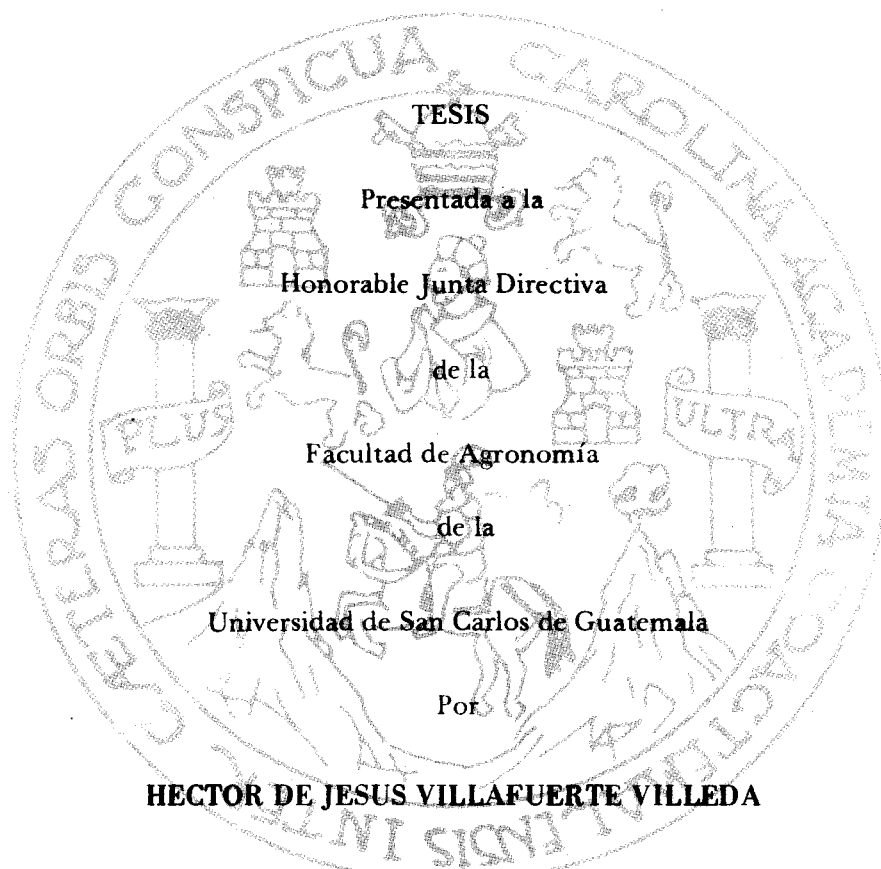


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“ EVALUACION DE PRACTICAS FISICAS, BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS EN SUELOS
DEL VALLE DE LA FRAGUA, MEDIDO A TRAVÉS DEL
RENDIMIENTO DEL GANDUL (*Cajanus cajan*)”**



TESIS

Presentada a la

Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

HECTOR DE JESUS VILLAFUERTE VILLEDA

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Diciembre de 1978

51
7/4/78

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACUL
TAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 2o.	Dr. Antonio Sandoval
Vocal 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo
Vocal 4o.	P.A. Juan Miguel Irías
Vocal 5o.	P.A. Giovanni Reyes
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador	Dr. Antonio Sandoval
Examinador	Ing. Agr. Adan Lazo
Examinador	Ing. Agr. José A. Zúñiga A.
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

Chiquimula, 8 de noviembre de 1978

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Su despacho

Señor Decano: Por este medio me dirijo a usted con el propósito de comunicarle que cumplido con la designación emanada de la Decanatura de esa facultad, hemos procedido a asesorar el trabajo de tesis intitulado "EVALUACION DE PRACTICAS FISICAS, BIOLOGICAS Y QUIMICAS EN SUELOS DEL VALLE DE LA FRAGUA, MEDIDO A TRAVES DEL RENDIMIENTO DEL GANDUL (Cajanus cajan)", presentado por el profesor Héctor de Jesús Villafuerte Villeda, como uno de los requisitos previos a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.-

Concluida la asesoría y revisado el trabajo escrito me permito informar al señor Decano que considero el trabajo merecedor de su aprobación para ser publicado.-

Sin otro particular me suscribo, su deferente servidor.



Ing. Agrónomo Héctor Salvador Aldana Fernández

Sres.
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, tengo el honor de someter al criterio de ustedes el trabajo de Tesis titulado "EVALUACION DE PRACTICAS FISICAS, BIOLOGICAS Y QUIMICAS EN SUELOS DEL VALLE DE LA FRAGUA, MEDIDO A TRAVES DEL RENDIMIENTO DEL GARDUL (Cajanus cajan)".

Espero que el presente trabajo sea considerado como una contribución a la investigación de los suelos de la región.

Aprovecho la oportunidad para reinterarles mis muestras de consideración y respeto.


(f) Héctor de Jesús Villafuerte Villeda

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Pablo Genobel Villafuerte
Romelia Villeda de V.

Mi esposa

Reyna Elizabeth

Mis hermanos

Olga Leticia
Rosa Enma
Abelardo
Hugo Ronaldo
Rodolfo Arturo
Zonia Elizabeth
Norfa

Mis primos

María
Manuel
Hermelinda
Abelardo
Vidalia
Elizabeth
Maribel

Mis tíos

Rosario de Pinto
Gregorio Pinto

Las Instituciones

Obras Públicas
INAFOR

Mi asesor

Ing. Agr. Héctor Aldana

Mis compañeros de promoción.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1 — 2
OBJETIVOS	3
HIPOTESIS A EVALUAR	3
REVISION DE LITERATURA	4 — 10
MATERIALES Y METODOS	11 — 12
RESULTADOS Y DISCUSION	13 — 15
CONCLUSIONES	16
BIBLIOGRAFIA	17 — 18

EVALUACION DE PRACTICAS FISICAS, BIOLOGICAS Y QUIMICAS
EN SUELOS DEL VALLE DE "LA FRAGUA", MEDIDO A TRAVES --
DEL RENDIMIENTO DEL GANDUL (CAJANUS CAJAN).-----

INTRODUCCION: Perdomo (14) en su estudio de suelos del Valle de "La Fragua", determinó que en algunas areas se presenta el problema de la existencia de un porcentaje de sodio mayor al 15%, lo cual viene a formar lo que se considera como un suelo sódico. El mismo autor (14) informa que existen areas cuya conductividad eléctrica de sus suelos es mayor a 4 Mmhos/cm. y un pH de 8.1 que los constituye en suelos salinos. Así mismo, que se presenta con frecuencia la interacción de las dos condiciones anteriores dando lugar a tenerse lo que se conoce como suelos salino-sódicos.

Todas estas areas, son las que se regaban con aguas provenientes de perforaciones del suelo y que según su analisis (14) - sus contenidos de sodio y sales solubles eran altos, lo que fué - posible discontinuar al construirse el Sistema de Riego del Valle de La Fragua, cuya fuente principal de agua es el Rio Grande de - Zacapa, que no presenta problemas de sodio y sales en cantidades altas. A pesar de ésto, las areas que fueron afectadas pertenecen a agricultores que dependen de su cultivo para subsistir y -- que año con año sus cosechas se han visto afectadas en su rendimiento y hasta la fecha no se conoce de alguna acción realizada - para solucionar el problema.

Lo anterior dió lugar a que se realizara un muestreo de suelos de una area del Centro de Producción Agrícola "El Oasis" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, que había estado bajo la influencia de riego con aguas de las perforaciones mencionadas.

Los resultados obtenidos de su analisis, mostraron que - la conductividad eléctrica estaba por arriba de los 4 Mmhos/cm. y así mismo que el sodio intercambiable se encontraba en cantidades mayores al 15 por ciento de saturación, lo cual la constituyó en un area salino-sódica.

Esta situación dió lugar a que se iniciara el presente - estudio con el objetivo de evaluar el efecto de subsuelado, la in

corporación de gramíneas y leguminosas y la aplicación de yeso so
bre la rehabilitación de los suelos con las características men--
cionadas y su incorporación a la agricultura, todo esto a través
del rendimiento del Gandul que puede ser un cultivo promisorio pa
ra la región, como fuente de proteínas e ingresos económicos que
coadyuven al bienestar social de los agricultores.

OBJETIVOS: Los objetivos del presente trabajo de tesis -
son:

- a - Comprobar el rendimiento de vainas del gandul, mediante varios cortes efectuados.
- b - Medir las mejoras al suelo inducidas por el subsuelado, mediante el rendimiento del gandul
- c - Evaluar la interacción del yeso más una gramínea y del yeso más una leguminosa con el terreno subsuelado y no-subsuelado.
- d - Observar si las prácticas introducidas son suficientes o si por el contrario son ineficaces y se tenga que recurrir a otras prácticas culturales, como: drenaje, lavado, riego por goteo, etc.,.

HIPOTESIS; Para la realización del presente trabajo se formularon las siguientes hipótesis:

- i - El subsuelado mejora las condiciones del suelo y ayuda a obtener mejoras cosechas.
- ii - La aplicación de yeso mejora la infiltración de los suelos salino-sódicos del valle de La Fragua.
- iii - La incorporación de gramíneas y leguminosas como abono verde tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del gandul.

REVISION DE LITERATURA: Perdomo (14) basado en su análisis de suelos dice que estos suelos presentan múltiples problemas, entre los cuales se encuentran la baja capacidad de infiltración, el alto contenido de sales y la baja capacidad de retención de humedad.

Refiriéndose a la baja capacidad de infiltración, Ochse et al (13), dicen que la permeabilidad es una característica esencial de suelos que son adecuados para la producción de plantas. -- El proceso de penetración del agua hacia abajo en el suelo, ya sea de lluvia o de riego, se define como infiltración. Para cualquier condición dada del suelo existe una máxima velocidad de infiltración del agua. Cuando la lluvia o el agua de riego excede de esta velocidad, el exceso escurrirá o se acumulará. La velocidad de infiltración depende de varios factores, tales como: la cubierta vegetal, las prácticas culturales anteriores, las prácticas de labranza, la capa orgánica superficial y la condición de humedad del perfil.

Un buen manejo de suelos, especialmente en nuestra región, involucra el mantenimiento de la velocidad de infiltración a un nivel en el que sea posible disminuir la erosión por escurrimiento y restaurar el abastecimiento de agua en la zona de desarrollo radicular.

Es por esto que en el presente trabajo se probaron diversas prácticas de manejo de suelos para mejorar esta limitante que se presenta frecuentemente en la región.

En cuanto al alto contenido de sales, Perdomo (14) dice que la acumulación de un exceso de iones de sales solubles neutrales en los suelos produce efectos tóxicos que tienden a deprimir el crecimiento vegetal normal. Los efectos son tanto de tipo físico como químico. Los efectos físicos incluyen una restricción en la absorción del agua, y el efecto químico directo resulta en un desbalance nutricional y metabólico de la planta. Los efectos son principalmente debidos a un aumento en la presión osmótica en la solución del suelo. Además de estos efectos directos de la concentración excesiva de sales, la acumulación de iones de sodio produce un aumento en la saturación de sodio que sencillamente resulta en deterioro de la estructura del suelo, reduce la veloci--

dad de infiltración y ocasiona además deficiente permeabilidad, -- así como una pobre aireación y un deficiente intercambio de gases del suelo.

Lijerly y Longenechen (1,962), citados por Perdomo (14) revisando una considerable cantidad de trabajos efectuados sobre - suelos salinos y sódicos; especialmente en control de salinidad pa - ra la agricultura de regadío, hicieron énfasis en el drenaje inade - cuado, como la causa principal del problema de salinidad.

Perdomo (14) durante 1,961-62 determinó que el agua de - pozos profundos utilizada para la irrigación del valle de La Fra-- gua, posee una cierta cantidad de sales solubles, incluyendo sales de sodio, que debido al drenaje sub-superficial deficiente, se es - taban acumulando en el suelo, y, como consecuencia la estructura - del suelo se ha deteriorado.

Hagan, 'et al' (10), por su parte dicen que la sal procee - de de los minerales de la corteza terrestre. Los agentes atmosfé - ricos descomponen los minerales y liberan la sal en forma soluble. A medida que el agua se va moviendo a través de la superficie del terreno, disuelve las sales y las arrastra luego en estado de disol - lución. Cuando el agua se mueve penetrando en el subsuelo y con-- tribuye a formar agua freática, se disuelven las sales y permane-- cen disueltas en agua freática. En las regiones húmedas, las llu - vias son suficientes para arrastrar por lixiviación a través del - suelo, llevándolos hasta el agua freática o a las corrientes flu-- viales y hasta los océanos. En las regiones áridas, las lluvias - se disipan en gran parte por evaporación y el consumo de la planta dejando las sales en una forma concentrada en el suelo, y en el a - gua. Incluso en las regiones áridas raras veces ocurre una acumu - lación perjudicial de sales, a no ser que un campo esté recibiendo continuamente sal de otras fuentes. La sal llega a la zona en --- cuestión por la acción del agua de superficie o del agua freática, y el riego acelera frecuentemente el proceso.

Los suelos salinos son los que contienen cantidades --- excesivas de sales solubles. Estas sales pueden ser arrastradas - con relativa facilidad por lixiviación, siempre y cuando exista un drenaje. Los suelos sódicos son los que contienen cantidades apre - ciables de sodio absorbidos sobre las partículas de suelo. Este - sodio no es lixiviado fácilmente y el suelo se caracteriza por la lenta infiltración del agua. Los suelos salino-sódicos se dan ---

cuando la salinidad y el sodio absorvido influyen al mismo tiempo sobre el suelo. Para establecer prácticas de cultivos y programas de control del agua y el suelo adecuados, es necesario determinar el grado de salinidad o alcalinidad de suelos y agua. Una cantidad excesiva de sal en el suelo influye en el crecimiento de las plantas de dos maneras principales: a) Impide que consiga suficiente agua, incluso cuando el suelo está bien mojado; ésto da lugar a plantas raquíticas y a que los rendimientos puedan disminuir de forma enorme, y b) Actua como tóxico directo sobre las plantas.

Al referirse a la baja capacidad de retención de humedad, Perdomo (14) define el término como "la habilidad que tiene el perfil del suelo para almacenar agua. La capacidad de retención de humedad de cualquier suelo está influenciado por la textura, cantidad de materia orgánica, composición química del suelo, estructura, profundidad y permeabilidad.

La materia orgánica tiene una alta capacidad de retención de humedad, es capaz de retener un volumen de agua aproximadamente igual a su propio volumen, y un peso de agua aproximadamente doble a su propio peso. En adición a la habilidad que tiene la materia orgánica para retener agua, tambien produce un efecto de agregación en el suelo y es que en esta forma mejora sus condiciones estructurales que permiten una infiltración alta y un índice alto de permeabilidad.

La estructura tambien puede mejorarse por el subsuelado cuyos efectos benéficos se atribuyen generalmente al aumento de absorción de agua y penetración de raices, reducción de escorrentía, menos erosión y una más favorable aireación del suelo.

En cuanto a la vegetación de cobertura (5) dice que ésta es factor esencial en las prácticas agrícolas de conservación del suelo, en cualesquiera circunstancias, pero en los campos en cultivo es donde debe prestarsele mayor atención. A medida que el suelo superficial es lavado o va agotándose, el arado invierte el subsuelo menos fecundo, se dificulta las operaciones de labranza y los rendimientos y las utilidades disminuyen a menos que se reabiliten los terrenos con materia orgánica y abonos comerciales.

Las principales ventajas que ofrecen los cultivos pro--

tectores o de cobertura son las siguientes:

1. Reducen el escurrimiento de las aguas pluviales y conservan la humedad.
2. Impiden la erosión excesiva del suelo.
3. Aumentan la materia orgánica del suelo.
4. Impiden las pérdidas de los elementos de nutrición vegetal del suelo, especialmente las sustancias nitrogenadas.
5. Cuando se entierran forman ácidos orgánicos y otros compuestos y facilitan así el aprovechamiento de las sustancias alimenticias minerales.

Al sembrar las leguminosas de tal suerte que su desarrollo sea denso, reducen la erosión al mínimo, mientras ocupan la tierra y aumentan el rendimiento de cualquier cultivo sembrado en la rotación. Cualquier cultivo en rotación, sembrado al voleo, o en hileras juntas, ayuda a combatir la erosión y conservar la fertilidad del suelo.

Si la explotación agrícola ha de tener carácter permanente, la productividad del suelo debe mantenerse no con la aplicación temporal de elementos de nutrición vegetal, sino mediante la conservación del propio suelo, sembrando plantas antierosivas en rotación o combinadas con cultivos intensivos (maíz, algodón, hortalizas, y, otros que solo ocupan el terreno durante parte de época de cultivo o protegen el suelo parcialmente.

Es una práctica agrícola excelente la de emplear los cultivos de cobertura como abonos verdes, o sea enterrarlos volviéndolos con el arado antes de que se sequen. Así usadas, estas plantas mejoran el suelo al añadirle materia orgánica, y suplir elementos nutritivos para los cultivos subsiguientes. De este modo, los abonos verdes constituyen una protección del suelo y evitan la erosión durante su período vegetativo. Subsiguientemente aumentan la fertilidad del suelo. Para que el uso de tales cultivos sea lo más eficaz posible, numerosos factores son dignos de consideración especial. De todos modos, la erosión o pérdidas del suelo se impidieran durante una parte del año y si los abonos verdes se emplean con propiedad.

La clase de cultivos de cobertura que deba usarse se determina de acuerdo con las condiciones y necesidades locales, y -

los objetivos predeterminados.

Las mezclas de leguminosas y gramíneas son muy buenas para detener la erosión y mejorar el suelo, deben sembrarse y cultivarse en igual forma a la que se utiliza en la localidad para obtener forraje.

Otros cultivos que se usan o pueden usarse en forma similar a muchos de los mencionados son: el trebol amargo, cow pea, las soyas, el pasto Sudan, el sorgo, la alfalfa, etc.

En relación a la acción del yeso, Tisdale y Nelson (18) - dicen que el yeso tiene 22.3% de calcio. El calcio es un mineral extremadamente importante en la nutrición de las plantas. Cuando hay deficiencia de calcio, el camino más obvio para corregir esta deficiencia es mediante la aplicación de cal (calcítica o dolomítica) En el caso de que el calcio sea requerido sin aumento de pH, como - en el uso de la cal, el yeso es tambien una fuente satisfactoria de este elemento.

El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ha sido utilizado como fertilizante durante largo tiempo. Fué aplicado en las primeras eras griegas y romanas y fué tambien utilizado extensamente en Europa en el siglo XVIII.

El yeso tiene poco efecto sobre la reacción del suelo, de aquí que pueda tener algún valor en cosechas que piden un suelo ácido y necesitando todavía considerable calcio. Es ampliamente utilizado en los suelos alcalinos del oeste americano. El calcio reemplaza al sodio en el complejo de intercambio, y el sulfato sódico es eliminado por el agua del drenaje. Este reemplazamiento sirve para - floccular el suelo y hacerlo más permeable al agua.

Por su parte Fireman M. y Branson R. (6) mencionan que el yeso es el mejorador químico que se usa con mas frecuencia en la recuperación de suelos, debido a que casi siempre es efectivo y a que es más barato. Es moderadamente soluble en agua y proporciona cal--cio soluble para reemplazar el sodio.

Los mejoradores químicos deben aplicarse en cantidades suficiente para reemplazar el exceso de sodio intercambiable (álcali) en una capa de suelo lo suficientemente profunda como para mantener el desarrollo de las plantas cultivadas.

Un suelo normal contiene menos del 15 por ciento de sodio

intercambiable; un suelo sódico (álcali), 15 por ciento o más de sodio intercambiable.

Para rehabilitar un suelo sódico, el sodio intercambiable en exceso debe ser reemplazado por calcio soluble.

Las enmiendas químicas, tales como el yeso, son compuestos que pueden mejorar los suelos, modificando sus propiedades físicas, más bien que agregando cantidades importantes de nutrientes para las plantas.

Los arados de cincel o subsueladores rompen la compactación, revuelven el suelo inferior sin casi alterar nada la capa superficial. El subsuelado ahorra tiempo en la labranza, el residuo o rastrojo anterior protege al suelo contra la erosión y le facilita bien la absorción de la humedad.

La siembra de alfalfa o de otras leguminosas forrajeras de raíces profundas realiza esa misma función, pero esta práctica requiere mucho más tiempo que los métodos de labranza profunda (1)

Perdomo manifiesta (14) que los efectos benéficos de las prácticas del subsuelado se atribuyen generalmente al aumento de absorción de agua y penetración de raíces, reducción de escorrentía, menos erosión, y una más favorable aireación del suelo.

Descripción del Gandul: El gandul (*Cajanus cajan*) es una leguminosa perteneciente a la familia Papilionaceae, subfamilia Papilionada. Es una planta semiarborescente, de 1.80 a 2.50 metros de altura, semileñosa; ramas cortas, entrenudos amplios, hojas trifoliadas, con tres folíolos y estípulas, superficie superior de color verde intenso, áspera y pilosa; superficie inferior lisa y sin pelos, de color verde amarillento. Tiene flores zigomorfas tipo papilio, amarillas, unidas a las ramas por pedúnculos cortos y suaves. El fruto es una vaina, de lóculos bien diferenciados externamente, de superficie pilosa y excrecencia pegajosa, contiene de 4 a 6 semillas de color pardo-plomizo cuando maduras.

El gandul es nativo del Africa Tropical y Asia, se ha introducido en América y Australia, es una de las leguminosas más comunes en trópicos y subtrópicos, es un arbusto erguido perenne de vida corta. Tiene raíces profundas, posee gran adaptabilidad y se da especialmente bien en las tierras semi-áridas.

Se cultiva en surcos de 1.00 metros de distancia por 0.5

metros entre plantas, aunque esto puede variar, dependiendo del -- criterio del agricultor y el objetivo del cultivo.

La semilla grande se emplea para alimentación humana y - la pequeña se usa para forraje. Se emplea para henificación, ensi- lado, como planta de ramoneo y como sombra provisional de cafeta-- les. Es especialmente útil como planta mejoradora del suelo. Es -- singularmente resistente a la sequía e incluso con precipitación - anual inferior a 650 milímetros rinde satisfactoriamente, cuando o tros cultivos fracasan (15).

MATERIALES Y METODOS: Los materiales y métodos utilizados se describen a continuación:

- A) Localización del experimento: Este ensayo se realizó en la Finca "El Oasis", del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, ICTA, localizada en el municipio de Estanzuela, Zacapa, con suelos tipo Chiquimula, textura franco arcillosa, pH de 8.1 (7) y con clima de bosque tropical muy seco (12). La finca "El Oasis" se encuentra a una altitud de 184.69 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 34.17 grados centígrados y con una precipitación media anual de 720.7 milímetros (*).
- B) Selección de tratamientos: En base a la literatura revisada, se seleccionaron como cultivos para ser incorporados, el sorgo y la cebada como gramíneas y alfalfa, cowpea y sesbania como leguminosas. Se consideró a su vez el subsuelado y la aplicación de yeso, dándose lugar a las siguientes combinaciones de los materiales seleccionados y que constituyen los tratamientos probados.
- | <u>Subsuelado</u> | <u>No subsuelado</u> |
|-------------------|----------------------|
| cowpea | cowpea |
| sorgo + yeso | sorgo + yeso |
| sesbania | sesbania |
| alfalfa + yeso | alfalfa + yeso |
| cebada | cebada |
- C) Diseño experimental: Los tratamientos seleccionados se evaluaron a través del diseño experimental Completamente al Azar con 2 repeticiones.
- D) Materiales usados: Los materiales y equipo utilizados fueron
Fertilizante 10-30-10
Semilla de cowpea, sesbania, alfalfa, sorgo y cebada
Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
Gramoxone
Subsueladores
Tractor
- E) Manejo del experimento: Este ensayo consta de dos fases, la primera realizada del 20 de junio al 5 de octubre de 1977, que
* Consulta personal Estación Meteorológica "La Fragua"

consistió en subsuelar, arar y rastrear el terreno. El area de --- 6,000 metros cuadrados se dividió en 20 parcelas de 300 metros cuadrados cada una, 10 de ellas fueron subsueladas y no así las otras 10 parcelas. En las parcelas subsueladas y no subsueladas se sembraron al azar los tratamientos siguientes: cowpea, sorgo mas yeso sesbania, alfalfa mas yeso y cebada.

La cantidad de yeso incorporada fué el equivalente a 20 quintales, aplicado al suelo antes de la siembra.

Preparación del suelo concluida la primera fase, se procedió el 7 de octubre de 1977 a incorporar todos los tratamientos usados, utilizando arado y rastra, posteriormente se surqueó a --- 0.90 metros, determinando una pendiente de 0.40% en los surcos de drenaje, para el buen funcionamiento del riego. En el fondo de estos surcos se aplicó en banda el fertilizante de fórmula completa 10-30-10-, en forma alterna, cubriéndolo al contrasurquear, en una cantidad de 260 Kg. por Ha. en presiembra.

Siembra La siembra se hizo en el tablon fertilizado a una distancia de 1.80 metros entre surcos y 0.50 metros entre matas, - colocando 3 semillas por postura, para luego entresacar para dejar 2 plantas a los 20 días después de la siembra.

Control fitosanitario Este no fué necesario dado a que - el gandul mostró resistencia al ataque de parásitos.

Control de malezas Este se efectuó con Gramoxone a razón de 1 litro por Mz. en forma localizada. Posteriormente se efectuó una limpia manual cerca de las plantas. Después las plantas de gan dul produjeron suficiente sombra y las malezas no crecieron más.

Cosecha Se efectuaron 4 cortes de las vainas maduras, uno cada 10 días.

F) Método de interpretación: El modelo estadístico utilizado para el analisis fué el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

μ = media
 τ_j = tratamientos
 ϵ_{ij} = error experimental

RESULTADOS Y DISCUSION: Se presentan a continuación los cuadros estadísticos que muestran los resultados obtenidos.

Cuadro No. 1

Tratamiento	Rendimiento en qq/Mz	Comparación (Tukey)
Cow pea + subsuelado	21.65	a
Sorgo + yeso + subsuelado	18.98	a
Sesbania + subsuelado	13.44	b
Alfalfa + yeso + subsuelado	12.78	b
Alfalfa + Yeso	1.80	c
Cebada + Subsuelado	1.75	c
Sorgo + yeso	1.63	c
Cow pea	0.99	c
Cebada	0.44	c
Sesbania	0.31	c

** Los tratamientos con la misma letra no son significativos entre sí.

Los resultados obtenidos en el cuadro No. 1 dieron motivo al Analisis de Varianza que se presenta a continuación:

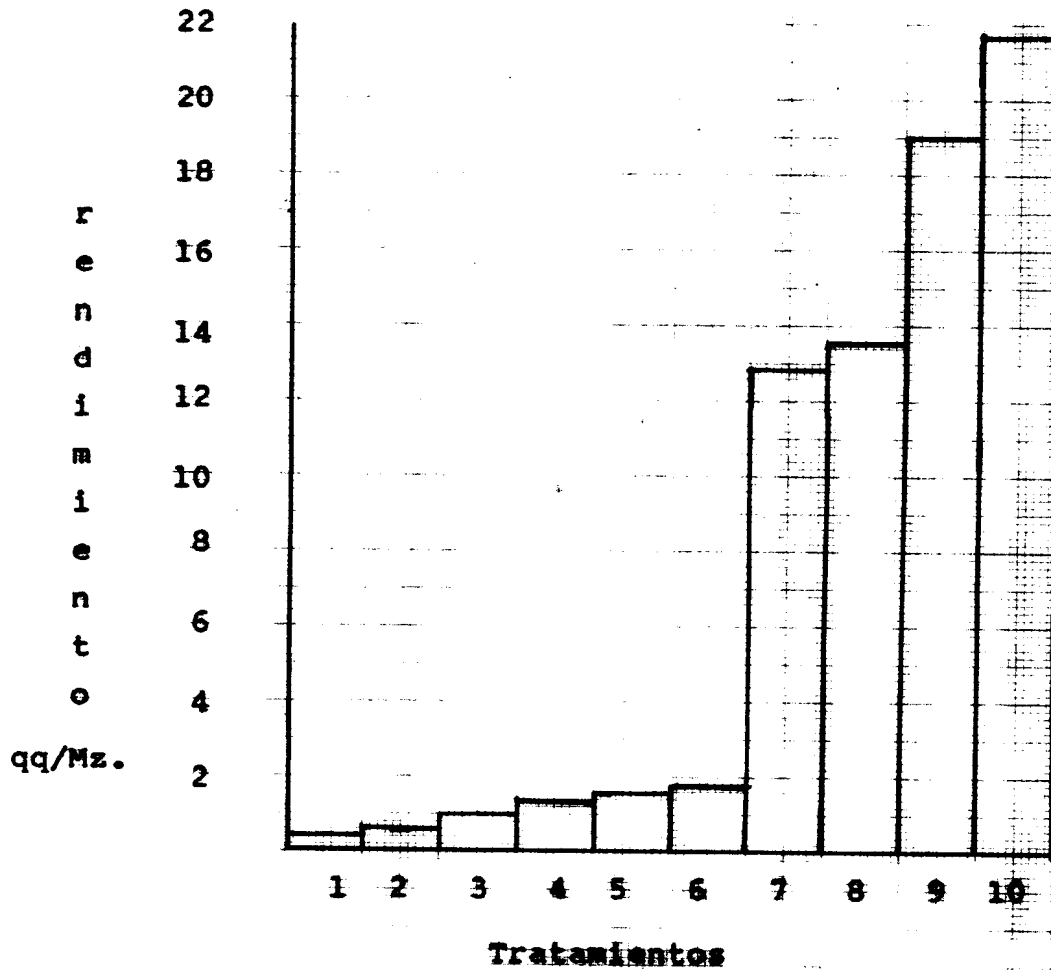
Cuadro No. 2

Fuente de Variación	GL	CM	FC	
Tratamientos	9	142	267.22	**
Error	10	0.5313		
Total	19			

Nota: ** significativo al nivel de 0.01 de probabilidad de cometer error tipo I.

Cuadro No. 3

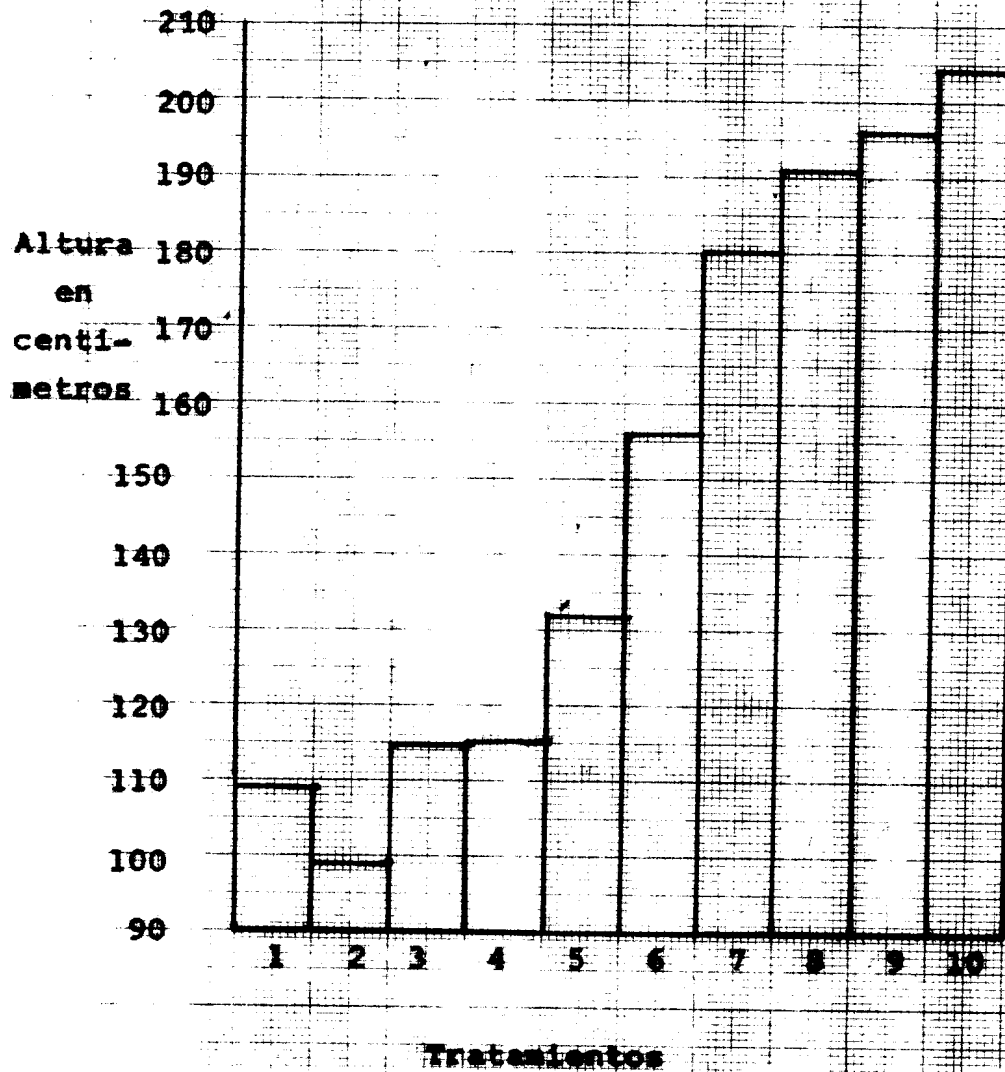
RENDIMIENTO DEL GANDUL EN qq./Mz



- 1 - Sesbania
- 2 - Cebada
- 3 - Cow pea
- 4 - Sorgo + yeso
- 5 - Cebada + subsuelado
- 6 - Alfalfa + yeso
- 7 - Alfalfa + yeso + subsuelado
- 8 - Sesbania + subsuelado
- 9 - Sorgo + yeso + subsuelado
- 10 - Cow pea + subsuelado

Cuadro No. 4

ALTURA DEL GAMBUL POR TRATAMIENTOS, SEGUN MEDIDA HECHA EL 22-1-78



- 1 - Sesbania
- 2 - Cebada
- 3 - cow pea
- 4 - Sorgo + yeso
- 5 - Cebada + subsuelado
- 6 - Alfalfa + yeso
- 7 - Alfalfa + yeso + subsuelado
- 8 - Sesbania + subsuelado
- 9 - Sorgo + yeso + subsuelado
- 10 - Cow pea + subsuelado

Provecho solo medido 185 cm
sin 119 cm

1. Del análisis de conductividad eléctrica y sodio intercambiable.

Los resultados de los análisis anteriores se muestran en el cuadro siguiente:

Muestra	Conductividad eléctrica* Mmhos/centímetro	Na** me/100 gramos suelo	
1	11.40	2.24	12 %
2	7.00	3.45	19 %

* Conductividad del extracto de la pasta

** Extracción con Acetato de Amonio 1N pH 7.00

En este cuadro se observa que las 2 muestras analizadas - presentan conductividad eléctrica mayor a 4 Mmhos/Cm lo cual - los constituye en salinos. Así mismo, el % de saturación de Na estimado fué de 12% y 19% respectivamente dando lugar a tenerse la condición de salino-sódico en la muestra No. 2.

2. De los Rendimientos.

Los rendimientos promedio obtenidos por tratamiento estudiado, se presentan en el cuadro No. 1, y los mismos sirvieron de base para el análisis de varianza para determinar la diferencia significativa a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de 0.05.

Los resultados de esta prueba estadística se muestran en el cuadro No. 2.

De acuerdo a lo observado en el cuadro No. 1 se puede deducir que los tratamientos en que se subsueló tuvieron el mayor rendimiento, con un promedio de 13.72 qq/Mz que es mayor al promedio de las parcelas no subsueladas de 1.034 qq/Mz, superándolo en 12.686 qq/Mz, lo que, para el presente estudio es una diferencia significativa.

Así mismo el mayor rendimiento lo presentó cow pea + subsuelado seguido por sorgo + yeso + subsuelado y aunque ambos -

son estadísticamente no significativos entre sí, se puede considerar que desde el punto de vista de incorporación de materia -- verde la leguminosa es de mayor beneficio por tener un mayor y -- más profundo sistema radicular en relación al sorgo, así como su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico. Por otra parte el segundo tratamiento mencionado, es de mayor inversión pues además del subsuelado, y la semilla de sorgo, se debe considerar el valor del yeso y de su aplicación lo que viene a elevar los costos en comparación con el uso del *caw pea* más subsuelado.

Con respecto al efecto de leguminosas y gramíneas incorporadas como abonos verdes, al comparar *sesbania* + subsuelado y *cebada* + subsuelado se observa que la leguminosa *sesbania* superó en 11.69 qq/Mz al rendimiento observado en *cebada* + subsuelado, así mismo que en el caso de no subsuelado es indistinto el uso de una leguminosa o de una gramínea como abono verde. Sin embargo ba jo esta condición, se observa que la presencia de yeso hace que la leguminosa *alfalfa* presente el mayor rendimiento observado, -- seguida en su orden por *sorgo* + yeso y luego por todos aquellos materiales que no tuvieron yeso durante la investigación, lo cual hace suponer que este material tuvo un efecto positivo en neutra lizar el sodio intercambiable presente inicialmente en el suelo.

Al comparar las gráficas de rendimiento y alturas de plan-- tas respectivamente, se observa que ambas variables guardan una relación estrecha, puesto que los mayores rendimientos se alcan-- zan con una mayor altura de planta, y, los mismos son o coinci-- den con el efecto del tratamiento aplicado.

CONCLUSIONES: a- El mayor rendimiento promedio lo presentaron las parcelas en que se subsueló con un promedio de 13.720 qq/Mz, lo que comparado con 1.034 qq/Mz que es el promedio de las parcelas no subsueladas nos da una diferencia significativa, lo que permite no rechazar la hipótesis planteada de que el subsuelado mejora las condiciones del suelo y ayuda a obtener mejores cosechas.

b- La mayor altura promedio fué presentada por las parcelas subsueladas con 185 centímetros y las parcelas no subsueladas presentaron una altura promedio de 110 centímetros.

c- Las mejoras introducidas por el yeso se pueden observar en los rendimientos y la altura obtenida por los tratamientos a los cuales se les aplicó tal mejorador químico.

d- La incorporación de leguminosas y gramíneas como abono verde mostró su efecto significativo sobre el rendimiento del gandul pero en interacción con el subsuelado.

e- Es necesario continuar investigando en la misma area para conocer el mejoramiento del suelo, como resultado de la incorporación del gandul y los tratamientos aplicados y otros posibles materiales a ser usados.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - MANEJE USTED BIEN LA HUMEDAD DEL SUELO. 1975. En: Agricultura de las Americas, (USA) Vol. 24 (2): 24, 29.
- 2 - BAVER, L.D., GARNER, W. H. y GARNER, W. A. Física de suelos. México, UTECA. 1973. 529 p.
- 3 - CALVINO, M. Plantas forrajeras tropicales y sub-tropicales. México, Imprenta Aldina. 1952. 269 p.
- 4 - COCHRAN, W. C. y COX, G. M. Diseños experimentales. México, Editorial Trillas, 1974. 661 p.
- 5 - DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EUA. Manual de conservación de suelos. USA Depto. de Agricultura; Servicio de Conservación de Suelos. México, Edit. Limusa-Willey S.A., 1973. 332 p.
- 6 - FIREMAN, M. y BRANSON, R. Yeso y otras enmiendas para el mejoramiento del suelo. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, AID, 1974. 8 p.
- 7 - GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA; INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. Informe anual, 1975-1976. Programa de producción de hortalizas. Guatemala, ICTA, 1976. 88 p.
- 8 - GUATEMALA, ASOCIACION NACIONAL DEL CAPE. Manual de suelos y fertilización del café. Boletín No. 12. Guatemala, Editorial Martí. 1973. 89 p.
- 9 - GUERRA BORGES, A. Geografía económica de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Edit. Universitaria, 1976. 416 p.
- 10 - HAGAN, R. 'et al'. Exito en el regadío. Roma, FAO, 1968. 53 p.
- 11 - HARDY, F. Suelos tropicales. México, Herrero Hnos. Sucesores, S.A. 1970. 334 p.
- 12 - HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. 19 p.

- 13 - OCHSE, 'et al'. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, AID, 1965. Volumen 1.
- 14 - PERDOMO, R. y HAMPTON, H. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos; Centro de Producción de materiales. 1970. 345 p.
- 15 - RODRIGUEZ, C. Copias mimeografiadas del curso de agrostología. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1976. 89 p.
- 16 - SIMONS, C., TARANO, J. y PINTO, H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Ed. Pública, Edit. "José de Pineda Ibarra" y Ministerio de Agricultura, IAN-SCIDA. 1959. 1000 p.
- 17 - STEEL, R. G. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. N.Y. Mc Graw-Hill Book Company, 1960. 481 p.
- 18 - TISDALE, S. L. y NELSON, W. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por: Jorge Balasch y Carmen Piña. España, Editorial Montaner y Simmon S.A., 1970. 760 p.

Vo. Bo.

Palmira R. de Quan
Jefe Centro de Documentación
e Información Agrícola

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRESO"



Ing. Agr. Rodolfo Estrada Gonzáles
DECANO