución de pH y densidad aparente, mayor disponibilidad de fósforo y humedad aprovechable e incrementos en capacidad de intercambio catiónico y contenido de materia orgánica.
- . La densidad de raíz se incrementa proporcionalmente a las dosis de gallinaza, azufre y ácido indolbutírico en interacción; el tratamiento con mayor densidad media fue el G₂S₃A₃. El efecto que presentó cada producto aplicado sobre la densidad media de raíz es el siguiente. El ácido indolbutírico ocasiona decrementos proporcionales a su dosis, aunque sin significancia estadística; la gallinaza causa un decremento significativo y el azufre produce incrementos significantes proporcionales a su dosis.
- . Entre los tratamientos estudiados no se encontró diferencia estadística significativa en rendimiento total;

las dosis bajas e intermedias de los productos aplicados presentaron los más altos rendimientos.

4. Con los resultados obtenidos no se encontró correlación estadística significativa entre densidad de raíces y rendimiento total; sin embargo, la densidad radical es la característica más importante de las evaluadas en planta que explica el rendimiento.
5. La producción de papa de primera se incrementa con significancia proporcionalmente a las dosis de azufre, tanto al actuar solo, como al interactuar con 100 ppm de ácido indolbutírico en ausencia de gallinaza. Además, se observó que la interacción de las dosis altas de los productos aplicados incrementan también la producción de papa en esta categoría.
6. La producción de papa de segunda es disminuída con significancia proporcionalmente a las dosis de azufre cuando actúa solo, sin embargo, al interactuar con gallinaza y 200 ppm de ácido indolbutírico incrementa la producción de papa en esta categoría.
7. La producción de papa de tercera se incrementa con significancia proporcionalmente a las dosis de ácido indolbutírico cuando actúa solo. El azufre ocasiona diferencia significativa en la producción de papa de tercera cuando actúa solo y se observa un incremento máximo con la dosis de 0.5 ton/ha. Además, cuando el azufre interactúa con

gallinaza y 200 ppm de ácido indolbutírico disminuye - proporcionalmente a su dosis la producción de papa en esta categoría. La gallinaza al actuar sola y en interacción con 0.5 ton/ha de azufre y cualquier nivel de auxina, produce decrementos en la producción de papa de tercera.

8. La producción de papa mono es disminuída con significancia proporcionalmente a las dosis de azufre en combinación con 100 ppm de ácido indolbutírico.

RESUMEN

Los objetivos principales fueron: mejorar las condiciones edáficas en un suelo compacto, de pH(s) alcalinos, - con altos contenidos de carbonatos totales y alta capacidad de fijación de fósforo, fierro y zinc, mediante la incorporación de gallinaza (0 y 3 ton/ha) y azufre (0, 0.5 y 1.0 ton/ha); además estimular el desarrollo radical de las plantas de papa, mediante el tratamiento del tubérculo "semilla" con ácido indolbutírico (0, 100 y 200 ppm) y a la vez incrementar la calidad comercial y rendimiento por unidad de superficie cultivada con esta solanácea.

La etapa experimental de este estudio se llevó a cabo en el Rancho "Guadalupe" Municipio de Arteaga, Coahuila, durante el ciclo agrícola primavera - verano de 1986.

La gallinaza se aplicó al voleo y se incorporó mediante dos pasos de rastra 10 días antes de la siembra y el azufre se aplicó en banda ancha al fondo del surco al momento de la siembra.

Los tratamientos de azufre y gallinaza provocaron cambios favorables en el suelo, sobre todo a partir de los 70 días después de la siembra como lo son: disminución de pH y densidad aparente, mayor disponibilidad de fósforo y

humedad aprovechable e incrementos en la capacidad de intercambio catiónico y contenido de materia orgánica.

Los valores promedio de densidad de raíz, evaluada en la etapa fenológica de floración variaron entre 3.539 y 6.938 cm/cm³. En los datos obtenidos se observó un decremento proporcional a las dosis de ácido indolbutírico y un incremento proporcional a las dosis de gallinaza, azufre y ácido indolbutírico en interacción.

Otras características evaluadas en la etapa de floración en planta (altura de tallos, número de hojas por tallo, longitud de la hoja media, número de tallos y diámetro de tallos) no son modificadas por los tratamientos bajo estudio.

De las características evaluadas en planta, la densidad de raíces es la que más explica el rendimiento, sin embargo no se encontró una correlación estadística significativa entre estas dos variables.

El rendimiento medio total varió entre 39.979 y 55.944 ton/ha. Las dosis bajas e intermedias presentaron los valores más altos, aunque sin diferencia estadística significativa.

La calidad comercial es mejorada proporcionalmente por las dosis de azufre en interacción con 100 ppm de ácido indolbutírico en ausencia de gallinaza, ya que se incrementa la producción de papa de primera y se disminuye la de mono con significancia.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

- Aceves, N., L.A. 1981. Los terrenos ensalitrados y los métodos para su recuperación. Departamento de Suelos. U.A.CH. México. p. 53 - 54.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. 2a. Edición. Ed. AGT, S.A. México. p. 11-13, 372 - 373.
- Barley, P.K. 1962. Influence of soil strength on growth of roots. Soil Sci. Baltimore, Maryland. U.S.A. 81:175-180
- Baver, L.D.; W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1972. Física de Suelos. Ed. UTEHA, S.A. de C.V. México. p. 75-80.
- Eleasdale, J.K. 1984. Plant Physiology in relation to horticulture. 2a. Edición. Ed. McMillan Press. London. p. 107-111.
- Bray, H.R. 1954. A nutrient mobility concept of soil-plant relationships. Soil Science. Illinois Urbana, U.S.A. 78: 9-22.
- Buckman, H.O. y C.N. Brady. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1a. Edición. Ed. Montaner y Simon. España. p. 45-48.
- Burton, G.W. 1981. Challenges for stress physiology in potato. Amer. Potato J. New Jersey, U.S.A. 58(1):3-10.
- Canales, C.R. 1987. Análisis relacionados con la no normal en investigaciones agronómicas. Tesis Maestría. UAA Buenavista, Saltillo, Coah. 40 p.

- Carreón, P.A. 1985. Efecto de seis mejoradores de suelo en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo alcalino. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 35-50.
- Cepeda, D.J.M. 1982. Uso de isotermas de adsorción de fosfato para estimar requerimientos de fertilizante fosfórico en el cultivo de papa en un suelo calcáreo. - Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo - Coah. p. 47 - 55.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1970. Huachichil G14C44. Carta Edafológica. México, D.F.
- Contreras, N.M. 1985. Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y el desarrollo del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.). Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Coah. p. 70 - 75.
- Epstein, E. 1972. Mineral nutrition of plants principles - and perspectives. New York, Willey. p. 75-79.
- Fitzpatrick, E.A. 1980. Suelos, su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A. México p. 50-52., 73-78.
- García, G.F.J. 1985. Respuesta del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) a la aplicación de gallinaza en suelos calcáreos. Tesis U.A.A.A.N. Buenavista, Coah. p. 57, 66, 76.
- García, E.M. 1983. Apuntes de climatología. 4a. Edición. - U.N.A.M. México, D.F. 85 p.
- Hill, A.T. 1977. Hormonas reguladores del crecimiento vegetal. Cuadernos de Biología. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España. p. 49-52.
- James, W.G. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. la. Edición. Ed. Omega, S.A. Barcelona. p. 53-54.
- Janick, J.; W.R. Shery; W.F. Woods and W.V. Ruttan. 1970. Plant agriculture. Ed. W.H. Greeman on Company, S. A. Fco. California. p. 135-138.

- Lagersted, H.B. 1971. Efecto de la cinetina y del AIB sobre la formación de raíces en estacas. Problemas de investigación en botánica. 2a. Edición. Ed. Limusa Wiley, S.A. México., D.F. 139 p.
- Martínez, E.J. 1971. Influencia del azufre y ácido sulfúrico sobre la nutrición fosfórica en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región de Navidad, N.L. Tesis Lic. ITESM Monterrey, N.L. México p. 45-49
- Martínez, H.J. 1977. Estudio preliminar sobre la eficiencia de la gallinaza como fertilizante para varios cultivos hortícolas. Tesis Lic. UACH. México. p. 49-54
- Méndez, G.V. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. p. 37-45.
- Mendo, V.E. 1985. Efecto de siete dosis de azufre como mejorador de suelos calcáreos sobre el desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis Lic. U.A.A.A.N. Buenavista, Coah. p. 50-53.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. 3rd. Edition. International potash Institute Berne Switzerland. Switzerland. p. 75-83
- Milthorpe, F.L. and J. Moorby. 1974. An introduction to crop physiology. 2a. Edition. Cambridge, Cambridge University Press. 95-112 p.
- Moore, D.T. 1979. Biochemistry and physiology plant hormones. Springer-Verlag. New York U.S.A. p. 59-60
- Morales, R. P. y Bustamante, A.R. 1963. Estudio del efecto de varios acidificantes sobre el pH y la disponibilidad de fósforo en el suelo calcáreo del campo agrícola experimental en Apodaca, N.L. II Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México. 122 p.
- Narro, F., E.A. 1976. Evolution of dry matter distribution and yield of maize (*Zea mays* L.) as affected by water stress under field conditions. Tesis PhD. Davis, California, U.S.A. p. 32-65.

- Narro, F., E.A. 1986. Efecto de mejoradores de suelo sobre el rendimiento del cultivo de papa. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de papa. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. p. 3-20.
- Narro, F., E.A. y V. Méndez, G. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de la papa en un suelo de pH alcalino. XV Congreso Nacional de Ciencia del Suelo. México. 93 p.
- Northen, T.H. 1968. Introductory plant Science. 3° Edition. Ed. John Wiley and Sons. Inc. USA. p. 110-112.
- Ortega, T.E. 1981. Química de suelos. Ed. PATENA. UACH. México. p. 63-65.
- Parsons, D.B. 1982. Manual de educación agropecuaria. Papas. Ed. SEP/Trillas. México p. 38-42.
- Pillet, E.P., M.C. Elliot and M.M. Molony. 1979. Endogenous an Exogenous auxin in the control of root growth. Planta. New York. U.S.A. 46:405-408.
- Russell, E.J. y W.E. Russell. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 9a. Edición. Ed. Aguiar. México p. 35-38.
- Salisbury, F.B. 1978. Plant physiology. 2° Edition. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont. p. 95-98.
- Sánchez, H.M. 1976. Influencia de la dosis, clase, época de aplicación del estiércol de ave, de las dosis de N, P₂O₅, en el cultivo del maíz en parte del Plan Puebla Tesis. UACH. México. p. 40-45.
- Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy, a basic system of soil classification of making and interpreting soil surveys. Soil Conservation Service, U.S. Department of Agricultural Handbook. No. 436. Washington, D.C. 75
- Stucliffe J. 1968. Plant and water. Edward Arnold (Publisher Ltd. London. p. 72-77.

Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, - España. p. 329-333.

Velasco, M., H.A. 1970. Influencia del pH y el C_2CO_3 en la fijación de fosfatos en algunos suelos del Norte de México. IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México. p. 115-118.

Weaver, J.R. 1980. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas, México. 95-110

A P E N D I C E

APENDICE A

ANVA. Densidad de raíces (cm de raíz/cm³ de suelo)

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc | ----- Ft (0.05) |
|-------------|------|------------------------|------------------------|-------|--------------------|
| GXSXAXD | 71 | 8.651 | | | |
| GXSXD | 23 | 2.799 | | | |
| GXD | 7 | 1.951 | | | |
| D (bloques) | 3 | 1.784 | 0.59 | | |
| G | 1 | 7.347×10^{-4} | 7.347×10^{-4} | 0.01 | 10.13 |
| Error (G) | 3 | 0.165 | 0.06 | | |
| S | 2 | 0.205 | 0.10 | 2.50 | 3.88 |
| G X S | 2 | 0.175 | 0.09 | 2.25 | 3.88 |
| Error (S) | 12 | 0.469 | 0.04 | | |
| A | 2 | 0.017 | 0.01 | 0.08 | 3.26 |
| G X A | 2 | 0.828 | 0.41 | 3.42* | 3.26 |
| S X A | 4 | 0.506 | 0.13 | 1.08 | 2.63 |
| GXSXA | 4 | 0.223 | 0.06 | 0.50 | 2.63 |
| Error (A) | 36 | 4.278 | 0.12 | | |

C.V. = G = 15.98 % S = 13.04 % A = 22.59 %

APENDICE B

ANVA. Partición de la suma de cuadrados para la interacción de las fuentes de variación gallinaza - ácido indolbutírico en la densidad raíz.

| F.V. | gl | Sc | CM | Fc | 0.05 | F |
|------------------|----|--------|------|-------|------|---|
| G/A ₁ | 1 | 0.58 | 0.58 | 4.83* | 4.12 | |
| G/A ₂ | 1 | 0.09 | 0.09 | 0.75 | 4.12 | |
| G/A ₃ | 1 | 0.17 | 0.17 | 1.42 | 4.12 | |
| A/G ₁ | 2 | 0.48 | 0.24 | 2.00 | 3.26 | |
| A/G ₂ | 2 | 0.37 | 0.19 | 1.54 | 3.26 | |
| E(A) | 36 | 4.2776 | 0.12 | | | |

APENDICE C

NVA. Partición de la suma de cuadrados para la interacción de las fuentes de variación gallinaza - azufre, en la densidad de raíz.

| V. | gl | Sc | CM | Fc | Ft | |
|-----------------|----|--------|-------|-------|------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| /S ₁ | 1 | 0.1 | 0.1 | 2.50 | 4.75 | 9.33 |
| /S ₂ | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.75 | 4.33 |
| /S ₃ | 1 | 0.07 | 0.007 | 1.75 | 4.75 | 9.33 |
| /G ₁ | 2 | 0.32 | 0.16 | 4.00* | 3.88 | 6.93 |
| /G ₂ | 2 | 0.07 | 0.04 | 1.0 | 3.88 | 6.93 |
| (S) | 12 | 0.4693 | 0.04 | | | |

APENDICE D

ANVA. Rendimiento total.

| F.V. | G.L. | SC | CM | Fc | 0.05 ^F |
|------------|------|----------|----------|------|-------------------|
| GXSXAXD | 71 | 4959.969 | | | |
| GXSXD | 23 | 2484.906 | | | |
| G X D | 7 | 1525.875 | | | |
| D(Bloques) | 3 | 528.094 | 176.0313 | | |
| G | 1 | 440.594 | 440.594 | 2.37 | 10.13 |
| Error (G) | 3 | 557.188 | 185.729 | | |
| S | 2 | 56.188 | 28.0938 | 0.52 | 3.88 |
| G X S | 2 | 254.375 | 127.188 | 2.35 | 3.88 |
| Error (S) | 12 | 648.469 | 54.0391 | | |
| A | 2 | 324.703 | 162.352 | 3.15 | 3.26 |
| G X A | 2 | 151.906 | 75.953 | 1.48 | 3.26 |
| S X A | 4 | 16.031 | 4.008 | 0.08 | 2.63 |
| GXSXA | 4 | 129.609 | 32.402 | 0.63 | 2.63 |
| Error (A) | 36 | 1852.813 | 51.467 | | |

C.V.

G = 28.11 %

S = 15.16 %

A = 14.

APENDICE E

ANVA. Partición de la suma de cuadrados para la interacción de las fuentes de variación gallinaza - azufre, en el rendimiento total.

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | 0.05 | Ft |
|------------------|----|---------|--------|---------|------|----|
| G/S ₁ | 1 | 79.03 | 79.03 | 1.46 | 4.75 | |
| G/S ₂ | 1 | 607.22 | 607.22 | 11.24** | 4.75 | |
| G/S ₃ | 1 | 7.80 | 7.80 | 0.14 | 4.75 | |
| S/G ₁ | 2 | 152.12 | 76.06 | 1.41 | 3.88 | |
| S/G ₂ | 2 | 158.22 | 79.11 | 1.46 | 3.88 | |
| E(S) | 12 | 648.469 | 54.039 | | | |

APENDICE F

ANVA. Partición de la suma de cuadrados para la interacción de las fuentes de variación gallinaza - ácido indolbutírico, en rendimiento total.

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | 0.05 | Ft | 10. |
|------------------|----|----------|--------|--------|------|----|-----|
| G/A ₁ | 1 | 17.34 | 17.34 | 0.34 | 4.12 | 7. | |
| G/A ₂ | 1 | 459.38 | 459.38 | 8.93** | 4.12 | 7. | |
| G/A ₃ | 1 | 80.37 | 80.37 | 1.56 | 4.12 | 7. | |
| A/G ₁ | 2 | 232.05 | 116.03 | 2.25 | 3.26 | 5. | |
| A/G ₂ | 2 | 201.44 | 100.72 | 1.96 | 3.26 | 5. | |
| E(A) | 36 | 1856.812 | 51.467 | | | | |

APENDICE G

ANVA. Producción de tubérculo de primera

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | 0 |
|------------|----|----------|---------|-------|---|
| GXSXAXD | 71 | 4990.313 | | | |
| GXSXD | 23 | 1769.625 | | | |
| G X D | 7 | 319.078 | | | |
| D(bloques) | 3 | 184.609 | 61.537 | | |
| G | 1 | 5.031 | 5.031 | 0.12 | 1 |
| Error (G) | 3 | 129.438 | 43.146 | | |
| S | 2 | 719.781 | 359.891 | 5.95* | |
| GXS | 2 | 4.734 | 2.367 | 0.04 | |
| Error (S) | 12 | 726.031 | 60.503 | | |
| A | 2 | 111.156 | 55.578 | 0.81 | |
| G X A | 2 | 165.469 | 82.734 | 1.21 | |
| S X A | 4 | 331.391 | 82.848 | 1.21 | |
| GXSXA | 4 | 153.391 | 38.348 | 0.56 | |
| Error (A) | 36 | 2459.281 | 68.313 | | |

C.V. G = 11.01 % S = 13.03 % A

APENDICE H

ANVA. Partición de la suma de cuadrados de la interacción de las
tes de variación azufre - ácido indolbutírico, en la produ
de papa de primera.

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | 0.05 |
|------------------|----|--------|---------|-------|------|
| A/S ₁ | 2 | 385.07 | 192.54 | 2.82 | 3.27 |
| A/S ₂ | 2 | 5.25 | 2.63 | 0.04 | 3.27 |
| A/S ₃ | 2 | 56.46 | 26.23 | 0.38 | 3.27 |
| S/A ₁ | 2 | 237.05 | 118.53 | 1.74 | 3.27 |
| S/A ₂ | 2 | 569.21 | 284.61 | 4.17* | 3.27 |
| S/A ₃ | 2 | 265.21 | 132.61 | 1.94 | 3.27 |
| E(A) | 36 | 2459.3 | 68.3134 | | |

APENDICE I

ANVA. Partición de la suma de cuadrados en la interacción de
tes de variación gallinaza - azufre, en la producción c
de primera.

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | 0.05 ^F |
|------------------|----|--------|--------|--------|-------------------|
| G/S ₁ | 1 | 46.37 | 46.37 | 0.77 | 4.75 |
| G/S ₂ | 1 | 150 | 150 | 2.48 | 4.75 |
| G/S ₃ | 1 | 24 | 24 | 0.40 | 4.75 |
| S/G ₁ | 2 | 380.24 | 190.12 | 3.14 | 3.88 |
| S/G ₂ | 2 | 995.24 | 497.62 | 8.23** | 3.88 |
| E(S) | 12 | 726.03 | 60.05 | | |

APENDICE J

ANVA. Producción de papa de segunda.

| F.V. | G1 | SC | CM | Fc | (|
|------------|----|--------|--------|-------|---|
| GXSXAXD | 71 | 14.101 | | | |
| GXSXD | 23 | 4.427 | | | |
| G X D | 7 | 1.186 | | | |
| D(bloques) | 3 | 0.506 | 0.17 | | |
| G | 1 | 0.061 | 0.0613 | 0.29 | |
| Error (G) | 3 | 0.620 | 0.21 | | |
| S | 2 | 1.342 | 0.67 | 4.47* | |
| G X S | 2 | 0.112 | 0.06 | 0.40 | |
| Error (S) | 12 | 1.786 | 0.15 | | |
| A | 2 | 0.107 | 0.05 | 0.23 | |
| G X A | 2 | 0.314 | 0.16 | 0.73 | |
| S X A | 4 | 0.204 | 0.05 | 0.23 | |
| GXSXA | 4 | 1.113 | 0.28 | 1.27 | |
| Error (A) | 36 | 7.935 | 0.22 | | |

C.V. G = 18.96 % S = 16.02 % A =

APENDICE K

ANVA. Producción de papa de tercera.

| F.V. | Gl | SC | CM | Fc | 0.05 | Ft |
|-------------|----|-------|------|--------|-------|----|
| GXSXAXD | 71 | 7.205 | | | | |
| GXSXD | 23 | 2.152 | | | | |
| G X D | 7 | 0.609 | | | | |
| D (bloques) | 3 | 0.049 | 0.02 | | | |
| G | 1 | 0.049 | 0.05 | 0.29 | 10.13 | |
| Error (G) | 3 | 0.511 | 0.17 | | | |
| S | 2 | 0.076 | 0.04 | 0.80 | 3.88 | |
| G X S | 2 | 0.812 | 0.41 | 8.20** | 3.88 | |
| Error (S) | 12 | 0.655 | 0.05 | | | |
| A | 2 | 0.727 | 0.36 | 3.60* | 3.26 | |
| G X A | 2 | 0.160 | 0.08 | 0.80 | 3.26 | |
| S X A | 4 | 0.495 | 0.12 | 1.20 | 2.63 | |
| GXSXA | 4 | 0.197 | 0.05 | 0.05 | 2.63 | |
| Error (A) | 36 | 3.473 | 0.10 | | | |

C.V.

G = 15.28 %

S = 8.29 %

A = 11.7

APENDICE I.

ANVA. Partición de la suma de cuadrados para la interacción de fuentes de variación gallinaza - azufre, en la producción de papa de tercera.

| F.V. | G.L. | SC | CM | Fc | 0.05 |
|------------------|------|-------|------|---------|------|
| G/S ₁ | 1 | 0.05 | 0.05 | 1.0 | 4.75 |
| G/S ₂ | 1 | 0.60 | 0.60 | 12.00** | 4.75 |
| G/S ₃ | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 4.75 |
| S/G ₁ | 2 | 0.60 | 0.30 | 6.00(| 3.88 |
| S/G ₂ | 2 | 0.12 | 0.06 | 1.20 | 3.88 |
| E(S) | 12 | 0.655 | 0.05 | | |

APENDICE M

ANVA. Producción de papa mono.

| F.V. | G.L. | SC | CM | Fc | 0.05 ^I |
|-------------|------|----------|--------|------|-------------------|
| GXSXAXD | 71 | 1944.985 | | | |
| GXSXD | 23 | 484.856 | | | |
| G X D | 7 | 221.000 | | | |
| D (bloques) | 3 | 109.283 | 36.428 | | |
| G | 1 | 21.563 | 21.563 | 0.72 | 10.13 |
| Error (G) | 3 | 90.154 | 30.051 | | |
| S | 2 | 39.622 | 19.811 | 1.31 | 3.88 |
| G X S | 2 | 42.285 | 21.143 | 1.39 | 3.88 |
| Error (S) | 12 | 181.949 | 15.162 | | |
| A | 2 | 1.766 | 0.883 | 0.03 | 3.26 |
| G X A | 2 | 30.308 | 15.154 | 0.50 | 3.26 |
| S X A | 4 | 267.597 | 66.899 | 2.19 | 2.63 |
| GXSXA | 4 | 59.771 | 14.943 | 0.49 | 2.63 |
| Error (A) | 36 | 1100.688 | 30.575 | | |

C.V. G = 23.26 % S = 20.33 % A = 24

APENDICE N

ANVA. Partición de la suma de cuadrados para la interacción fuentes de variación azufre - ácido indolbutírico, en ción de papa mono.

| F.V. | Gl | Sc | CM | Fc | 0.0 |
|------------------|----|-----------|---------|-------|-----|
| S/A ₁ | 2 | 32.31 | 16.16 | 0.53 | 3.2 |
| S/A ₂ | 2 | 254.14 | 127.07 | 4.16* | 3.2 |
| S/A ₃ | 2 | 20.68 | 10.34 | 0.34 | 3.2 |
| A/S ₁ | 2 | 147.33 | 73.67 | 2.41 | 3.2 |
| A/S ₂ | 2 | 12.42 | 6.21 | 0.20 | 3.2 |
| A/S ₃ | 2 | 109.72 | 54.86 | 1.79 | 3.2 |
| E(A) | 36 | 1100.6848 | 30.5747 | | |

APENDICE Ñ

Rendimiento total y producción de papa de primera

ANVA Brotación.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc | 0.05 |
|-----------|------|---------|--------|--------|------|
| Regresión | 3 | 167.319 | 55.773 | 4.435* | 3.34 |
| EE | 14 | 176.051 | 12.575 | | |
| Total | 17 | 343.370 | 20.198 | | |

$$R = 69.805 \%$$

$$Y = 88.95 - 25.082 X_4 + 1.64 X_3 - 139.54 X_2$$

ANVA Crecimiento

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.05 |
|-----------|------|---------|--------|--------|------|
| Regresión | 2 | 124.148 | 62.071 | 4.247* | 3.6 |
| EE | 15 | 219.228 | 14.615 | | |
| Total | 17 | 343.371 | 20.198 | | |

$$R = 60.128 \%$$

$$Y = 193.6 - 1.248X_4 - 427.33 X_3$$

ANVA Floración

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.05 |
|-----------|------|--------|-------|--------|------|
| Regresión | 4 | 202.96 | 50.74 | 4.698* | 3.1 |
| EE | 13 | 140.40 | 10.80 | | |
| Total | 17 | 343.37 | 20.19 | | |

$$R = 76.884 \%$$

$$Y = 107.29 - 17.34 X_3 - 0.697 X_1 + 2.9 X_2 - 1.33 X_8$$

ANVA Desvare

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.05 |
|-----------|------|---------|-------|--------|------|
| Regresión | 4 | 176.922 | 44.23 | 3.455* | 3.1 |
| EE | 13 | 166.449 | 12.80 | | |
| Total | 17 | 343.371 | 20.20 | | |

$$R = 71.78 \%$$

Producción de papa de segunda.

ANVA Brotación

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc | 0.0 |
|-----------|------|--------|--------|--------|-----|
| Regresión | 3 | 43.089 | 14.363 | 3.976* | 3.0 |
| EE | 14 | 50.573 | 3.612 | | |
| Total | 17 | 93.663 | 5.509 | | |

R = 67.827 %

$$Y = 83.64 + 7.26 X_5 - 0.24 X_7 + 5.43 X_2$$

ANVA Crecimiento

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc | 0.0 |
|-----------|------|--------|--------|-------|-----|
| Regresión | 4 | 47.008 | 11.752 | 3.28* | 3.0 |
| EE | 13 | 46.654 | 3.588 | | |
| Total | 17 | 93.663 | 3.509 | | |

R = 70.844 %

$$Y = 383.33 - 33.68 X_2 - 34.62 X_1 + 1.36 X_6 - 6.3 X_3$$

ANVA Floración

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fc | 0.0 |
|-----------|------|-------|-------|-------|-----|
| Regresión | 6 | 63.62 | 10.60 | 3.88* | 3.0 |
| EE | 11 | 30.04 | 2.73 | | |
| Total | 17 | 93.66 | 3.50 | | |

R = 82.417 %

$$Y = 371.34 + 52.15 X_8 - 16.52 X_9 + 157.56 X_1 + 0.279 X_5 + 1.8$$

ANVA Desvare

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.0 |
|-----------|------|--------|--------|--------|-----|
| Regresión | 3 | 41.936 | 13.978 | 3.774* | 3.0 |
| EE | 14 | 51.846 | 3.703 | | |
| Total | 17 | 93.782 | 5.516 | | |

R = 66.87 %

$$Y = 427.73 + 57.74 X_1 - 66.22 X_1 - 0.142 X_5$$

Producción de papa de tercera

| ANVA | | Brotación | | | |
|-----------|------|-----------|-------|-------|-----|
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.0 |
| Regresión | 4 | 52.809 | 13.20 | 2.046 | 3.1 |
| EE | 13 | 83.90 | 6.45 | NS | |
| Total | 17 | 136.72 | 8.04 | | |

R = 62.15 %

$$Y = 0.42 + 7.8 X_2 - 25.1 X_6 + 122.76 X_1 + 2.21 X_4$$

| ANVA | | Crecimiento | | | |
|-----------|------|-------------|--------|-------|-----|
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.0 |
| Regresión | 4 | 52.31 | 13.078 | 2.015 | 3.1 |
| EE | 13 | 84.40 | 6.492 | NS | |
| Total | 17 | 136.71 | 8.042 | | |

R = 61.848 %

$$Y = 2.7 - 2.54 X_5 + 8.69 X_1 + 528.78 X_4 - 0.59 X_2$$

| ANVA | | Floración | | | |
|-----------|------|-----------|--------|-------|-----|
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.0 |
| Regresión | 6 | 80.67 | 13.445 | 2.689 | 3.0 |
| EE | 11 | 56.04 | 5.094 | | |
| Total | 17 | 136.71 | 8.642 | | |

R = 76.817 %

$$Y = 30.83 - 16.43 X_6 + 92.24 X_9 - 2.117 X_7 + 4.33 X_8 - 1.45 X_2$$

| ANVA | | Desvare | | | |
|-----------|------|---------|-------|-------|-----|
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | 0.0 |
| Regresión | 2 | 51.15 | 25.57 | 4.48* | 3.6 |
| EE | 15 | 85.56 | 5.70 | | |
| Total | 17 | 136.71 | 8.04 | | |

R = 61.167 %

$$Y = 49.95 - 64.22 X_6 - 3.01 X_4$$

Dónde:

- $X_1 = \text{pH}$
- $X_2 = \text{M.O.}$
- $X_3 = \text{C.I.C.}$
- $X_4 = \text{Nt}$
- $X_5 = \text{P. aprov.}$
- $X_6 = \text{K. int.}$
- $X_7 = \text{H.A.}$
- $X_8 = \text{Densidad de raíces}$
- $X_9 = \text{Altura de planta}$