

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

**EVALUACION DE DOS METODOS DE PREPARACION
DE SUELO USANDO APEROS DE LABRANZA DE TIRO
ANIMAL EN EL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays) EN DOS
CLASES TEXTURALES DE SUELO. SAN LUIS TALPA,**

LA PAZ, 1992.

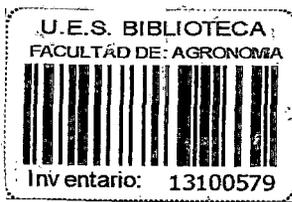
POR:

ROMMEL ELIAS FERMAN ALAS

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

I N G E N I E R O A G R O N O M O

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 1994.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL: LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO BENEDETTO

d) por Ing Francisco Lara Arcecio Mayo/96.

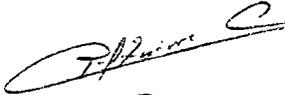
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA


ING. AGR. SABAS ALBERTO ARGUETA PALACIOS

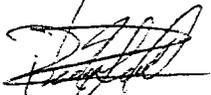

ASESOR :

ING. AGR. TEODORO ANTONIO ROMERO ROMERO

JURADO CALIFICADOR :


ING. AGR. CARLOS ALBERTO AGUIRRE CASTRO


ING. AGR. CARLOS ARMANDO VILLALTA RODRIGUEZ


ING. AGR. REYNALDO ADALBERTO LOPEZ LANDAVERDE

RESUMEN

Los métodos de preparación de la cama de siembra en El Salvador, están condicionados a patrones tradicionalistas, a la topografía del terreno y a la estructura de la tenencia de la tierra. Por lo general se usa el método tradicional que consiste en el uso del arado de palo el cual no profundiza, ni voltea el suelo.

Con el fin de proporcionar una alternativa en la preparación de la cama de siembra, en la zona de San Luis Talpa y lugares aledaños, se llevó a cabo el presente trabajo de investigación que consistió en evaluar dos métodos de labranza de tiro animal en dos clases texturales de suelo, durante los meses de octubre de 1991 hasta mayo de 1992, en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; ubicado en el Cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz.

Los métodos evaluados fueron el arado de palo y el arado de vertedera de tiro animal. Las clases texturales fueron Franco Arenosa y Franco Limoso. Se utilizó como planta indicadora el cultivo de maíz (Zea mays). Para determinar experimentalmente cual método de preparación y clase textural dieron los mejores resultados en la preparación de la cama de siembra, se estableció un ensayo utilizando un diseño experimental de parcelas divididas

con tres repeticiones y cuatro tratamientos. Las variables en estudio fueron las siguientes: a) parámetros físicos: densidad real, densidad aparente, humedad volumétrica, espacio aéreo, porosidad, esfuerzo cortante y penetrabilidad del suelo antes y después de la preparación de la cama de siembra; y b) parámetros del cultivo: altura de planta, longitud de raíces y rendimiento del cultivo.

La evaluación de los parámetros en estudio fué realizado en el área útil (36 m^2), de cada unidad experimental de cada tratamiento.

El análisis de resultados obtenidos fué realizado a través de análisis de varianza y gráficos.

Dentro de los parámetros físicos del suelo se estableció que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, lo que indica que ambos tratamientos se comportaron en forma similar, y tienen el mismo efecto sobre el suelo.

En cuanto a los parámetros evaluados de la fisiología de la planta, únicamente en el rendimiento se notaron diferencias significativas provocando los mayores rendimientos la textura franco arenosa, y el método de preparación de suelo innovado.

De manera general los resultados del presente trabajo muestran que la alteración del medio edáfico, a través de los métodos de preparación del suelo empleados, no alteró el comportamiento del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por haberme guiado en mi vida y ayudado en la realización del presente trabajo.
- Al Jefe del Departamento de Ingeniería Agrícola, Ing. Agr. Sabas Alberto Argueta Palacios.
- Al Ing. Teodoro Antonio Romero Romero, por su colaboración desinteresada en la asesoría y orientación a mi trabajo.
- Al Jurado Calificador : Ing. Agr. Carlos Armando Villalta Rodríguez, Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre - Castro e Ing. Agr. Reynaldo Adalberto López Landaverde.
- A los trabajadores de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, por su valiosa contribución.
- Al personal de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas, especialmente a Carlos Corvera.
- Al Ing. Roberto Deras, por haber colaborado en el análisis estadístico del presente trabajo.
- A la señora Marinita Rodríguez, por su paciencia y comprensión en la elaboración del presente documento

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por permitirme terminar uno de mis anhelados objeti
vos.

- A MIS PADRES :
José Elías Fermán Espino, y muy especialmente a María
Esperanza Alas de Fermán, por sus sacrificios, amor y
comprensión que me brinda cada momento, con lo cual -
he hecho posible la culminación de mi carrera.

- A MIS HERMANOS :
Rosario y muy especialmente a María Elena Suárez Alas.

- A MIS TIOS :
Por su apoyo.

- A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS :
Por su colaboración y comprensión, con lo cual contri
buyeron a mi formación académica.

Rommel Elías Fermán Alas

	Página
2.2.2. Tamaño de agregados del suelo .	7
2.2.3. Densidad real del suelo	9
2.2.4. Densidad aparente del suelo ...	10
2.2.5. Esfuerzo cortante del suelo ...	12
2.2.6. Penetrabilidad del suelo	12
2.2.7. Consistencia del suelo	13
2.2.8. Consistencia de los suelos húme- dos y mojados	15
2.2.9. Consistencia de suelos secos ..	17
2.3. Labores para la preparación del suelo .	17
2.3.1. Aradura del suelo	18
2.4. Arados de tiro animal	18
2.4.1. Arado tradicional de madera o - de palo	19
2.4.2. Partes básicas del arado de ma- dera o de palo	19
2.4.3. Arado de vertedera	20
2.4.4. Construcción general y las par- tes básicas	24
2.4.5. Ventajas del arado de vertedera.	25
2.5. Labranza del suelo	26
2.5.1. Objetivos del laboreo del suelo.	27
2.5.2. Sistemas de labranza	28
2.5.2.1. Sistemas manuales	28

	Página
2.5.2.2. Sistemas de tracción - animal	29
2.5.2.3. Sistemas de tracción - mecánica con tractores.	30
3. MATERIALES Y METODOS	31
3.1. Generalidades	31
3.1.1. Localización del ensayo	31
3.1.2. Características del lugar	31
3.1.2.1. Clima	31
3.1.2.2. Precipitación	31
3.1.2.3. Temperatura	32
3.1.2.4. Viento	32
3.1.2.5. Humedad relativa	32
3.1.2.6. Suelos	32
3.1.2.7. Topografía	33
3.2. Localización y características del si- tio del ensayo	33
3.2.1. Suelos	34
3.3. Metodología estadística	35
3.3.1. Diseño estadístico	35
3.3.1.1. Tratamientos en estu- dio	36
3.3.2. Variables evaluadas	36
3.3.3. Modelo estadístico	37

	Página
3.3.4. Análisis estadístico	37
3.4. Toma de datos	37
3.4.1. Textura de suelo	37
3.4.2. Tamaño de agregados del suelo .	38
3.4.3. Densidad aparente del suelo ...	38
3.4.4. Densidad real	39
3.4.5. Espacio poroso del suelo	40
3.4.6. Humedad del suelo.....	40
3.4.7. Espacio aéreo del suelo	41
3.4.8. Esfuerzo cortante del suelo ...	41
3.4.9. Penetrabilidad del suelo	41
3.4.10. Consistencia del suelo	42
3.4.11. Consistencia en mojado	42
3.4.11.1. Adhesividad	42
3.4.11.2. Plasticidad del suelo.	43
3.4.12. Consistencia en húmedo del sue- lo	43
3.4.13. Consistencia en seco del suelo.	43
3.5. Parámetros de la planta	44
3.5.1. Altura de la planta, profundi- dad de raíces y peso del elote por tratamiento	44
3.6. Metodología de campo	44
3.6.1. Preparación del terreno	44

	Página
3.6.2. Siembra y variedad utilizada ..	45
3.6.3. Fertilización	45
3.6.4. Riego	45
3.7. Labores culturales	45
3.7.1. Raleo	45
3.7.2. Control de malezas	45
3.7.3. Aporco	46
3.8. Cosecha	46
4. RESULTADOS	49
4.1. Parámetros de las propiedades físicas - del suelo	49
4.2. Parámetros del cultivo	50
5. DISCUSION DE RESULTADOS	52
5.1. Propiedades físicas del suelo y sus de- rivados	52
5.1.1. Textura del suelo	52
5.1.2. Tamaño de los agregados	52
5.1.3. Densidad real	53
5.1.4. Densidad aparente	55
5.1.5. Porosidad del suelo	58
5.1.6. Humedad volumétrica	61
5.1.7. Espacio aéreo del suelo	63
5.1.8. Penetrabilidad y esfuerzo cor- tante del suelo	65

	Página
5.1.9. Consistencia en mojado, húmedo y seco del suelo	68
5.1.10. Análisis de los parámetros fi-- siológicos del cultivo	70
5.1.11. Parámetros del rendimiento bru- to del cultivo	74
6. CONCLUSIONES	77
7. RECOMENDACIONES	80
8. BIBLIOGRAFIA	81
9. ANEXOS	86

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Importancia de la textura del suelo ...	8
2	Densidad aparente de algunos suelos ...	11
3	Características físicas y de fertilidad del perfil de suelo en el área de ensayo Lote "La Bomba"	34
4	Características físicas y de fertilidad del perfil de suelo en el área de ensayo Lote "La Manga"	35
5	Parámetros físicos del suelo y fisiológicos de la planta de los dos tipos de textura de suelo, San Luis Talpa, La -- Paz, 1992	47
6	Determinación de la textura, tamaño de agregados, consistencia en mojado, húmedo, seco al tacto. San Luis Talpa, La Paz, 1992	48
A-1	Densidad real del suelo en gr/cm^3 , a -- una profundidad de 20 cm, antes de la -- preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	85
A-2	Análisis de varianza de la densidad real del suelo, promedio de gr/cm^3 antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	85

Cuadro		Página
A-3	Densidad aparente del suelo en gr/cm^3 , a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo	86
A-4	Análisis de varianza de la densidad aparente, en gr/cm^3 , antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	86
A-5	Espacio poroso del suelo en porcentaje, a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	87
A-6	Análisis de varianza para la porosidad del suelo en porcentaje antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	87
A-7	Humedad volumétrica en porcentaje, a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	88
A-8	Análisis de varianza de la humedad volumétrica del suelo en porcentaje, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	88
A-9	Espacio aéreo del suelo en porcentaje, a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	89

Cuadro		Página
A-10	Varianza general del espacio aéreo del suelo en porcentaje, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	89
A-11	Densidad aparente del suelo gr/cm^3 , a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	90
A-12	Análisis de varianza de la densidad aparente del suelo gr/cm^3 , después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	90
A-13	Espacio poroso del suelo en porcentaje, a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	91
A-14	Análisis de varianza de la porosidad del suelo, en porcentaje después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	91
A-15	Humedad volumétrica del suelo en porcentaje, a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	92

Cuadro		Página
A-16	Análisis de varianza de la humedad volu- métrica en porcentaje, después de la -- preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	92
A-17	Espacio aéreo del suelo en porcentaje,- a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	93
A-18	Análisis de varianza para el espacio -- aéreo del suelo en porcentaje, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	93
A-19	Esfuerzo cortante del suelo en kg/cm^2 , a una profundidad de 0-20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Tal- pa, La Paz, 1992	94
A-20	Análisis de varianza del esfuerzo cor- tante en kg/cm^2 , antes de la prepara- ción del suelo. San Luis Talpa, La -- Paz, 1992	94
A-21	Altura de la planta de maíz en mts. Fe- cha del 14 al 25 de mayo. San Luis Tal- pa, La Paz, 1992	95
A-22	Análisis de varianza de la altura de la planta de maíz en mt. San Luis Talpa, La Paz, 1992	95

Cuadro		Página
A-23	Longitud de las raíces de la planta de maíz en mts, fecha del 14 al 25 de mayo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	96
A-24	Análisis de varianza de la longitud de las raíces de la planta de maíz en mts. San Luis Talpa, La Paz, 1992	96
A-25	Promedios del rendimiento bruto del maíz en onzas. Fecha del 14 al 25 de mayo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	97
A-26	Análisis de varianza del rendimiento bruto del maíz en kg/ha. San Luis Talpa, La Paz, 1992.	97
A-27	Penetrabilidad del suelo en kg/cm ² , a una profundidad de 0-20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	98
A-28	Tipos y clases de estructura de suelo .	99

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Efecto de la humedad sobre los dos componentes principales de la consistencia del suelo. Fuente (22)	15
2	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto a la densidad real del suelo -- San Luis Talpa, La Paz, 1992	54
3	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto a la densidad aparente del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	57
4	Interacción de la textura del suelo por método de preparación del suelo en cuanto a la porosidad del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	60
5	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto a la humedad volumétrica del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	62
6	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto al espacio aéreo del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	64
7	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto al <u>es</u> fuerzo cortante y la penetrabilidad del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992	67

Figura		Página
8	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto a la altura de la planta y profundidad de raíces. San Luis Talpa, La Paz, 1992	71
9	Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto a la altura de la planta del maíz. San Luis Talpa, La Paz, 1992	72
10	Interacción de la textura por el método de preparación del suelo, en cuanto a la profundidad de raíces de la planta de maíz. San Luis Talpa, La Paz, 1992.	72
11	Interacción de la textura por el método de preparación del suelo en cuanto al rendimiento bruto del maíz. San Luis Talpa, La Paz, 1992	75
12	Interacción de la textura por el método de la preparación del suelo, en cuanto al rendimiento bruto de maíz. San Luis Talpa, La Paz, 1992	76
A-1	Arado de madera o de palo y sus diferentes partes	100
A-2	Gráfico del arado de vertedera vista lateral	101

Figura		Página
A-3	Gráfico del arado de vertedera vista superior	101
A-4	Arados de rejas o de vertedera de tiro -- animal (arando el suelo)	102
A-5	Forma de distribución de los tratamientos en estudio para las texturas franco arenosas y franco limosa	103
A-6	Plano de ubicación del ensayo en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador	104

1. INTRODUCCION

La producción de granos básicos en El Salvador, está condicionada por la estructura de tenencia de la tierra.

La mayoría de productores de granos básicos en El Salvador son pequeños agricultores con terrenos menores de 10 hectáreas con una topografía accidentada que no pueden ser mecanizados. Por lo tanto la gran mayoría de los agricultores emplean arados de palo tirados por bueyes para preparar la cama de siembra. Con este sistema, la tierra suelta y seca vuelve a caer en el surco y las semillas y fertilizantes quedan en un ambiente para su germinación, resultado de ello es una germinación desigual, un espaciamiento irregular y una mala población y distribución de las plantas.

Por esta razón se vió necesario realizar una investigación encaminada a la obtención de rendimientos óptimos del maíz, utilizando para ello mejores prácticas y técnicas agronómicas en la preparación de la cama de siembra a través del estudio comparativo entre el arado de palo y un arado de vertedera metálico tirado por bueyes, en dos clases de textura del suelo, con el objeto de determinar sus efectos sobre las propiedades físicas del suelo y las características del cultivo.

El ensayo se realizó entre los meses de octubre 1991 a mayo de 1992 (período de secano), en la Estación Experiment

tal y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, utilizando como cultivo indicador el maíz (Zea mays), variedad H-3.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Cultivo de maíz (Zea mays)

2.1.1. Origen

El maíz es originario de América, parte de Bolivia, Perú, Altiplano mexicano. Se cultiva desde hace 1500 -- años.

2.1.2. Distribución

Se le cultiva en todo el mundo, especialmente en las regiones de temperatura bien altas, ocupando el tercer lugar en la clasificación en las plantas mayormente cultivadas después del trigo y el arroz.

2.1.3. Clasificación taxonómica

División	:	Antofitas
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotiledóneas
Orden	:	Gluniforas
Familia	:	Gramíneas
Tribu	:	Maideas
Género	:	<u>Zea</u>
Especie	:	<u>mays</u>
No somáticos	:	Diploides (2n) = 20 cromosomas

El maíz es una planta anual monóica; las flores mascu-

linas nacen primero que las femeninas y forman un racimo de espigas en la punta del tallo (19).

2.1.4. Morfología de la planta

2.1.4.1. Estructura vegetativas

Básicamente, la planta de maíz está constituida por tres estructuras vegetativas que son: raíz, tallo y hojas. La raíz está formada por un sistema radical principal y por raíces adventicias o seminales las cuales además de proporcionar sostén a la planta, son capaces de absorber agua y otras sustancias nutritivas (19, 21).

El tallo lo constituye un eje formado por nudos y entrenudos los cuales varían en número y longitud. La parte principal del tallo es conocida como corona, la cual posee entrenudos muy cortos de los cuales aparece la raíz principal y los brotes laterales (19).

La hoja está constituida de vainas, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta.

La lámina es una banda angosta hasta de 1.5 mts. de largo por 0.10 mts. de ancho y termina en un ápice agudo (19).

2.1.4.2. Estructura reproductiva

La planta de maíz obedece a un mecanismo hormonal de dominancia apical que determina la formación de estructuras reproductivas en orden descendente en el tallo, lo cual ocasiona que se forme inicialmente la panoja, anteras y polen y posteriormente la mazorca (19).

2.1.4.3. Inflorescencia

La planta es hermafrodita y monóica, es decir que tiene los dos sexos en la misma planta pero separados en estructuras diferentes.

El sexo masculino se ubica en la panoja donde se produce el polen. La mazorca constituye el sexo femenino donde cada pistilo o estigma proviene de un óvulo situado en el raquis o tuza (19).

2.1.5. Requerimientos climáticos

El maíz H-3 no es de crecimiento rápido, pero necesita de temperaturas moderadas y con suministro abundante de agua.

El maíz H-3 se adapta tanto a zonas altas como a bajas, es decir, en las zonas costeras (17, 25).

2.1.5.1. Temperaturas

El rango óptimo de temperatura oscila entre los 18.0 °C a 26.0 °C (25).

2.1.5.2. Humedad relativa y precipitación

En cuanto a la precipitación pluvial promedio mensual es de 144.75 mm y humedad relativa de 75%, se cree que -- cuando la temperatura y la radiación son altas y la humedad relativa es baja se produce una mayor evaporación del agua desde la superficie del suelo y también de las hojas. La cantidad de agua que se dispone para el cultivo del -- maíz equivale a la lluvia más la humedad almacenada en el suelo (25).

2.2. Características físicas del suelo

2.2.1. Textura del suelo

La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales específicamente se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar no sólo la facilidad de abastecimientos de nutrientes, si no también agua, aire, tan importantes para la vida de las plantas. Por esta razón, la proporción de los tamaños de los varios grupos de las partículas de un suelo (textura), adquiere tanta importancia. No puede alterarse y, de esta forma, se le considera propiedad fundamental del suelo que determina, en alto grado, su valor económico (12).

La textura es una de las características del suelo -- más importante, debido a que tiene relación estrecha con la mayoría de las demás propiedades físicas del suelo. -

Un suelo de textura gruesa tiene baja capacidad de retención de agua y una elevada permeabilidad; y que un suelo de textura fina, lo contrario; es decir, una alta capacidad de retención de humedad y baja permeabilidad. La presencia de un 50% ó más de partículas de limo son causa - frecuente de que los suelos tengan una baja permeabilidad. También el efecto de las aguas de lluvia percoladas, en - las pérdidas de nutrimentos, es mayor en suelos arenosos que en arcillosos. En estos últimos se presenta menos - lixiviación (5).

2.2.2. Tamaño de agregados del suelo

La estructura del suelo y en la estabilidad laboral estructural por sus relaciones con la erosión, infiltración, penetración de las raíces y capacidad de carga, evalúan la estructura del suelo por los métodos que mejor se correlacionan con factores relativos al uso del suelo.

La "sazón" o madurez de la capa arable del terreno - se define como la capacidad de los gránulos o agregados - para resistir la destrucción por el choque de los aperos, de las gotas de lluvia, o del agua que corroe, de modo que la penetración del agua, la aereación y la penetración de las raíces se mantendrán a niveles favorables. La sazón también implica la retención del agua y la trabajabilidad del suelo, que en gran medida dependen de la textura del -

Cuadro 1. Importancia de la textura del suelo.

	Arenoso	Franco	Franco Limoso	Arcilloso	Agente de agregación	Método de dispersión
Tacto	Aspero	Aspero	Suave	Terronoso o plástico	Tensión super- ficial	Eliminación de aire por movimiento de la muestra en agua o en agua hirvien- do o eliminando el agua.
Identificación	Suelto	Cohesivo	Mancha al tacto	Da rayas brillantes	Calcio y óxidos de Fe y Al.	Disolviendo los agentes agregantes con una solu- ción de HCl.
Drenaje interno	Excesivo	Bueno	Suave	Suave a pobre	Materia orgánica	Oxidación con H ₂ O ₂
Agua disponible para las plantas	Baja	Media	Alta	Alta	Alta concentra- ción de elec- trolitos.	Precipitación, decanta- do o filtrado con suc- ción.
Drawbar Pull	Claro	Claro	Medio	Pesado	Bajo potencial electrocínéti- co.	Remoción del complejo - polivalente reemplazán- dolo con cationes mono- valentes especialmente Li y Na. (Se usa fre- cuentemente metafosfato o carbonato de Na).
Labranza	Fácil	Fácil	Media	Difícil		
Potencial del agua de desagüe	Bajo	Bajo a Medio	Alto	Medio a alto		
Agua de separación	Alta	Media	Media	Bajo		
Agua transportable	Baja	Media	Alta	Alta		
Erosión eólica	Alta	Media	Baja	Baja		

suelo. La estructura del suelo se evalúa determinando el grado de agregación, la estabilidad de los agregados, y la naturaleza del espacio de poros, caracteres que cambian con el laboreo de la tierra y los sistemas de cultivo (5).

En los agregados de los suelos, lo que interesa es la distribución de tamaños, la cantidad, y la estabilidad de los agregados. Estos factores de la agregación son importantes en la determinación de la cantidad y la distribución del espacio de poros asociado con los agregados y la susceptibilidad de éstos al agua y a la erosión eólica (5).

El grado de agregación (cantidad de gránulos), desempeña un papel muy importante en la erosionabilidad del suelo, aumenta la porosidad y, en consecuencia, es mayor la velocidad de la absorción del agua y de la percolación; disminuye la facilidad de dispersión y, por lo tanto, se hace más difícil la suspensión de las partículas haciéndose necesario una mayor velocidad de escurrimiento para el transporte del suelo (12).

2.2.3. Densidad real del suelo

Las partículas de un suelo varían en su composición y en su densidad. La densidad de la fase sólida del suelo es igual a la masa total de los sólidos dividida por --

el volumen total de ellos, de donde se obtiene una cifra promedio (32).

El tamaño y el arreglo de las partículas del suelo no afectan la densidad de partículas. Sin embargo, la materia orgánica la cual pesa mucho menos que un volumen -- igual de sólidos minerales, influencia la densidad de partículas.

Algunos suelos superficiales muy orgánicos pueden exhibir valores de densidad de partículas de 2.8 gr.cm^3 . Los suelos superficiales generalmente poseen densidades de partículas más bajas que los subsuelos. Los suelos orgánicos (Turbosos), presentan valores extremadamente bajos de densidad de partículas (31).

2.2.4. Densidad aparente del suelo *

La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa secada al horno de las partículas del suelo y el volumen total, incluyendo el espacio poroso que ocupan.

La densidad aparente del suelo tienen los siguientes usos : Transforma los porcentajes de humedad gravimétrica del suelo en términos de humedad volumétrica y consecuentemente calcula la lámina de agua en el suelo.

~~Estima el grado de compactación del suelo por medio del cálculo de la porosidad y estima porosidad de la capa arable.~~ Calcula la porosidad total de un suelo cuando se

conoce la densidad de las partículas (5)

La densidad aparente del suelo indica la cantidad de material sólido en un volumen aparente de suelo; por lo tanto, constituye una variable de composición.

Con suelos de Millville, se nota que un aumento de densidad aparente de 1.10 a 1.35 gr.cm⁻³ dió como resultado un aumento del potencial de agua de -27 a -23 Julios/kg en un suelo franco limoso con un contenido de agua de 23%; y de -46 a -41 Julios/kg con un contenido de agua de 17.5% (12).

Cuadro 2. Densidad aparente de algunos suelos.

TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE gr/cc.		
	Mínima	Media	Máxima
Arenoso	1.55	1.65	1.80
Arenoso franco	1.50	1.55	1.65
Franco arenoso	1.40	1.50	1.60
Franco	1.35	1.40	1.50
Franco limoso	1.32	1.37	1.45
Franco arcilloso	1.30	1.35	1.40
Limoso	1.25	1.30	1.35
Arcillo arenoso	1.25	1.30	1.35
Franco Arcillo limoso	1.20	1.25	1.30
Arcilloso	1.10	1.15	1.20

Fuente : (22).

2.2.5. Esfuerzo cortante del suelo

La resistencia de un suelo a la cortadura es la resistencia máxima de un suelo al movimiento de sus partículas- la resistencia al deslizamiento o resbalamiento del suelo sobre el suelo.

Las fuerzas que resisten el esfuerzo cortante son las de fricción y cohesión internas o intergranulares (5).

El estudio de la deformación del suelo es más complicado que el de la deformación de metales, por su naturaleza granular, por ser tridimensional y por su capacidad de cambiar su consistencia con los cambios de humedad.

La deformación o falla de un material no se provoca cuando las magnitudes de los esfuerzos normales y de los esfuerzos tangenciales alcanza un valor limitante separadamente, sino cuando se producen combinaciones críticas de valores limitantes de los dos tipos de esfuerzos. La falla del material se debe mayormente al corte, pero el valor limitante del esfuerzo cortante que provocaría el corte, depende del valor del esfuerzo normal asociado con el esfuerzo cortante en el plano del cuerpo del suelo en donde ocurre la falla (32).

2.2.6. Penetrabilidad del suelo *

La resistencia de un suelo a la penetración de un instrumento de sondeo es un índice integrado de la compactación de un suelo, contenido de humedad, textura y tipo

de mineral de arcilla. Es una determinación que implica la consistencia y la estructura del suelo. La cantidad de penetración por unidad de fuerza aplicada a un suelo determinado varía con la forma y tipo de instrumento empleado (22, 32).

2.2.7. Consistencia del suelo

A medida que la concentración del suelo en el sistema suelo-agua para que la masa no fluya libremente, entran en juego las fuerzas de cohesión y adhesión.

El concepto de consistencia del suelo comprende las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión que obran dentro del suelo a diferentes constantes de humedad. Estas manifestaciones son: 1) El comportamiento ante la gravedad, la presión, el empuje y la atracción; 2) la tendencia de la masa del suelo para adherirse a cuerpos extraños; 3) la sensación del tacto del dedo del observador. Según esta definición el concepto de consistencia del suelo incluye la resistencia a la compresión, resistencia al esfuerzo cortante, friabilidad, plasticidad y glutinocidad, propiedades que se manifiestan de modo diferente según varían las fuerzas de cohesión y adhesión en la masa del suelo (5).

La consistencia del suelo es una de las características más sobresalientes, pero de las más difíciles de me-

dir. El término describe la respuesta del suelo a fuerzas externas tendientes a deformarlo. Presiones aplicadas pueden causar flujo, fractura o compresión del suelo. La naturaleza y la extensión de la deformación dependen de : 1) La clase de suelo; 2) su condición física; 3) el contenido de agua; 4) la magnitud de la fuerza aplicada; 5) la manera en que la fuerza se aplica.

La humedad afecta la consistencia del suelo. La mayoría de los suelos son adhesivos y suaves cuando se saturan; en ese estado pueden deformarse fácilmente con la influencia de fuerzas externas o bajo su propio peso. Cuando el suelo está seco resiste la deformación y puede ser lo suficientemente firme para soportar grandes fuerzas. - (32).

La adhesión se define como la atracción de la fase líquida sobre la superficie de la fase sólida.

Las moléculas de agua pueden adherirse a la superficie de las partículas del suelo o a los objetos puestos en contacto con el suelo.

La cohesión en los suelos es la unión entre partículas debida a las fuerzas de atracción mútua que surgen de mecanismos fisicoquímicos. Estas fuerzas de unión pueden ser: 1) fuerzas de Vander Waals que son inversamente proporcionales al cubo de la distancia entre las partículas; 2) -- atracción electrostática entre superficies de arcilla cargadas negativamente y bordes de arcilla cargados positiva-

mente; 3) unión de las partículas entre sí mediante puentes catiónicos; 4) efecto conectante de la materia orgánica, de los óxidos y carbonatos de aluminio y hierro y otras sustancias; 5) tensión superficial de los meniscos en las interfases aire-agua que siempre existen en una arcilla no saturada. La cohesión en suelos mojados tiene lugar entre las moléculas de la fase líquida como puentes o películas entre las partículas adyacentes (5).

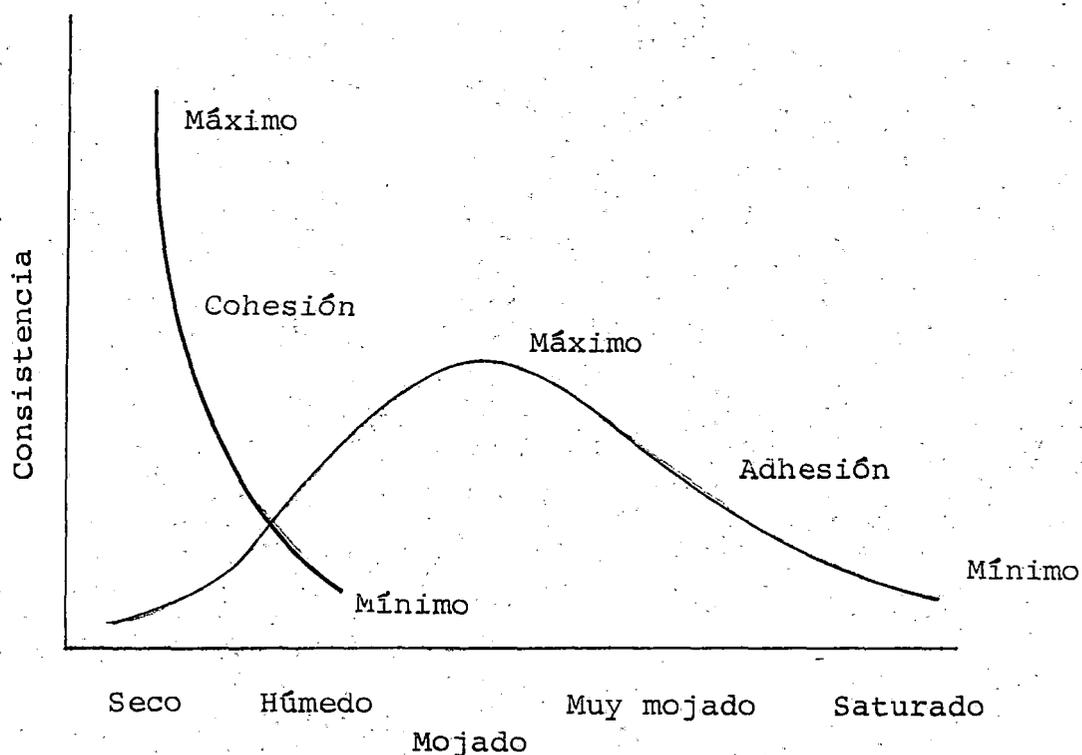


Figura 1. Efecto de la humedad sobre los dos componentes principales de la consistencia del suelo. Fuente : (22).

2.2.8. Consistencia de los suelos húmedos y mojados

La friabilidad es la facilidad que el suelo tiene a

desmenuzarse. El estado de humedad en que los suelos son friables son los que poseen mejor estado de agregación -- (mejor textura para el cultivo). Los gránulos individuales son blandos; la cohesión es mínima existe la humedad suficiente entre las partículas para minimizar el efecto cementante que domina en la zona de consistencia bronca. Por otra parte, no hay agua suficiente para la formación de películas en los contactos entre las partículas y producir la cohesión existente en el estado plástico.

Los gránulos se mantienen probablemente unidos, en parte al menos, por la orientación de las moléculas de agua - entre las partículas individuales y los cationes intercambiables. Tal sistema de enlaces está compuesto de partículas unidas a moléculas de agua orientadas hacia los cationes intercambiables.

Las partículas coloidales en este contenido de humedad están ordenadas al azar, lo que contribuye a la friabilidad con bajo contenido de humedad (5).

La plasticidad se ha definido como "La propiedad que - permite a la arcilla cambiar su forma sin romperse - cuando se le somete a un esfuerzo de formación" (5).

2.2.9. Consistencia de suelos secos

La consistencia de los suelos incluye un estado semisólido. El contenido de humedad por debajo del cual el suelo cesaba de contraerse fue llamado límite de contrac-ción. Representa el límite inferior de humedad del estado de consistencia semisólida, el cual equivale aproximadamente a la consistencia Mollar.

La fuerza que provoca la contracción surge de las tensiones formadas en las interfaces aire-agua sobre la super-ficie del sistema suelo-agua. La evaporación en la super-ficie del suelo retira agua del seno de éste, de lo que re-sulta el acercamiento mutuo de las partículas, contracción que es proporcional al volumen de agua eliminado. Finalmen-te se llega a un punto en el cual existe interacción entre las partículas. Una nueva contracción es causada por la compresión, y una nueva orientación de las partículas es el resultado del aumento de tensión superficial en las interfaces aire-agua que han penetrado entre los poros más pequeños de la masa del suelo a medida que el aire reemplaza las porciones de agua eliminada debido a la evapora-ción del agua del suelo (5).

2.3. Labores para la preparación del suelo

Para la obtención de una buena preparación del sue-lo se hace necesario modificar las condiciones del suelo hasta conseguir la más formidable para la germinación de

la semilla y crecimiento de las plantas (26).

2.3.1. Aradura del suelo

La labor de aradura tiene por objeto aflojar, voltear y remover la tierra, y con estas operaciones, enterrar a la vez la vegetación y la materia fertilizante que haya en la superficie, a fin de mejorar las propiedades físicas del suelo (16).

Cuando la humedad es alta, el suelo adquiere plasticidad de modo que admite grandes deformaciones antes de la ruptura. Cuanto más elevado es el contenido de humedad, tanto mejor se aprecia la continuidad de la banda de tierra volteada (5).

La profundidad de trabajo de la aradura dependerá en gran medida del porcentaje de humedad del suelo. Ya que al realizar las labores de aradura en época seca se requiere una mayor potencia de fuerza de tiro y viceversa (27).

2.4. Arados de tiro animal

De todas las labores campestres, la que se hace con arado de tiro animal es la que exige el mayor empleo de fuerza de tiro por consiguiente, la que determina la extensión de tierra que un agricultor puede cultivar con la mano de obra o los animales de tiro de que disponga (16).

Los aperos de tiro animal, para labrar la tierra tienen por objeto ayudar a los agentes naturales a modificar

las condiciones del suelo hasta conseguir la más favorable para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas; en otros términos: Efectuar un buen laboreo. Estas clases de herramientas se emplean para roturar y voltear el suelo, para regular su humedad, temperatura y aireación, combatir las plagas y las malas hierbas y enterrar plantas y otras materias que aumenten la fertilidad del suelo (16).

2.4.1. Arado tradicional de madera o de palo

El arado más antiguo del mundo es de la edad de Bronce, aproximadamente del año 1500 A.C.; encontrándose en -- Walle, Frisia Oriental. Al referirse al arado y la aradura nos dice que por cientos de años los hombres han encontrado que para el desarrollo sucesivo de los cultivos, en una misma área del terreno, es necesario cultivar el suelo. Las primeras preparaciones de tierras fueron hechas con un puntudo pedazo de madera y tirado por hombres o por bueyes y es a partir de esta primitiva forma, de donde se ha desarollado el moderno arado y las técnicas de arar (29).

Los implementos de tracción animal han tenido y tendrán importancia, dado que ellos, la naturaleza de la agricultura es tan diversa y elástica, que puede conseguirse una -- abundante producción mediante una variedad de sistemas. - Por consiguiente, la mecanización de la agricultura no hará innecesarios los métodos manuales, sino que habrá siem-

pre campo para un perfeccionamiento de ambos sistemas.

Lo escrito directamente sobre el arado de madera se puede decir que es relativamente poco. El arado de madera rompe la tierra, pero no voltea para incorporar los rastros. El "rompido" y el "cruzado" del campesino ya no es lo que exige el suelo para dar mejores frutos. Se utilizan a menudo dos animales para trabajar la tierra (29).

Este tipo de arado de palo o de madera sólo rompe el suelo pero no lo voltea. El diseño también no requiere de gran cantidad de fuerza de tiro, el ancho de trabajo son menores que el arado de vertedera (27).

2.4.3. Arado de vertedera

Los arados de rejas de tiro animal constan normalmente de un solo cuerpo, porque la potencia requerida para cortar, levantar y voltear un prisma de tierra exige a menudo el empleo de dos o tres animales. Pero en la actualidad existen diseños más liviano que pueden trabajar con sólo un animal. Para un volteo adecuado, el prisma de tierra debe tener un ancho igual a 1.4 veces la profundidad de trabajo. En el caso de una aradura a una profundidad de trabajo de 25 cms, el ancho del prisma debe ser de aproximadamente 1.4×25 , ó sea 35 cms. La sección transversal del prisma es por eso igual a $25 \times 30 \text{ cm}^2$, ó sea 7.5 dm^2 .

Los suelos arcillosos exigen para su aradura un tiro de aproximadamente de 80 kg por dm^2 de sección del prisma de tierra. Por consiguiente, el tiro de un arado de un cuerpo será más o menos igual a $7.5 \text{ dm}^2 \times 80 \text{ kg} = 600 \text{ kg/dm}^2$, requerida por cada animal sería de 300 kg/dm^2 .

Lo anterior implica que una buena aradura sólo se logra cuando el productor dispone de suficiente fuerza de tiro, porque no se puede reducir el ancho de prisma de tierra y tampoco la profundidad del trabajo (23).

Estos arados de una sola vía tienen un cuerpo que mueve el prisma hacia la derecha. Se llaman cuerpos derechos. (20).

La importancia de la reja como parte del cuerpo del arado, la señala mediante la siguiente frase: "El arado es lo que son sus rejas" (24).

Su función consiste en provocar, mediante la realización de un corte horizontal del suelo, la formación e iniciación del rebatimiento de la gleba o prisma de tierra, que será completado por la vertedera. Desde el punto de vista funcional, la vertedera no es más que la continuación de la reja. Bajo el aspecto orgánico son dos piezas diferentes, en razón de la mayor frecuencia con que se repone esta última.

Su forma más corriente de la reja es la de un trapecio rectangular, con su base mayor dispuesta por adelante e inclinada con relación a la dirección de marcha del imple

mento. Dicha inclinación se explica teniendo en cuenta - que el mayor porcentaje del esfuerzo total de tracción se invierte en efectuar el corte horizontal del suelo que dará origen a la gleba. "El arado de vertedera Promech", es un implemento de tracción animal construido de hierro, produce una buena aireación del suelo por efecto del volteo a la vez cubre la maleza e incorpora abonos verdes, residuos de cosecha y estiércol, ayudando así a mejorar - la estructura física y las condiciones químicas del suelo (11).

La unidad de trabajo del arado de vertedera lo constituye el cuerpo del arado, cuya misión es la de cortar y voltear un prisma de tierra. Según el estado de humedad del suelo se obtienen diferentes formas de fragmentación, cuando está el suelo muy seco se producen terrones muy -- grandes dada la elevada cohesión, la fragmentación se lleva a cabo casi en su totalidad en la zona de la reja de manera que la incidencia de la vertedera se reduce al volteo y la formación de tierra fina. Por fricción de los terrones con la superficie interna de dicha pieza. El arado de vertedera es el apero para labores profundas más extendido en nuestro país. Las labores que realiza son :

Inversión de la capa arable y pulverización de la misma cuyos efectos agronómicos puede resumirse en :

- Aumento del volumen de poros.

- Mayor capacidad de almacenamiento de agua.
- Enterramiento de restos orgánicos.
- Enterramiento de parásitos

Otro efecto del volteo es el de elevar a la superficie las capas inferiores y, por lo tanto, los microorganismos que éstas contienen, es discutible si este efecto puede resultar negativo o no sobre la capa arable (7). Esencialmente un arado de vertedera es una cuña en forma de -tiedro con dos planos - horizontal y vertical- perpendiculares entre entre sí, y una superficie curva formada -- por la reja y la vertedera (7).

Los elementos fundamentales son los órganos de trabajo y el bastidor que los soporta.

Cama o bastidor del arado, que es la parte del arado - a la cual sujetan los órganos de trabajo, tienen normalmente forma de "J" girado 90° a la izquierda en el caso de -- arados monosurcos.

- a) Dental o cuerpo del arado. Que es el soporte de los demás útiles.
- b) Reja : Realiza el corte horizontal de prisma de -- tierra. El extremo anterior se denomina "punta" que algunos casos está formado por una pieza independiente que se llama "formón" y el posterior "ala"
- c) Vertedera: Chapa ondulada que verifica el volteo del prisma de tierra. Moderadamente suelen ser de tres ca pas (dura, blanda y dura) y se denomina vertedera --

Triplex, con la ventaja de ser resistentes en las superficies y al mismo tiempo posee una cierta elasticidad.

- d) Resguardador: Platina lateral que absorbe los esfuerzos laterales.
- e) Talón: Extremo del resguardador que apoya en el canto formado por la pared y el fondo del surco (7).

2.4.4. Construcción general y las partes básicas

La construcción de los diferentes arados de vertedera es básicamente similar. Consiste en una armadura llamada "Bastidor o Chasis", que es donde se unen los otros elementos del arado.

La parte operativa consta de una reja, una vertedera, un talón y una cuchilla o disco cortador. Además, el arado está equipado con un sistema de enganche para conectarlo con la fuerza de tiro.

El arado está provisto de manceras o agarraderas, y a menudo también de una rueda guía, que sirve para regular su dirección.

Los elementos básicos de que consta un arado de vertedera son :

- a) Sistema de enganche : Conecta la fuerza de tiro animal al arado.
- b) Regulador de la fuerza de tiro animal.
- c) Chasis o bastidor del arado. Sirve para regular la profundidad de trabajo.

- d) Rueda reguladora. Sirve para regular la profundidad de trabajo.
- e) Soporte principal. Sirve para juntar los elementos del chasis.
- f) Unión de las manceras con el soporte principal.
- g) Manceras o agarraderas. Por medio del chasis el operador guía el arado.
- h) Mecanismo de regulación de la fuerza de tiro animal.
- i) Reja. Corta el fondo del surco y el prisma de tierra.
- j) Vertedera. Levanta, voltea y desmenuza el prisma de tierra. Además, lo mueve transversalmente hacia la derecha en el surco anterior.
- k) Talón. Contrarresta las fuerzas laterales y verticales que actúan sobre la vertedera.
- l) Cuchilla. Corta la pared vertical del surco y del prisma de tierra. En lugar de la cuchilla puede usarse un disco (Ver Figuras A-1, A-2 y A-3).

2.4.4. Ventajas del arado de vertedera

- a) Mejor preparación del suelo, mayor incorporación de materia orgánica, por lo tanto, mejora la fertilidad del suelo.
- b) Mayor control de malezas (incorporación).
- c) Mayor control de plagas (exposición al sol).
- d) Tiempo de trabajo reducido.
- e) Mayor vida útil.

2.5. Labranza del suelo

Varios autores coinciden en definir a la labranza como la manipulación física que se aplica al suelo, con la intención de modificar las características que afectan la germinación de las semillas y las primeras etapas de desarrollo de las plantas. La acción de la labranza tiene por objetivo mejorar las condiciones físicas del suelo; es decir que las labores de preparación tienen como meta principal hacer que el suelo adquiriera las cualidades favorables especialmente en cuanto a aire, agua y consistencia, y que esos son los principales factores que influyen con el desarrollo de los cultivos (18). La primera explicación de los efectos benéficos de las labores de preparación la hizo el agricultor inglés, al afirmar que el "volumen explorado por las raíces de las plantas era mayor cuando se preparaba el suelo". Al haber mayor volumen, hay también mejores posibilidades que la planta tome agua y elementos nutritivos; teniendo entonces mayores posibilidades de desarrollarse. Esta es una de las razones por las cuales la preparación del suelo asociado con procesos combinados de fertilización produce los mejores rendimientos. En los tiempos modernos parece haber disminuido la importancia de la preparación de suelo, debido al alto grado de desarrollo de la industria de fertilizantes, no obstante se debe tener presente que sólo mediante una adecuada preparación del medio, los fertilizantes pueden ser asimilados efectiva-

mente (22).

Se cree que al remover el suelo se favorece la entrada del aire en los espacios aéreos de los agregados, se fomentará una mejor captación de agua de lluvia o de riego, se suavizará el horizonte arable para que los sistemas radiculares de las plantas se desarrollen mejor (4).

Además se ha reportado que la actividad humana, sobre el medio edáfico a través de la labranza, modifica las características físicas y químicas del suelo, afectando también la microflora del mismo (1).

2.5.1. Objetivos del laboreo del suelo

- a) Esponjamiento del suelo, que permite la aireación y almacenamiento de la humedad.
- b) Volteo de la tierra, para que las semillas de malezas, situadas en la parte superior del terreno, se asfixien (enterrándolas) y también para hacer que llegue, incluso a las capas más profundas, el abono mineral que por sí mismo tiene poca tendencia a descender (fosfatos).
- c) Mezcla del tamaño: para que todos los elementos nutritivos aportados artificialmente y existentes por naturaleza e incluso la humedad, puedan distribuirse homogéneamente por todo el volumen del terreno labrado.

En conclusión se puede decir que hay tres propósitos comúnmente aceptados por la labranza :

1. Destruir las malezas
2. Manejo de los residuos de los cultivos.
3. Alterar la estructura del suelo.

Estos objetivos son igualmente aplicables a los sistemas de producción manuales, de tracción animal y de tracción mecanizada. Sin embargo, el método para alcanzar -- esos objetivos varía de unos a otros sistemas (1).

2.5.2. Sistemas de labranza

2.5.2.1. Sistemas manuales

Debido a la escasa energía que se desarrolla, el mullimiento o el volteo del suelo son relativamente superficiales, pero en algunos casos puede llegar a ser hasta de 25 a 35 cms. Con los aperos manuales es difícil la incorporación; por ello, cuando hay gran cantidad de residuos éstos a menudo se queman o se sacan del terreno para darles otra aplicación antes de labrar la tierra, esto no favorece la conservación del terreno.

Los instrumentos manuales o aperos para preparar la superficie de siembra y para combatir las malezas son: azadas, machetes, gradas giratorias, extirpadores de maleza, alomadores, cultivadores y guadañas manuales.

Los cultivos se siembran a mano al voleo; introduciendo las semillas en agujeros o en surcos superficiales -- abiertos con azadas, etc., con sembradoras arrastradas o empujadas a mano (26).

2.5.2.2. Sistemas de tracción animal

Los instrumentos para la labranza primaria con animales se han clasificado en roturadores, roturadores-volteadores y cortadores-volteadores. Los arados roturadores tienen como finalidad primordial esponjar la tierra, los aperos no son eficaces para combatir las malezas o cubrir la vegetación y el estiércol. En consecuencia, su empleo para la labranza limpia se limita a las áreas que no hay residuos vegetales. Los arados-roturadores, esponjan la tierra y voltean o invierten parcial o totalmente la capa superficial del suelo. Existen arados roturadores volteadores de vertedera y de discos. Los arados de discos tienen la ventaja de pasar sobre rocas y las raíces que hay en el suelo sin sufrir daño. Sin embargo, los discos pueden dejar el terreno en condiciones que le hacen muy erosionable, debido a la limitada aspereza o rugosidad de la superficie del suelo y pueden ocasionar la compactación - de éste, si se le emplea cuando existe demasiada agua en el perfil.

Los arados cortadores-volteadores, tienen una cuchilla para cortar el suelo y una vertedera para invertir la capa superficial del mismo. Estos más rompen que cortan el suelo, por lo tanto los arados son más eficaces para suprimir las malezas que el arado roturador-volteador. Una variación del arado cortador-volteador, es que vuelve el suelo en un sentido, constituyéndose en un arado alomador.

La labranza secundaria para preparar la superficie de siembra y combatir las malezas, se puede realizar con gradas y cultivadores arrastrados por animales. Los herbicidas se usan raramente, la siembra se hace a mano con sembradoras arrastradas por animales; las malezas se combaten después de la siembra por medio de cultivadores de tracción animal, por cizalladura manual o por arrancamiento - (26).

2.5.2.3. Sistemas de tracción mecánica con tractores

Los tipos de instrumentos que se utilizan con los tractores pequeños son casi idénticos a los instrumentos arrastrados. Sin embargo, es posible que los tamaños y los métodos de enganche de regulación de la profundidad, etc., difieran considerablemente, además los tractores permiten emplear cultivadores giratorios de tracción mecánica. Los fertilizantes, cuando se emplean, se pueden aplicar con instrumentos especiales, y el estiércol puede extenderse mediante un esparcidor arrastrado por un tractor. Las malezas pueden combatirse con herbicidas en ciertos casos, pero normalmente se combaten mediante labores y por deshierbo manual (26).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Generalidades

3.1.1. Localización del ensayo

El presente estudio estuvo comprendido entre los meses de octubre de 1991 a mayo de 1992, en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Cantón Tecualuya, jurisdicción del municipio de San Luis Talpa, en el departamento de La Paz, a 36 kilómetros de San Salvador, siendo sus coordenadas geográficas $13^{\circ}28.3''$ latitud norte y $89^{\circ}05.8''$ longitud oeste, con coordenadas planas de 261.5 km latitud norte y 489.6 km longitud oeste y una elevación promedio de 50 msnm.

3.1.2. Características del lugar

3.1.2.1. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Koppen, Sapper y Lauer la Estación Experimental pertenece a las zonas climáticas propias de las sabanas tropicales calientes o tierra caliente, cuya clasificación es Awaig.

3.1.2.2. Precipitación

La precipitación promedio anual es de 1723 mm acumulados en su mayor parte durante los meses de mayo a octubre.

3.1.2.3. Temperatura

La temperatura promedio anual es de 26.5 °C registrándose la máxima mensual de 34.2 °C en los meses de febrero a abril, y la mínima media mensual de 29.4 °C en los meses de noviembre a febrero.

3.1.2.4. Viento

La velocidad del viento es de 1.7 en la escala de Beaufort que corresponde de 6-11 km/h. Las ráfagas máximas se registran en los meses de diciembre y enero y las mínimas en junio.

3.1.2.5. Humedad relativa

La humedad relativa promedio mensual es de 74%, registrándose la mínima en el mes de febrero (63%) y la máxima en septiembre (84%).

3.1.2.6. Suelos

De acuerdo con el estudio semidetallado de suelos de la Estación Experimental realizado por el Departamento de Suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en el año de 1975; se diferencian tres grandes grupos de suelos: a) aluviales; b) regosoles; y c) litosoles.

3.1.2.7. Topografía

La topografía predominante es desde plana hasta ligeramente inclinada, no llegando a superar el 12%, pero se pueden encontrar algunas zonas con topografía ondulada.

3.2. Localización y caracterización del sitio de ensayo

El ensayo se realizó en los lotes "La Bomba" y "La Manga" de la Estación Experimental cada uno con una de las texturas evaluadas en el ensayo.

Según Cañas Reyes, V.M. y Osorio Torres, M.J. (9), las características del perfil No. 2, que corresponde al lote "La Bomba", pertenecen el suelo que se encuentran en planicies aluviales; sin disección y relieve plano. Las pendientes predominantes tienen muy poco peligro de ser inundados. El drenaje externo es moderadamente bueno.

Esta área pertenece al grupo de los regosoles aluviales. La textura predominante del perfil es de franco limoso en los estratos inferiores, presenta un color café oscuro y una consistencia de firme a suelta con una estructura maciza. El drenaje interno del perfil es moderadamente bueno, con una velocidad de infiltración baja, pero con una permeabilidad moderada. Por lo tanto, la capacidad de retención de agua es baja y bajos contenidos de materia orgánica en los dos primeros estratos.

La cobertura de este sitio es maíz, pepino, y pasto. -

En la época seca utiliza riego por aspersión y goteo.

Cuadro 3. Características físicas y de fertilidad del perfil de suelo en el área de ensayo.*

Profundidad	Textura	pH	Intercambio catiónico (meq/lt)	% Na intercambiable	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)
0. 0-0.12	FL	5.6	18.50	3.78	1.79 B	10 B	203 A
0.13-0.32	F	5.9	26.00	3.34	0.96 B	27 A	+200 A
0.32-0.45	FA	6.3	26.00	3.07			
0.45-0.68	FA	6.5	16.00	3.12			
0.68-1.50	FL	6.5	29.00	2.65			

A = Alto. B = Bajo
Fuente : (9).

* : Tomado de los resultados reportados por Cañas Reyes, V.M. y Osorio Torres, M.J. (1991), correspondiente a la descripción del perfil No. 2 (9).

Las características del perfil No. 5 a la cual pertenece el área del ensayo para el Lote "La Manga", son la textura de franca media a moderadamente fina friable, no presenta ningún tipo de restricción en cuanto a la profundidad efectiva. Tanto la infiltración y la permeabilidad son buenas; esta última se presenta de moderada a rápida

Los requerimientos de agua son medios ya que presenta una capacidad de retención de agua aprovechable mayor de 15 cm a una profundidad de 1.20 m.

Cuadro 4. Características físicas y de fertilidad del -- perfil en el área de ensayo.* /

Profundi dad	Textu ra	pH	Intercam bio catión ico -- (meg/lt)	% Na cam biable	Materia orgáni ca (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)
0. 0-0.12	FL	7.2	18.00	2.11	0.83 B	49 A	+ 200 A
0.12-0.30	F	7.6	20.00	3.23	1.93 B	48 A	+ 200 A
0.30-0.44	F	7.4	20.50	20.50	4.94		
0.44-0.63	F	7.2	20.50	6.58			
0.63-1.00	FL	6.9	16.50	7.81			

A = Alto.

B = Bajo

Fuente : (9).



* / Tomado de los resultados reportados por Cañas Reyes, V.M. y Osorio Torres, M.J. (1991), correspondiente a la descripción del perfil No. 5.

3.3. Metodología estadística

3.3.1. Diseño estadístico

El diseño estadístico empleado fue el de parcelas divididas con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

Los factores en estudio fueron:

Parcela grande : Texturas

- Textura franco arenosa

- Textura franco limosa

Parcela pequeña: Métodos de laboreo

- Método tradicional (testigo) el cual consiste en el --

uso del arado de palo tirado por bueyes para la preparación del suelo.

- Método innovado el cual consiste en el uso de arado de reja y vertedera metálica tirado por bueyes.

3.3.1.1. Tratamientos en estudio

Los tratamientos evaluados fueron producto de la combinación de los 2 factores en estudio, los cuales quedaron definidos de la siguiente forma :

- T₁ : Método tradicional en textura franco arenosa
- T₂ : Método innovado en textura franco arenosa
- T₃ : Método tradicional en textura franco limosa
- T₄ : Método innovado en textura franco limosa

La distribución en el terreno se hizo al azar y se muestra en la Figura A-5.

Las unidades experimentales contaron con una superficie de 64 m² (8 m x 8m) en las que se efectuaron 10 surcos de 8 metros de largo cada uno, de los cuales, para evitar el efecto de orilla, solamente se cosecharon los 6 surcos centrales, a la vez que se eliminó un metro por extremo de cada surco, quedando un área útil de 36 m² (6 m x 6 m).

3.2.2. Variabes evaluadas

Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, peso de elote, profundidad de raíz, densidad aparente, densidad real, espacio poroso, humedad volumétrica, espacio

aéreo, tamaño de agregados, esfuerzo cortante y resistencia a la penetrabilidad del suelo.

3.3.3. Modelo estadístico

El modelo estadístico empleado fue el siguiente :

$$Y_{ijk} = U + R_i + P_j + \overline{(R^*P)_{ij/a}} + SK + \overline{(P^*S)_{jk}} + \overline{(R^*S)_{ik}} + \overline{(R^*P^*S)_{ijk/b}}$$

Donde :

- Y_{ijk} = Cualquier observación de la unidad experimental.
- U = Promedio sobre el cual está girando cualquier valor del experimento
- R_i = Efecto de la i-ésima repetición.
- P_j = Efecto de la j-ésima parcela principal.
- $(R^*P)_{ij}$ = Error (a) entre parcelas principales.
- SK = Efecto de la k-ésima subparcela
- $(P^*S)_{jk}$ = Efecto de la interacción de la parcela principal "j" * subparcela "k".
- $(R^*S)_{ik} + (R^*P^*S)_{ijk}$ = Error (b) entre subparcela.

3.3.4. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó análisis de varianza y gráficos.

3.4. Toma de datos

Para obtener condiciones similares del suelo se aplicó una lámina de riego de 1/2 hora, 24 horas antes de tomar los datos.

3.4.1. Textura del suelo

Fue la primera acción de toma de datos del ensayo, para ello el método utilizado para determinar la textura del suelo en ambos lotes fue el tacto. Realizándose treinta días antes de iniciar las labores de preparación del suelo.

3.4.2. Tamaño de agregados del suelo

Posterior a la labor de aradura, se tomaron los terrones dejados por la labor en el terreno, los cuales se procedieron a medir con una cinta métrica, cuyas medidas se reportan en milímetros, para ello se tomaron 3 terrones por metro cuadrado y se procedió a medir.

3.4.3. Densidad aparente del suelo

Previamente a la preparación del suelo se determinó la densidad aparente del suelo, en las dos zonas en estudio, realizándose posterior a la preparación otra determinación.

La densidad aparente se determinó utilizando el cilindro muestreador Ulhand de volumen conocido, con el cual se extrajeron las muestras a las profundidades de 0-20 cm y de 20-45 cm. En cada una de las unidades experimentales, obteniéndose en total 24 muestras.

Posteriormente las muestras se colocaron en bolsas -- plásticas que se rotularon e identificaron respectivamente. Luego se trasladaron al laboratorio donde se depositaron en latas de aluminio, procediéndose a la determinación del peso de suelo húmedo colocándose las --

muestras en estufa durante 24 horas a una temperatura cons
tante de 105 °C con el objeto de determinar la masa del -
suelo seco; calculándose la densidad aparente a través de
la siguiente fórmula :

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Masa de suelo seco}}{\text{Volumen del cilindro}} : (\text{grs/cm}^3)$$

$$\text{Volumen del cilindro} = 137.41 \text{ cm}^3$$

3.4.4. Densidad real

Con las muestras obtenidas del suelo secado al horno para la determinación de la densidad aparente se tomaron - 10 gramos de cada una de ellas, procediendo a determinar - la densidad real del suelo por medio del método del picnómetro, utilizándose agua destilada como líquido. Posterior mente se agregó con un embudo 10 gramos de suelo seco en cada uno de los picnómetros, luego se procedió a obtener el peso de los picnómetros más muestra de suelo seco, utilizándose las fórmulas que a continuación se detallan, para el cálcu lo de la densidad real:

- 1) Peso del picnómetro
- 2) Peso del picnómetro + suelo
- 3) Peso de suelo = 2 - 1
- 4) Peso del picnómetro + suelo + agua agregada.
- 5) Peso de agua agregada = 4-2
- 6) Peso de picnómetro + agua
- 7) Peso de agua = 6-1

- 8) Peso de agua desplazada = 7-5
- 9) Conversión de peso de agua desplazada a volumen = $V_a =$
Peso de agua desplazada/densidad del agua.
Densidad del agua = 1 gramo/cm³
- 10-Densidad real del suelo = peso del suelo/volumen de
agua desplazada.

Nota : El volumen de agua desplazada es igual o corresponde
de al volumen de sólidos del suelo.

3.4.5. Espacio poroso del suelo

Luego de obtenerse los resultados de la densidad aparente del suelo y la densidad real de los dos tipos de textura de suelo (franco arenoso y franco limoso) se realizaron los cálculos con la siguiente fórmula, para obtener el espacio poroso del suelo.

$$\text{Porcentaje total de poros} = \left[1 - \frac{\text{densidad aparente/}}{\text{densidad de las partículas}} \right] \cdot 100 : (\%)$$

3.4.6. Humedad del suelo

Con los pesos de suelo húmedo y los pesos de suelo seco de cada una de las muestras obtenidas en el procedimiento de la densidad aparente, se procedió a realizar los cálculos con las siguientes fórmulas para la humedad del suelo :

Porcentaje de la humedad volumétrica = $\frac{(\text{peso de suelo húmedo} - \text{peso de suelo seco})}{\text{peso de suelo seco}} * 100.$

3.4.7. Espacio aéreo del suelo

Para obtener el espacio aéreo del suelo se utilizó - la siguiente fórmula :

Porcentaje del espacio aéreo del suelo = % porosidad total - % humedad volumétrica.

3.4.8. Esfuerzo cortante del suelo

Después de la preparación de los lotes de distinta - textura se procedió a determinar el esfuerzo cortante del suelo en cada una de las unidades experimentales (12 unidades experimentales).

A una profundidad de 0-20 cms, que es la capa arable del suelo, se realizaron círculos de 10 cms. de diámetro en cada una de las unidades experimentales. Posteriormente se utilizó el aparato de torción con cuchillas "Torvane", el cual tiene un diámetro de 2.54 cms, 8 cuchillas y una - profundidad de 0.494 cms., este aparato determina el esfuerzo cortante del suelo (kg/cm^2).

3.4.9. Penetrabilidad del suelo

Dentro de los círculos de 10 cms. de diámetro realizado previamente a una profundidad de 0-20 cms, en todas las

unidades experimentales de los dos tipos de textura (franco arenoso y franco limoso), se determinó la penetrabilidad del suelo, utilizando el aparato penetrómetro estático, el cual posee un pistón de acero inoxidable de 5 mm de diámetro, con una línea circunscrita de color rojo en el pistón, localizada en el extremo inferior del pistón. Luego se procedieron a tomar las lecturas haciendo penetrar la punta del pistón hasta la marca y se tomaron las lecturas en kg/cm^2 .

3.4.10. Consistencia del suelo

El material utilizado para determinar la consistencia del suelo se obtuvo de las muestras que se utilizaron para la densidad aparente y la densidad real de los tipos de textura de suelo (franco arenoso y franco limoso) a una profundidad de 0-20 cms. Posteriormente las muestras de suelo se colocaron en bandejas de acero inoxidable de 30 cms. de largo, 21.5 cms. de ancho y 3 cms. de altura.

3.4.11. Consistencia en mojado

3.4.1.1.1. Adhesividad

Se colocaron las muestras en las bandejas de acero inoxidable de los tipos de textura de suelo (franco arenoso y franco limoso), luego se procedió a mojar el suelo con una pizeta hasta que el suelo queda a capacidad de campo o ligeramente por encima de ésta. La adhesividad se determinó

notando la adherencia del material cuando se presiona entre el pulgar y el dedo índice.

3.4.1.1.2. Plasticidad del suelo

Se obtuvieron las muestras de las bandejas de acero inoxidable de los tipos de textura de suelo (franco arenoso y franco limoso). Se determinó el grado de plasticidad, cuando se arrolla el material de suelo entre el pulgar y el dedo índice.

3.4.12. Consistencia en húmedo del suelo

Se obtuvieron las muestras de las bandejas de acero inoxidable de los tipos de textura de suelo (franco arenoso y franco limoso). Luego se procedió a mojar el suelo con una pizeta, hasta que queda entre suelo seco al aire y a capacidad de campo. El grado de consistencia en húmedo se determina intentando desmenuzar entre el pulgar y el dedo índice una masa de suelo, que se encuentra ligeramente húmedecida.

3.4.13. Consistencia en seco del suelo

Se obtuvieron las muestras en las bandejas de acero inoxidable de los tipos de textura de suelo (franco arenoso y franco limoso). El grado de consistencia en seco se determina tratando de romper una masa de suelo seco al aire entre el dedo pulgar y el dedo índice.

3.5. Parámetros de la planta

3.5.1. Altura de la planta, profundidad de raíces y peso del elote por tratamiento

La toma de estos datos fue obtenida del área útil de cada tratamiento (36 m²), y fueron realizados a los 45 -- días de sembrado. Para ésto, se procedió a seleccionar 10 plantas por tratamiento, al azar.

Para la medición de la altura: Se realizó colocando - una regla graduada de 3 mts., desde la base del tallo hasta el cogollo de la planta.

Para la medición de la profundidad de raíz, se realizó utilizando una cinta métrica de 10 mts, se midió desde la base del tallo hasta la cofia de la raíz principal.

Para el peso del elote, se realizó utilizando una balanza, pesando cada elote en libras, y luego haciendo la conversión a kilogramos para calcular el rendimiento de elote en kg/ha.

3.6. Metodología de campo

3.6.1. Preparación del terreno

El área del experimento fue de 768 m², para su preparación se efectuaron un paso de arado de tiro animal, para esta labor se utilizaron dos tipos de arado (arado de palo de tiro animal y arado de vertedera de tiro animal); con el mismo arado de palo se surqueó el terreno, a una profundidad de 10 a 25 cms, con un distanciamiento entre surcos de 80 cms.

3.6.2. Siembra y variedad utilizada

La siembra se realizó entre los días del 13 al 16 de marzo de 1991. Esta labor se llevó a cabo en forma manual (chuzo), los distanciamientos de siembra entre plantas fue de 25 cms (4 plantas por metro lineal), y un distanciamiento entre surcos de 80 cms, depositándose 3 semillas por postura y la variedad utilizada fué maíz H-3.

3.6.3. Fertilización

Para la fertilización se utilizó fórmula 20-20-0 a la siembra, con dosis de 2188 lbs/mz; y una segunda fertilización a los 25 días después de la siembra con sulfato de amonio; y una tercera aplicación con urea antes de la floración del maíz.

3.6.4. Riego

Se utilizó riego por aspersión, con una frecuencia de dos riegos por semana en ambos lotes.

3.7. Labores culturales

3.7.1. Raleo

El raleo se llevó a cabo a los 25 días después de la siembra, con esta labor se eliminaron las plantas con síntomas de raquitismo, se dejaron las plantas más vigorosas.

3.7.2. Control de malezas

El control se llevó a cabo en forma manual, utilizando una pala cada 10 días, hasta los 35 días de sembrado el maíz.

3.7.3. Aporco

El aporco se llevó a cabo a los 25 días de sembrado el maíz que coincidió con la segunda fertilización. Esta labor se realizó con el objeto de cubrir el fertilizante, eliminar malezas y darle mayor firmeza a la planta.

3.8. Cosecha

Para realizarla se hicieron muestreos diarios en todos los tratamientos a partir de los 90 días. La cosecha se realizó diariamente a partir de los 92 días de sembrado el cultivo y finalizó a los 97 días. La cosecha se hizo en elote.

Cuadro 5. Parametros físicos del suelo y fisiológicos de la planta de los dos tipos de textura de suelo, San Luis Talpa, La Paz, 1992.

Parametros físicos	Textura F. arenosa		\bar{x}	Textura F. limosa		\bar{x}
	T1	T2		T3	T4	
Densidad real (gr/cm ³)	1.908	2.048	1.978	1.549	1.655	1.602
Densidad aparente I (gr/cm ³)	1.320	1.240	1.280	1.130	1.310	1.220
Densidad aparente II (gr/cm ³)	0.94	0.80	0.87	0.87	0.96	0.915
Espacio poroso I (%)	30.67	38.37	34.52	26.76	25.11	25.935
Espacio poroso II (%)	50.5	60.4	55.45	43.22	46.35	44.79
H. Volumétrica I (%)	13.160	14.50	13.83	22.00	19.07	20.535
H. Volumétrica II (%)	29.07	32.35	30.71	25.08	25.93	25.505
Espacio aéreo I (%)	17.51	23.87	20.69	4.77	6.48	5.625
Espacio aéreo II (%)	25.59	28.09	26.84	18.14	15.80	16.97
Esf. cortante I (Kg/cm ²)	2.23	1.96	2.09	1.71	1.57	1.64
Penetrabilidad I (Kg/cm ²)	3.92	3.97	3.94	—	—	—
Parametros fisiológicos						
Altura de la planta (mts)	1.80	1.77	1.785	1.30	1.22	1.26
Long. raíz (mts)	0.226	0.226	0.226	0.190	0.173	0.181
Rendimiento bruto (qq/Ha)	47.22	50.52	48.87	37.80	42.14	39.97

NOTA : I = Antes de la preparación del suelo
 II = Después de la preparación del suelo

FUENTE : Propia

T1 = Arado de palo
 T2 = Arado de vertedera
 T3 = Arado de palo
 T4 = Arado de vertedera

Cuadro 6. Determinación de la textura, tamaño de agregados, consistencia en mojado, húmedo, seco al tacto. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Trat. Prof. 0-25 cms.	Textura	Tamaño de agregados (mm)	Consistencia mojado		Consistencia húmedo	Consistencia seco
			Adhesividad	Plasticidad		
T ₁ x	Franco arenoso	50 a 10	1-ligeramente adherente	1-ligeramente plástico.	1-Muy friable	1-blando débil coherencia.
T ₂ x	Franco arenoso	50 a 10	1-ligeramente plástico	1-ligeramente plástico	1-Muy friable	1-blando débil coherencia.
T ₃ x	Franco limoso	5 a 10	2-adherente	2-plástico	2-friable	2-ligeramente duro
T ₄ x	Franco limoso	5 a 10	2-adherente	2-plástico	2-friable	2-ligeramente duro

4. RESULTADOS

4.1. Parámetros de las propiedades físicas del suelo

El análisis de varianza general mostró que no existen diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones a una probabilidad del 5%, y se detallan (Cuadro 5) para las propiedades físicas del suelo siguientes: Densidad aparente (grs/cm^3), antes de la preparación del suelo a una profundidad de 0-20 cms, posterior a las labores de preparación del suelo a una profundidad de 0-20 cm de profundidad porosidad (%) a una profundidad de 0-20 cm antes de las labores de preparación del suelo, porosidad (%) a una profundidad de 0-20 cms, posterior a las labores de preparación del suelo, humedad volumétrica (%) a una profundidad de 0-20 cms, antes de las labores de preparación del suelo, humedad volumétrica (%) a una profundidad de 0-20 cm posterior a las labores de preparación del suelo, espacio aéreo (%) a una profundidad de 0-20 cm antes de las labores de preparación del suelo, espacio aéreo (%) a una profundidad de 0-20 cms, posterior a las labores de preparación del suelo.

Los valores del esfuerzo cortante (kg/cm^2) obtenidos de las pruebas realizadas antes de las labores de preparación del suelo se presentan en el Cuadro A-20. El análisis de varianza muestra una diferencia significativa al 1% de probabilidad entre tipos de aperos, no así entre texturas.

El promedio del esfuerzo cortante se detalla en el Cuadro 5, siendo su coeficiente de variación de 6.42%.

Los resultados de las pruebas de los tamaños de agregados, consistencia en mojado, húmedo, y seco obtenidos antes de la preparación del suelo son los siguientes: Textura franco arenosa; tamaño de agregados: (10-50 mm); consistencia en mojado: Adhesividad (1): ligeramente adherente, plasticidad (1): ligeramente plástico; consistencia en húmedo (1): muy friable; consistencia en seco (1): blando débil coherencia y friabilidad: se deshace en polvo.

Textura franco limosa, tamaño de agregados: (5 a 10 mm), consistencia en mojado: Adhesividad (2): adherente, plasticidad (2): plástico, consistencia en húmedo (2): friable, consistencia en seco (2): ligeramente duro. (Cuadro 6, A-28).

4.2. Parámetros del cultivo

En el análisis de varianza realizado para altura de planta se observó que sí existe diferencia significativa al 5% de probabilidad entre texturas y no significativo entre implementos, como se observa en los Cuadros A-22, A-24, A-26).

En el Gráfico 8, se observan que las mayores alturas alcanzadas por el cultivo fueron T_1 de 1.80 mt, T_2 de 1.77 mt, con un coeficiente de variación de 5.30% (Cuadro A-22).

Al realizarse el ANVA para la profundidad de las raíces

se determinó que no existe diferencias significativas, tanto en las texturas, como en los métodos de preparación del suelo, en el análisis realizado se obtuvo un coeficiente de variación de 6.43% (Cuadro A-24).

El análisis de varianza para el rendimiento bruto del cultivo de maíz (kg/ha), demuestra que existe diferencia significativa entre las texturas del suelo a un nivel de significancia del 5% de probabilidad, mientras que para los métodos de preparación de suelo no existe diferencias significativas (Cuadro A-26).

En el Gráfico 12, se observa que los mayores rendimientos del cultivo de maíz se obtuvieron en los tratamientos T_1 de 85.86 kg/ha, T_2 de 91.86 kg/ha, con un coeficiente de variación de 9.29% (Cuadro A-26).

5. DISCUSION DE RESULTADOS

En el presente capítulo del trabajo se analizarán los resultados obtenidos, con el propósito de analizar el efecto producido por los métodos de preparación del suelo en los dos tipos de textura, así como también en las propiedades físicas del suelo, los parámetros fisiológicos del cultivo, y en el rendimiento bruto del maíz (Zea mays).

5.1. Propiedades físicas del suelo y sus derivados

5.1.1. Textura del suelo

Para el presente trabajo los datos de textura nos sirven de referencia sobre la clase de suelo en que se desarrolló el ensayo, ya que es una propiedad que no puede alterarse, según Gavande (1972), (12), y de esta forma se le considera propiedad fundamental del suelo, para inferir sobre otras propiedades que sí sufren variaciones ante las labores de aradura, como se discutirá posteriormente.

Según Cañas R. y Osorio T. (1991). (9), ambos perfiles de suelo donde se desarrolló el estudio, son más o menos homogéneas con horizontes muy poco diferentes.

5.1.2. Tamaño de los agregados

Los tamaños de los agregados del suelo solamente se

realizaron al inicio del ensayo (Cuadro 6), posteriormente no se pudieron tomar datos en los dos tipos de textura del suelo. De los resultados obtenidos al inicio del ensayo, - antes de efectuar las labores de preparación del suelo, se observó que el tamaño de los agregados en la textura franco limosa es menor que en la textura franco arenosa con valores de 5-10 mm, y de 50-10 mm respectivamente, lo que indica que los tamaños de agregados están íntimamente relacionados con la textura del suelo, así en un suelo de textura -- franco arenosa de 50-10 mm se favorece la penetración del - agua y en un suelo franco limoso de 5 a 10 mm es lo inverso de lo anterior.

5.1.3. Densidad real

Es un parámetro que se determinó para la obtención del porcentaje de la porosidad, aireación del suelo y no es afectado por las labores de labranza realizados, ya que la densidad real se está refiriendo a la densidad de los sólidos o partículas del suelo (Cuadro 5).

El ANVA de la densidad real del suelo nos demuestra que no existen diferencias significativas para los dos tipos de textura del suelo, teniendo un coeficiente de variación de 8.91% (Cuadro A-2). (Ver Fig. 2²).

El suelo contiene fases sólida, líquida, gaseosa, materia orgánica en descomposición y microorganismos, todas en-

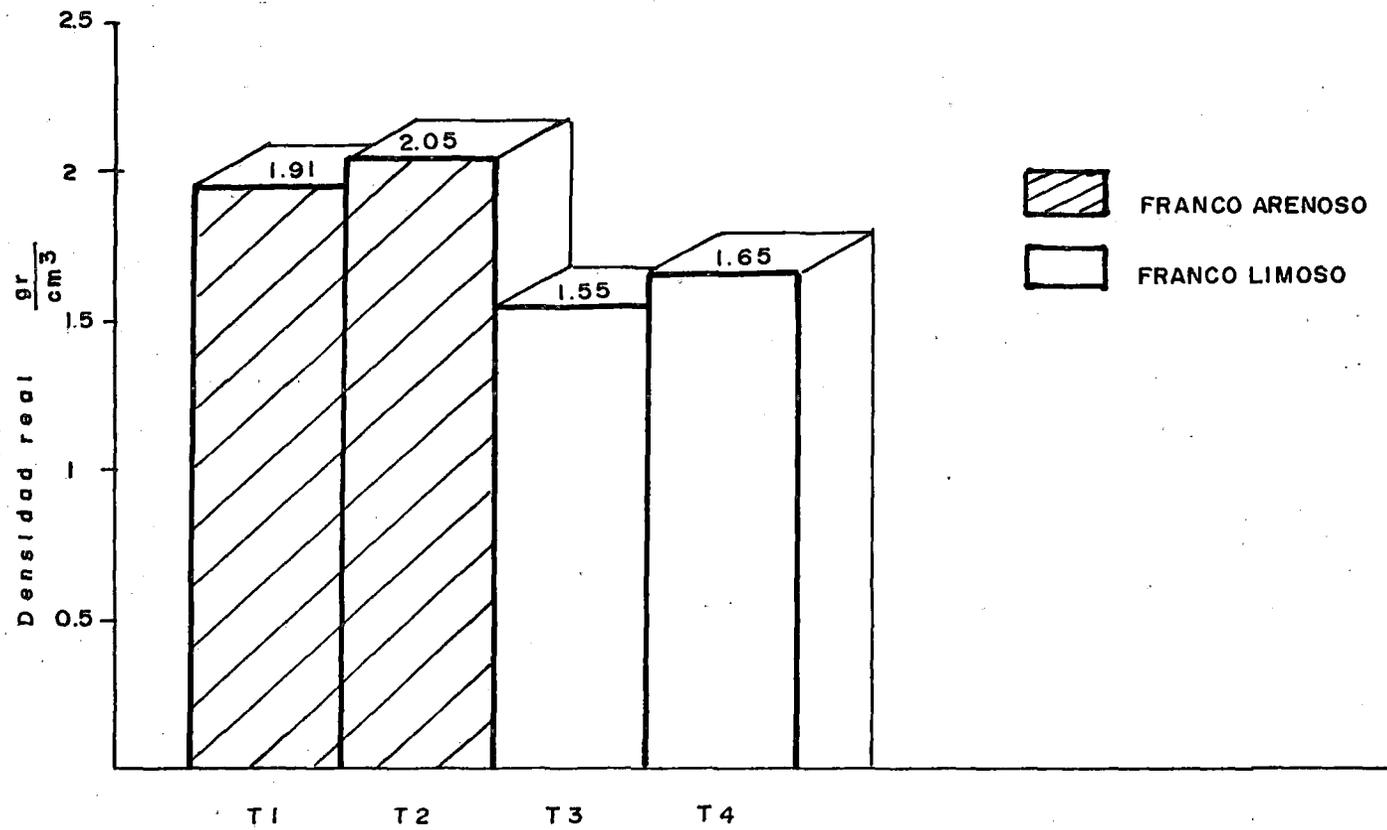


Fig. 2 - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto a la densidad real . San Luis Talpa, La Paz . 1992 .

tremezcladas en las partículas sólidas del suelo de muchas formas y tamaño diferentes. Al quitar todas estas fases - mencionadas anteriormente de las partículas sólidas del suelo, obtenemos la densidad real de un suelo determinado, la cual no es afectada por las labores de labranza realizadas. Baver y Otros (1973) (5).

Las partículas de un suelo varían en su composición y densidad de la fase sólida del suelo, que es igual a la masa total de los sólidos dividida por el volumen total que ellos ocupan en el suelo, de donde se obtiene una cifra promedio Forsythe (1975) (32).

5.1.4. Densidad aparente

En los análisis de varianza (Cuadro A-4, A-12), de la densidad aparente, obtenidas antes y después de las labores de preparación del suelo, respectivamente, nos indica que entre las texturas del suelo y tratamientos realizados no existe diferencias estadísticas significativas, los dos tipos de textura del suelo presentan valores de densidad aparente que varían dentro de rangos aceptables de acuerdo a su textura (Cuadro 2).

En la textura franco arenosa la densidad aparente promedio, antes de la preparación del suelo, se obtuvieron los siguientes resultados (T_1) de 1.32 gr/cm^3 y (T_2) de 1.24 gr/cm^3 y después de la preparación del suelo la densidad aparen

te promedio disminuyó (T_1) de 0.94 gr/cm^3 y (T_2) de 0.80 gr/cm^3 .

En la textura franco limosa se obtuvieron los siguientes resultados de densidad aparente promedio, antes de la preparación del suelo de (T_3) de 1.13 gr/cm^3 y (T_4) de 1.31 gr/cm^3 y después de la preparación del suelo (T_3) de 0.87 gr/cm^3 y (T_4) de 0.96 gr/cm^3 . (Cuadro 5).

La Figura 3 muestra la interacción entre la textura del suelo y el método de preparación del suelo, nos muestra claramente las tendencias existentes entre las densidades aparentes promedios, antes y después de la preparación del suelo, se puede observar que todos los tratamientos sufrieron alteración, disminuyendo la densidad aparente del suelo, aunque estadísticamente sea no significativo, a la vez se nota una tendencia a obtener menor densidad con el arado de vertedera, lo que indica que provoca mayor espacio poroso que el arado de palo, posiblemente debido a que por la acción de volteo se forma una capa continua de suelo que al caer se disgrega en abundantes terrones pequeños formando por lo tanto gran cantidad de poros.

Según Gavande (1972) (12), la densidad aparente es una variable de composición y se ve alterada por el laboreo del suelo.

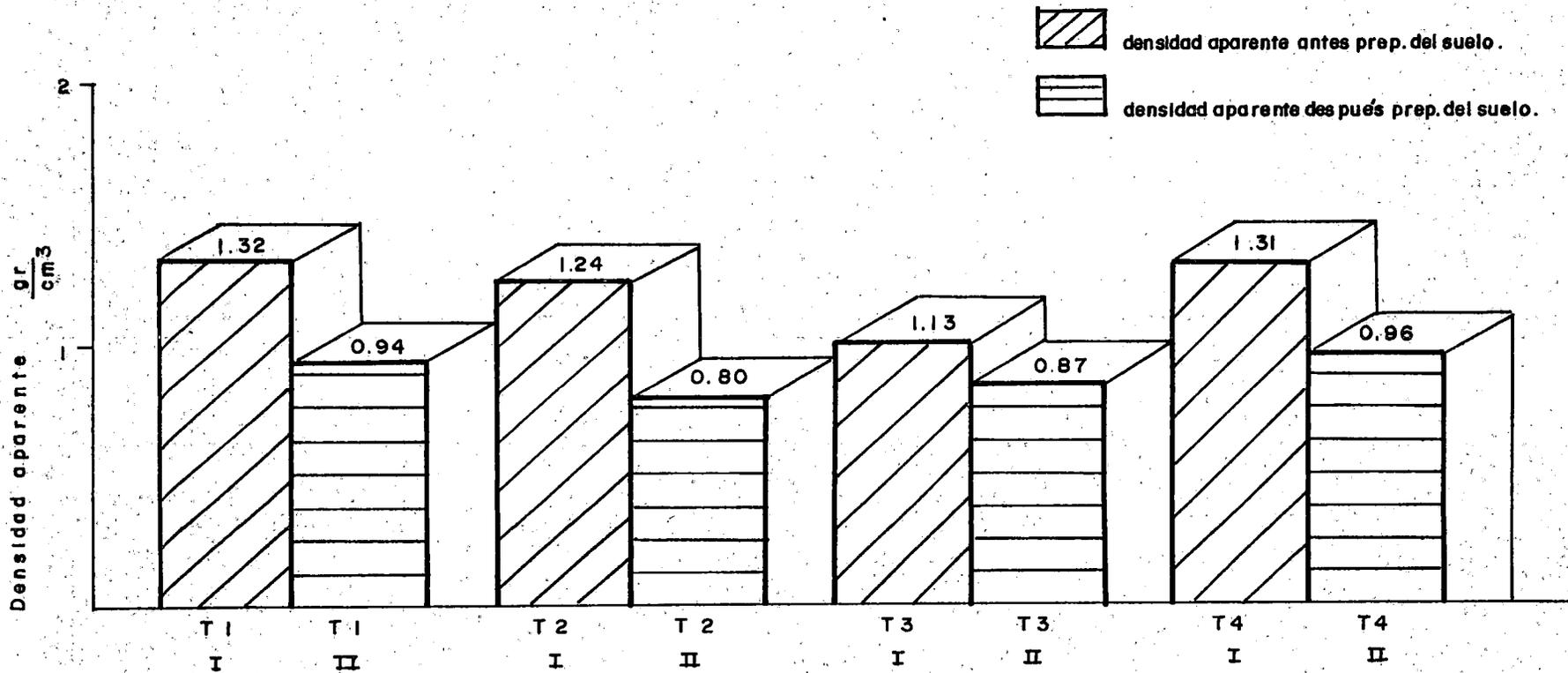


Fig. 3 - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto a la densidad aparente del suelo (promedios). San Luis Talpa, La Paz. 1992 .

5.1.5. Porosidad del suelo

El análisis de varianza (Cuadros A-6, A-14), de la porosidad del suelo, obtenidos antes y después de la preparación del suelo respectivamente, nos muestra que tanto en las texturas y tratamientos realizados, no existe diferencia estadística significativa.

Los valores del porcentaje de porosidad para la textura franco arenosa son los siguientes: (T_1) de 30.67%, (T_2) de 38.37%, para la textura franco limosa son los siguientes: (T_3) de 26.76%, (T_4) de 25.11% antes de las labores de preparación del suelo; y los valores después de la preparación del suelo para la textura franco arenosa son los siguientes : (T_1) de 50.5%, (T_2) de 60.4%, y para la textura franco limosa son los siguientes: (T_3) de 43.22%, (T_4) de 46.35%.

En la Figura 4 se puede observar que después de haber realizado las labores de preparación del suelo, hubo un aumento en los porcentajes de la porosidad del suelo en cada uno de los tratamientos, siendo los valores máximos los correspondientes a los arados de vertedera, aunque no exista significancia estadística. Posiblemente es debido a que al realizar la labor de aradura con los aperos de labranza de vertedera existe una mayor perturbación del suelo, logrando agregados de suelo de menor tamaño, por la acción de levantado y volteado del suelo, lo cual provoca mayor cantidad de -

poros en el suelo, lo cual coincide con Bayer (1973) (5), quien indica que el arado de vertedera ha sido perfeccionado para voltear y aflojar la capa superficial del suelo, - mediante el corte, soltura e inversión del prisma de suelo, logrando enterrar el material de la superficie y produciendo mayor granulación.

Según Gavande (1972) (12), el menor grado de agregación del suelo, aumenta la porosidad, y en consecuencia mayor absorción, y retención de agua.

Según Hoppen, H.J. (1973), al efectuar las labores de preparación del suelo, el objetivo es ayudar a los agentes naturales y modificar las condiciones del suelo hasta conseguir la más favorable para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas.

Según Rouseeau, D. (1973) (27), el arado de palo o madera sólo rompe el suelo y no voltea el prisma de suelo, provocando mayor cantidad de agregados y por ende menor cantidad de poros del suelo.

Algunos autores concuerdan que la inversión de la capa arable y pulverización de la misma, aumenta el volumen de poros, obteniendo mayor almacenamiento de agua y enterrando los restos orgánicos y parásitos (7, 11, 16, 23).

5.1.6. Humedad volumétrica

El análisis de varianza (Cuadros A-8, A-16) de la hu-

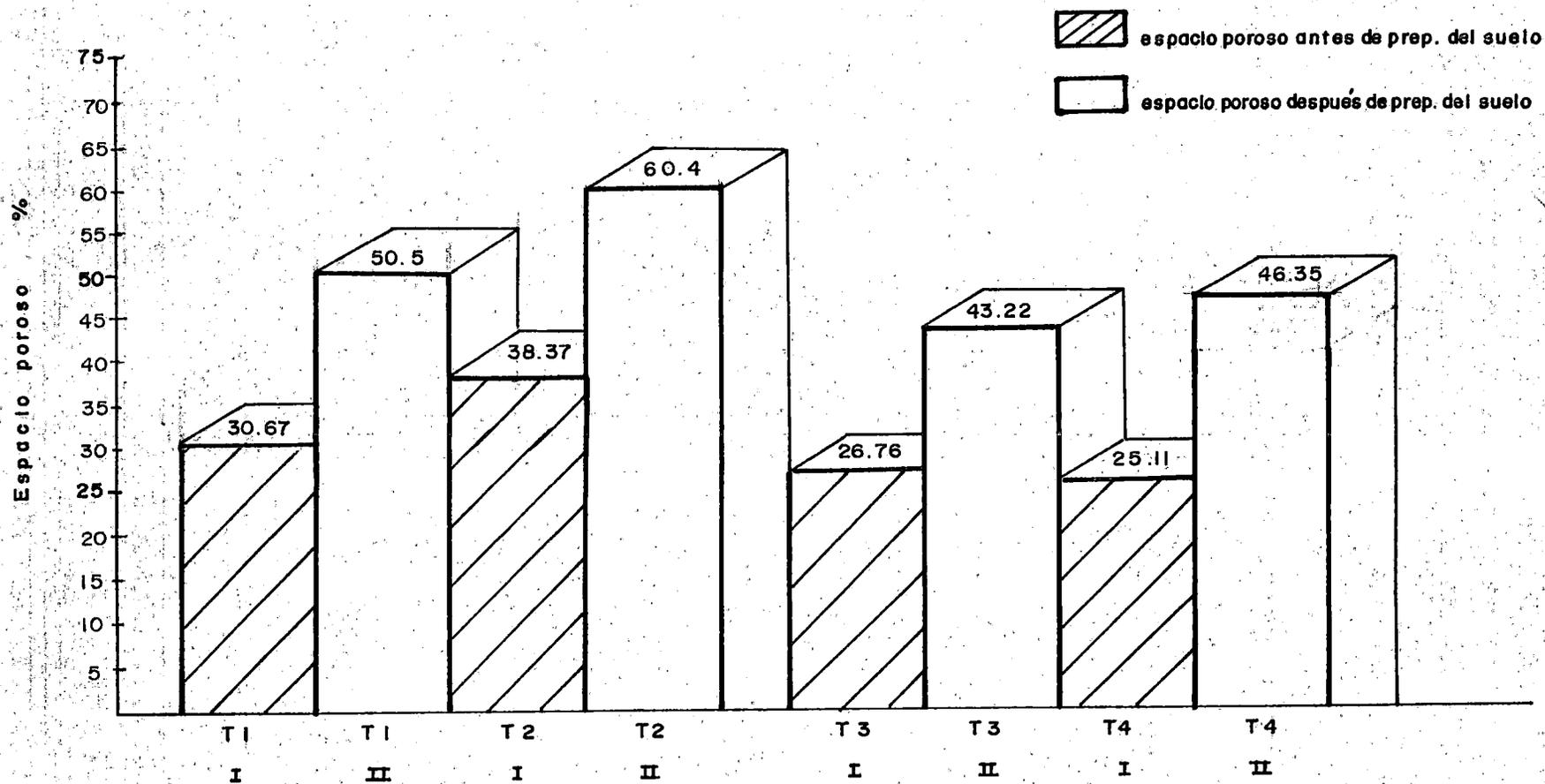


Fig. 4. - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto a la porosidad del suelo, San Luis Talpa, La Paz. 1992.

medad volumétrica del suelo, obtenidos antes y después de la preparación del suelo respectivamente, muestran que no hubo diferencias estadísticas significativas.

Los valores calculados de la humedad volumétrica para la textura franco arenosa son los siguientes: (T_1) de -- 13.16%, (T_2) de 14.50%, textura franco limosa (T_3) de -- 25.08%, (T_4) de 19.07% antes de la preparación del suelo; y los valores de la textura franco arenosa obtenidos después de la preparación del suelo son los siguientes: (T_1) de 29.07%, (T_2) de 32.35%, y la textura franco limosa son las siguientes: (T_3) de 25.08%, y (T_4) de 26.01%. Se nota una tendencia a acumular mayor humedad del suelo.

La Figura ⁵5, nos muestra esta variación lo cual posiblemente es debido a que al realizar las labores de preparación del suelo, se logra romper y voltear el prisma de suelo provocando la pulverización de éste, logrando mayor cantidad de poros y por ende una mayor capacidad de retención de humedad.

Por otro lado, se nota la misma tendencia en las dos - texturas en estudio.

5.1.7. Espacio aéreo del suelo

El análisis de varianza (Cuadro A-10, A-18), del espacio aéreo del suelo, obtenidos antes y después de la preparación del suelo respectivamente, muestra que no hubo dife-

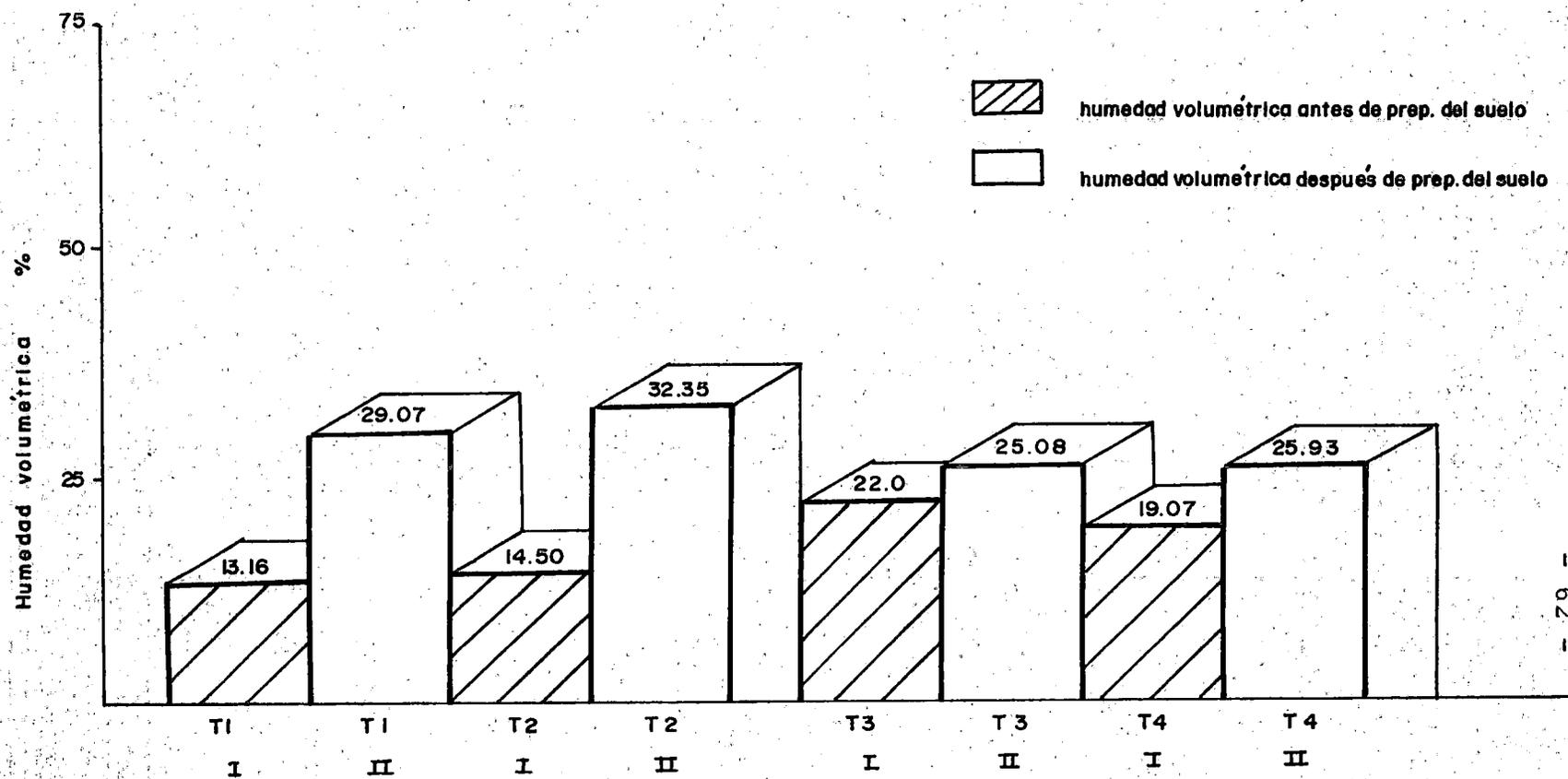


Fig. 5 - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto a la humedad volumétrica del suelo, San Luis Talpa, La Paz. 1992.

rencias estadísticas significativas.

Los valores calculados del espacio aéreo para la textura franco arenosa antes de la preparación del suelo son los siguientes : (T_1) de 17.51%, (T_2) de 25.85%, y textura franco limosa (T_3) de 4.77%, (T_4) de 6.48,

Para la textura franco arenosa después de la preparación del suelo, son las siguientes : (T_1) de 25.29%, (T_2) de -- 28.09%, textura franco limosa (T_3) de 18.14% y (T_4) de 15.80%, siendo el valor máximo promedio del porcentaje del espacio aéreo (T_2) de 28.09%, después de haber realizado las labores de preparación del suelo. (Compárese las Figuras 4 y 5, que muestran el aumento de los poros del suelo, y por ende existe un aumento en la aireación del mismo.

Según Baver (1973) (5), todos los procesos aeróbicos de la planta en crecimiento, como la respiración, dependen en gran medida del oxígeno en el suelo.

Las labores de aradura aumenta la aereación normal de la zona de las raíces y disminuyen la densidad en masa del suelo, lo que significa aumento de la porosidad total, en consecuencia el volumen total de aire en el suelo ha aumentado (5).

5.1.8. Penetrabilidad.

Los datos de penetrabilidad del suelo (kg/cm^2) se presentan en el (Cuadro A-27), antes de las labores de preparación

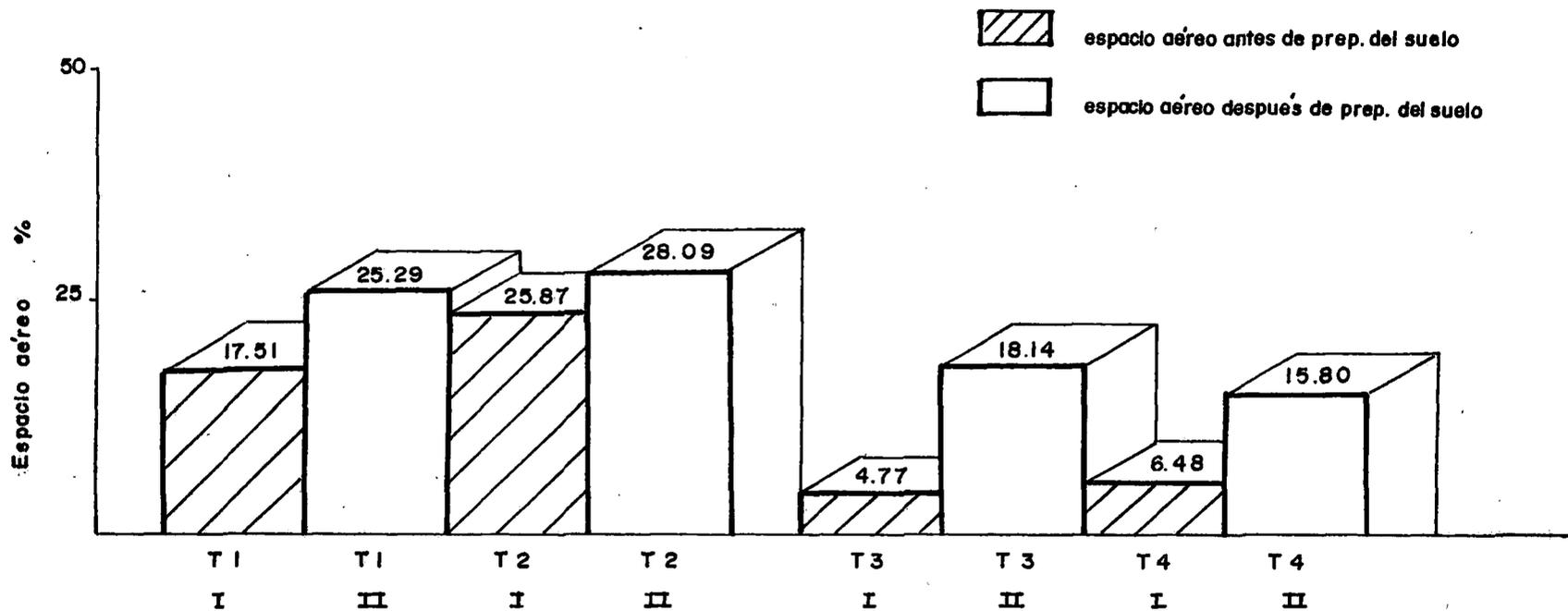


Fig. 6 - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo en cuanto al espacio aéreo del suelo (promedio), San Luis Talpa, La Paz, 1992.

del suelo, del cual solamente se obtuvieron datos en la -
textura franco arenosa, no así en la textura franco limo-
sa debido a que estos dos tipos de suelo (franco arenoso,
franco limoso) han sido sometidos a un continuo laboreo
del suelo, provocando una compactación en la textura fran-
co limosa, por el excesivo paso de maquinaria agrícola.
Dentro de la misma textura, no existen diferencias signifi-
cativas.

Algunos autores concuerdan que la resistencia que un
suelo ofrece a la penetración con un instrumento de sondeo,
es un índice del grado de compactación, contenido de hume-
dad y consistencia que pueda tener el suelo (22, 32).

Sólo fué posible tomar datos de esfuerzo cortante en la
textura franco arenosa, en la textura franco arcillosa no -
fue posible tomar datos debido al tamaño de agregados pre-
sentes después de preparados.

5.1.9. Esfuerzo cortante

El análisis de varianza del esfuerzo cortante se presen-
tan en el (Cuadro A-20), antes de las labores de prepara-
ción del suelo a una profundidad de 0-20 cm.

Muestra que existe diferencia estadística significativa
entre repeticiones al 5% de probabilidad y al 1% de probabi-
lidad en los métodos de preparación del suelo.

La Figura 7 muestra los datos de esfuerzo cortante --

(kg/cm²) del suelo promedios, antes y después de las labores de preparación del suelo, para la textura franco arenosa, siendo los siguientes: (T₁) de 2.23 kg/cm², (T₂) de 1.96 kg/cm², (T₃) de 1.71 kg/cm², (T₄) de 1.57 kg/cm².

En esta figura se nota una clara disminución del esfuerzo cortante después de la preparación del suelo, provocado lógicamente por la labor de esponjamiento del suelo producido por la aradura.

5.1.9. Consistencia en mojado, húmedo y seco del sue-

16

Al evaluar la consistencia del suelo al tacto, en sus tres estados seco, húmedo, mojado (Cuadro 6), se determinaron las siguientes características para los dos tipos de textura a una profundidad de 0-20 cms. La textura franco arenosa presentó las siguientes características para (T₁) y (T₂), consistencia en mojado: Adhesividad (1) ligeramente adherente; plasticidad (1) ligeramente plástico; consistencia en húmedo: (1) muy friable; consistencia en seco: (1) blando débil; coherencia y friabilidad se deshace en polvo.

La textura franco limosa presentó las siguientes características para (T₃) y (T₄), consistencia en mojado: Adhesividad (2) - Adherente; plasticidad (2) - plástico; consistencia en húmedo : (2) = friable; consistencia en seco : (2) - ligeramente duro. Y que representan los números entre paréntesis.

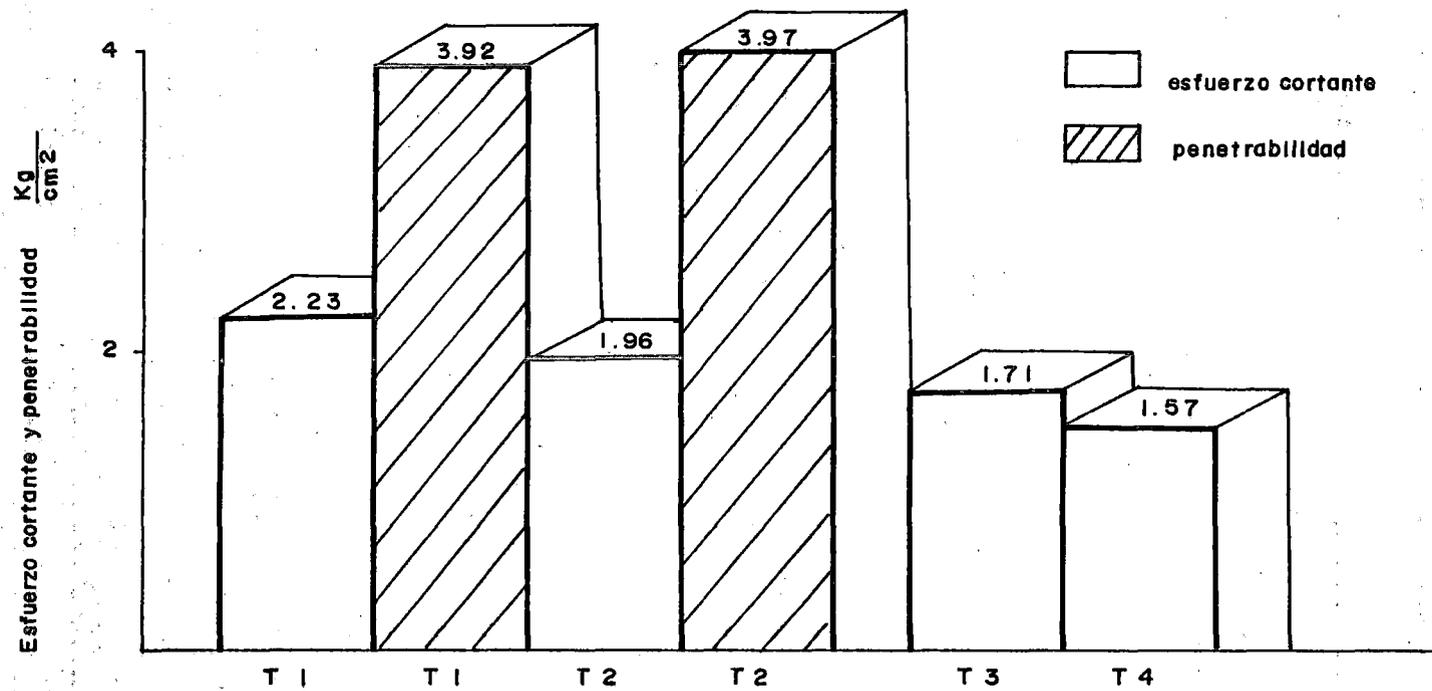


Fig. 7 . Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto al esfuerzo cortante y la penetrabilidad del suelo, San Luis Talpa, La Paz, 1992 .

En relación del sistema suelo-agua, tiene un efecto directo el contenido de humedad de un suelo, para presentar sus tres estados: Mojado, húmedo, y seco, la Figura 1, - nos demuestra el efecto de la humedad sobre los dos componentes principales de la consistencia del suelo, que son la cohesión y adherencia del suelo.

Al realizar las labores de preparación de la cama de siembra con los aperos agrícolas, lo que se busca es un punto donde la consistencia del suelo sea favorable en su contenido de humedad que pueda presentar el suelo, son perturbar desfavorablemente la estructura física del suelo - al hacer labrado.

Esto concuerda, según Baver (1973) (5). La consistencia del suelo comprende las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión que obran dentro del suelo a diferentes constantes de humedad, lo cual tiene una relación directa con la comprensión, resistencia al esfuerzo cortante, friabilidad y plasticidad, propiedades que se manifiestan de modo diferente según varían las fuerzas de cohesión y adhesión en la masa del suelo.

La consistencia del suelo es una de las características más sobresalientes, pero la más difícil de medir, el término describe la respuesta del suelo a fuerzas externas tendientes a deformarlo mediante presiones aplicadas pueden causar flujo, fractura o compresión del suelo (5).

Según Forsythe (1975) (32), la humedad afecta la consistencia del suelo, la mayoría de los suelos son adhesivos y suaves cuando se saturan, en este estado es fácil de deformarlo, ya sea por fuerzas externas o por su propio peso. Cuando el suelo está seco resiste la deformación, y puede ser lo suficientemente firme para soportar grandes fuerzas.

5.1.10. Análisis de los parámetros fisiológicos del -
cultivo.

5.1.10.1. Altura de planta

El análisis de varianza de la altura de la planta, aparece en el (Cuadro A-22), muestra que en los métodos de preparación del suelo, no existe diferencia significativa, pero entre texturas de suelo, existe una diferencia significativa al 5% de probabilidad, con un coeficiente de variabilidad de 5.30%; lo que indica que las diferencias de altura de las plantas es producida por las clases texturales y no por el método de aradura, obteniendo mayor altura en la textura franco arenosa posiblemente debido a que esta textura permite mayor desarrollo radicular, aunque no coincide con los resultados obtenidos de longitud de raíces en donde estadísticamente no existen diferencias significativas, pero la Gráfica 8 muestra que hubo mayor desarrollo radicular en la textura franco arenosa.

En la textura franco arenoso, se obtuvieron los siguien

tes resultados (T_1) de 1.80 mts, (T_2) de 1.77 mts, y en la textura franco limosa se obtuvieron los siguientes resultados (T_3) de 1.30 mts, (T_4) de 1.22 mts.

5.1.10.2. Profundidad de raíces

El análisis de varianza de la longitud o profundidad de las raíces de la planta, aparece en el (Cuadro A-24), el cual muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa, entre los dos factores en estudio.

La Gráfica 8 y 11, muestra los resultados siguientes: - Textura franco arenosa (T_1) de 0.22 mts, (T_2) de 0.22 mts, - textura franco limosa (T_3) de 0.17 mts, (T_4) de 0.17 mts.

Según Gavande (1972) (12), las raíces penetran fácilmente en suelos bien granulados, pero sólo en forma lenta o con dificultad en suelos finos y compactos.

Gavande (1972) (12), reporta que las raíces de la planta de maíz no penetran en un suelo de textura arcillo-limoso, compactado con una densidad de 1.5 grs/cm³.

Sin embargo, hay investigadores que no están de acuerdo y mencionan que el crecimiento radicular está negativamente correlacionado con la densidad y esfuerzo que normalmente se encuentra en suelo, y que todavía no se ha evaluado satisfac

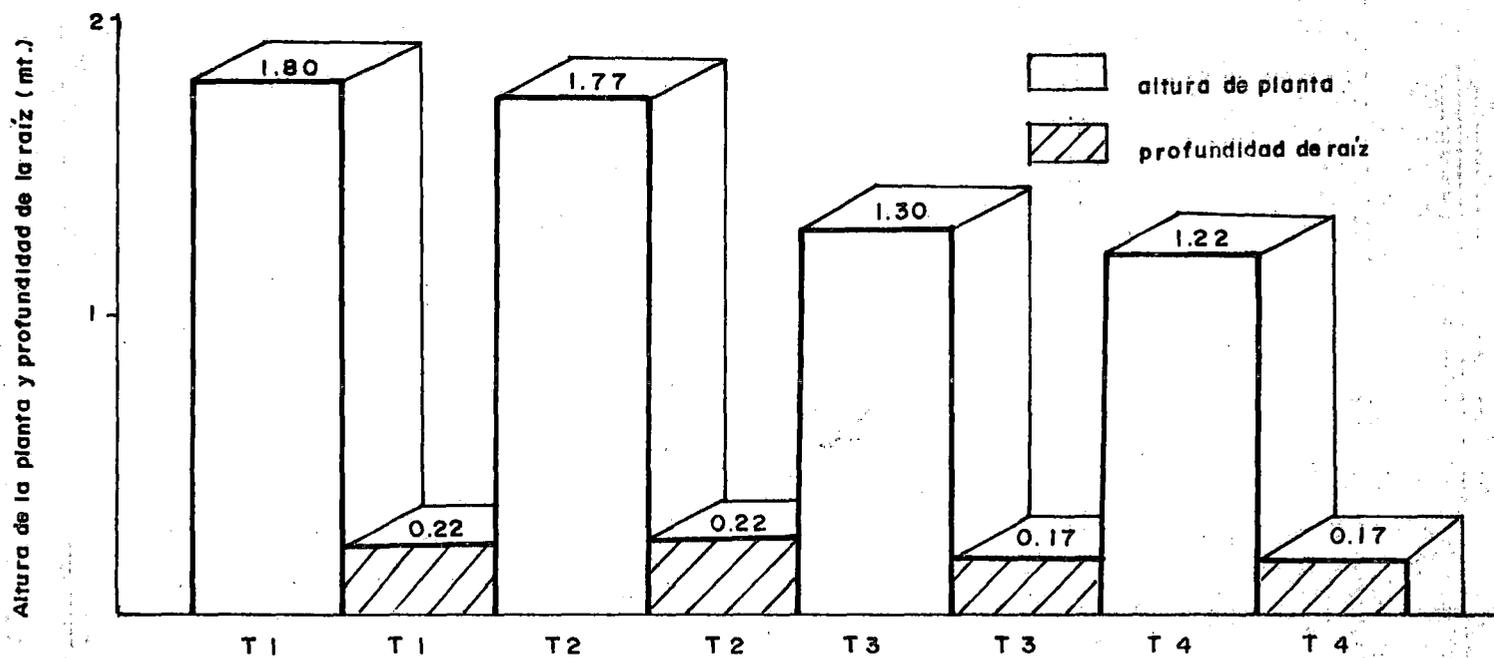


Fig. 8 - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto altura de la planta y profundidad de raíz, San Luis Talpa, La Paz, 1992.

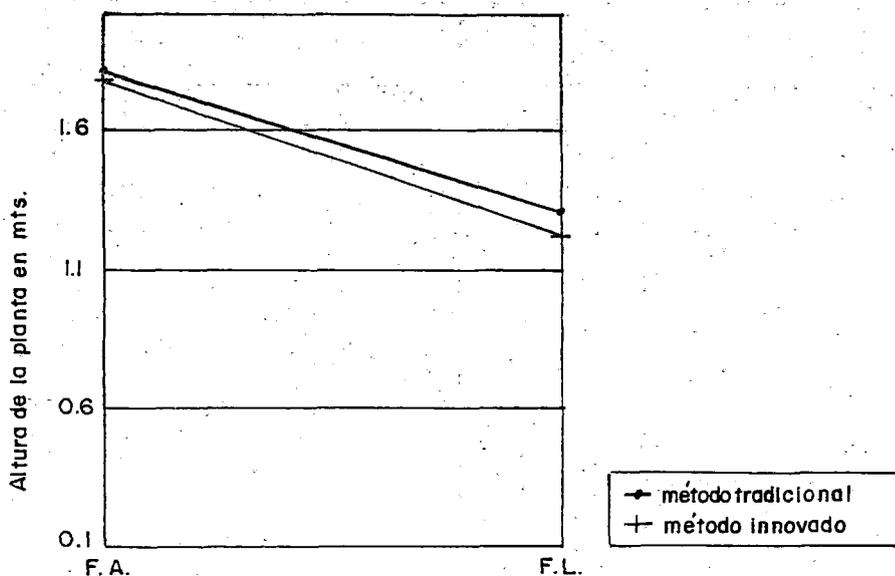


Fig. 9 - Interacción de la textura por el método de preparación del suelo, en cuanto a la altura de la planta. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

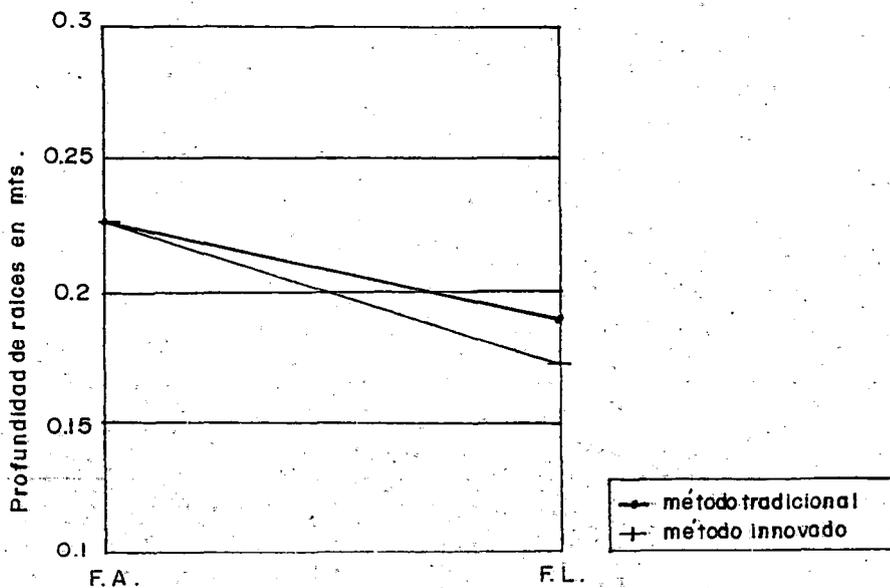


Fig. 10 - Interacción de la textura por el método de preparación del suelo, en cuanto a la profundidad de las raíces de la planta de maíz. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

toriamente el impedimento mecánico para el desarrollo radicular.

5.1.11. Parámetros de rendimiento bruto del cultivo

5.1.11.1. Rendimiento

El ANVA del rendimiento bruto del cultivo de maíz de cada uno de los tratamientos obtenidos aparece en el (Cuadro A-26), en donde se muestra que existe diferencias significativas al 5% de probabilidad, en los dos tipos de textura -- franco arenoso y franco limoso. En los métodos de preparación de suelo no existe diferencia estadística significativa.

Las Figura 11 y 12 muestran los siguientes resultados: Textura franco arenosa (T_1) de 47.22 qq/ha, (T_2) de 50.52 qq/ha, textura franco limosa (T_3) de 37.80 qq/ha, (T_4) de 42.14 qq/ha.

Los tratamientos en los cuales se obtuvieron los mejores resultados, fueron los que se utilizó el método de preparación de suelo innovado. Lo antes mencionado concuerda con lo citado por CEFIHA, que sostiene que al preparar el suelo con arado de vertedera, los cultivos responden con un desarro

llo vegetativo exhuberante; ya que el suelo queda más suelto y aireado y se invierte la capa arable del suelo (11).

Baver y Colaboradores (1956), llevaron a cabo investigaciones sobre las prácticas del cultivo en algunos suelos de Iowa, encontrando que, cuando se prepara el terreno con arado, se obtienen rendimientos en maíz más altos, que preparando el suelo con labores superficiales, o sea, con rastro.

Según Gavande (1972) (12), al realizar las labores con arado, las raíces penetran más fácilmente y con mayor rapidez en los suelos compuestos de agregados estables de 2 a 6 mm, lo cual le da a la planta un mayor crecimiento vegetativo y por ende mayor rendimiento del cultivo.

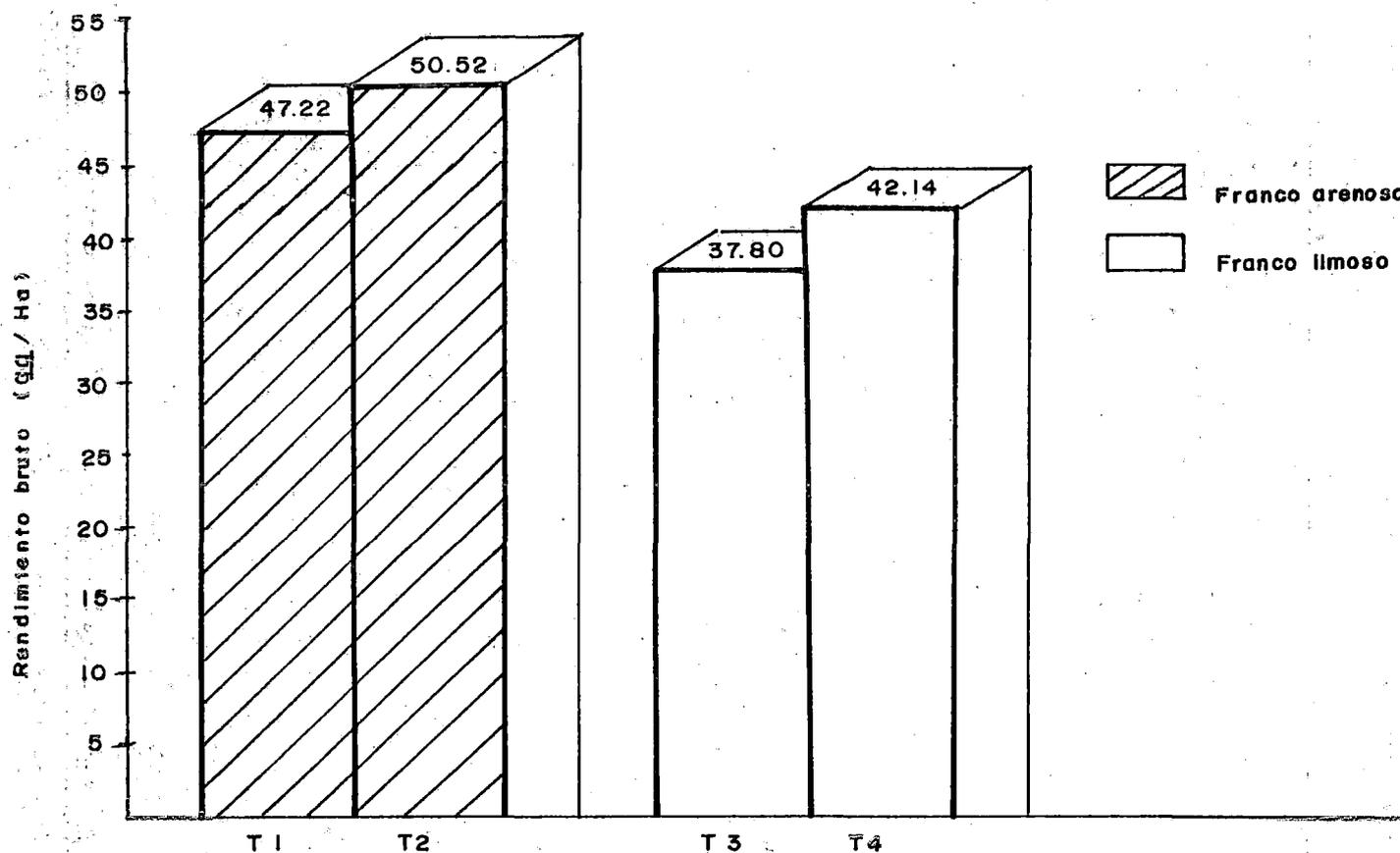


Fig. II - Interacción de la textura del suelo por el método de preparación del suelo, en cuanto al rendimiento bruto del maíz, San Luis Talpa, La Paz, 1992.

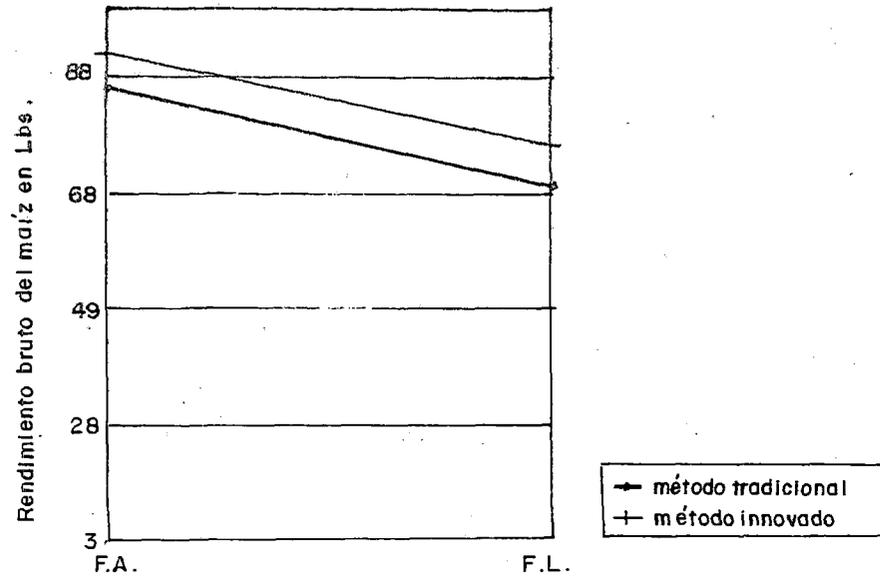


Fig. 12 :- Interacción de la textura por el método de la preparación del suelo, en cuanto al rendimiento bruto del maíz, San Luis Talpa, La Paz, 1992 .

6. CONCLUSIONES

1. De manera general los resultados del presente trabajo muestran que la alteración del medio edáfico, a través de los métodos de preparación del suelo empleados, no alteró el comportamiento del cultivo.
2. Las propiedades físicas del suelo, en las dos texturas del suelo franco arenoso y franco limoso, no sufrieron cambios importantes como consecuencia de la alteración causada por los dos métodos de preparación del suelo empleados
3. A pesar de que estadísticamente no hay diferencias significativas en las diferentes propiedades físicas del suelo, se concluye que el arado de vertedera es el que produce las mejores condiciones del suelo.

7. RECOMENDACIONES

1. Para futuros ensayos se recomienda establecer parcelas experimentales más grandes de forma rectangular para que la forma de trabajo de aradura sea muy aproximada a la realidad, y permita tomar el tiempo de trabajo por hectárea para evaluar eficiencia de los aperos.
2. Se recomienda mejorar el diseño del arado de vertedera, a uno más liviano, de una sola mancera, para que pueda operarse de manera similar al arado de palo, y de esta manera pueda ser aceptado por los agricultores.
3. Continuar realizando ensayos con los arados de palo o de madera y arados de vertedera de tiro animal, con el fin de estudiar la alteración de los parámetros físicos del suelo, los parámetros del cultivo, así como los métodos de preparación de suelo, en las diferentes clases texturales del suelo existentes en El Salvador.
4. Para futuros ensayos con esta clase de tecnología apropiada se recomienda realizar los ensayos en parcelas de forma rectangular, ya que reduce los costos del ensayo y de operación.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ SOLIS, J.D.; CARDENAS, M.; TASISTRO, A.; VESGA CALA, A.D. 1990. Modulación y rendimiento del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris), tratado con diferentes herbicidas con dos sistemas de labranza. Turrialba (C.R.). P. 250-256.
2. BEHACCHIO, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. Maracay, Venezuela. P. 25-53.
3. BIBLIOTECA AGRICOLA Práctico y Ganadera. s.f. Práctica de los cultivos. Barcelona, España, Océano. P. 43-63.
4. BARQUERO, H.T.; CAMACHO HENRIQUEZ, A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. Managua, Nicaragua, Mindira. P. 87-90.
5. BAVER, L.D.; WALTER, H.; GARDNER; WILFORD, R. 1973. Física de suelos. Trad. por Jorge Manuel Rodríguez y Rodríguez. 4 ed. Buenos Aires, Argentina, Centro - Regional de Ayuda Técnica. P. 78-105, 189-238.
6. CORTAZA, M.C. 1972. El nuevo maíz blanca "Pinchilingue 512" para el litoral ecuatoriano. Boletín divulgativo No. 50. 3 P.

7. CAÑAVATE, J.O. 1989. Técnica de la mecanización agrícola. 3 ed. Madrid, España, Mundiprensa. P. 31, 17, 43, 167-168.
8. CAÑAVATE, J.O. 1989. Las máquinas agrícolas y su aplicación. 3 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. P.
9. CAÑAS REYES, V.m.; OSORIO TORRES, M.J. 1991. Clasificación de tierras con fines de riego de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador. P. 70, 76, 86, 90-94.
10. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 3 P.
11. CEFIHA. 1992. Arado de vertedera promech. Tegucigalpa, Honduras. Boletín divulgativo.
12. GAVANDE, SAMPAT A. 1972. Física de suelos. Principios y aplicaciones. 1a. ed. Buenos Aires, Argentina, - Editorial Limusa-Willey, S.A. P. 34, 78-83, 167-168, 250, 254-261.
13. GONZALEZ, L.C. 1985. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica. IICA. P. 22-41.
14. GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Super B. Guatemala. P. 253, 254, 256, 258, 260.

15. HILL, J.B.; OVERHOLTS, L.O.; DOPP, W.H.; GROVE, A.R.
1967. Tratado botánico. Trad. por José Pons Rosell.
3 ed. Barcelona, España, Omega. P. 304-334.
16. HOPPEN, H.J. 1973. Pequeños aperos de labranza. Roma,
Italia, FAO. Cuaderno de Fomento No. 32. P. 12-18.
17. HIBRIDOS DE MAIZ para zonas maiceras de El Salvador, con
alto potencial de rendimiento H-53, H-56, H-57 y
H-104. El Salvador, Centa. Hoja divulgativa No. 84.
18. IBÁÑEZ CIENFUEGOS, M. 1968. Oportunidad de la labranza,
y sus efectos. In Reunión sobre manejo y conserva-
ción de suelos (KAIV, 1987, Santiago de Chile. Diá-
logo. Ed. Juan P. Puinau, Montevideo, Uru. IICA.
Cap. 11. P. 54-64.
19. LAGOS, J.A. 1973. Compendio de botánica sistemática.
San Salvador, El Salvador. Impresora Martínez.
P. 267.
20. LEON, G. 1978. Fundamentos botánicos de los cultivos
tropicales. San José, Costa Rica. IICA. P. 139-
148.
21. MALAGON CASTRO, D. 1974. Propiedades físicas de los
suelos. Bogotá, Cul. Instituto Geográfico Agustín
Godazzi; "Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
XV; 311 P.
22. MANUALES PARA EDUCACION AGROPECUARIA. 1958. Arados de
reja. México. P. 11-13.

23. MIRANDA, M.H. 1976. Notas sobre los cursos de producción de maíz y frijol. La Libertad, El Salvador. CENTA. P. 48-51, 53-56.
24. LA REJA, AGRICULTURA, No. 226. FEBRERO DE 1958. MADRID CITADO POR JOSE ANTONIO RICCITELLI. 1967. Arados de reja y vertedera. Buenos Aires, Argentina. Edit. -- Universitaria. P. 1-5.
25. POEY, F. 1987. Informe final sobre "la primera etapa a cerca del proyecto de investigación sobre variedades y manejo agronómico de Baby Corn". San Andrés, El Salvador. CENTA. P. 1-8.
26. PAUL, W. UNGER. 1988. Sistemas de labranza para la conservación del suelo y del agua. Roma, Italia. Boletín de suelos de la FAO No. 54. P. 226-229, 34-39.
27. ROUSSEAU, D. 1973. Informe sobre mecanización de tracción animal en El Salvador. San Andrés, La Libertad, El Salvador. CENTA. 58 P.
28. ROBLES SANCHEZ, R. 1975. Producción de granos y forrajes. S.F. México, Limusa. 34 P.
29. SMITH, P.H. 1976. Maquinaria y equipo agrícola; historia de la labranza y sus principios. Omega, Barcelona, España. P. 105-195.
30. SALAZAR, J.R. 1970. Estudio de fertilización de maíz. La Libertad, El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico No. 50. 16 P.

31. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. 1978. Porosidad, densidad aparente y real. Departamento de Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 15 P.
32. FORSYTHE, WARREN. 1975. Manual de laboratorio física - de suelos. ed. San José, Costa Rica, IICA. P. 28, 77-96.

9. A N E X O S

Cuadro A-1. Densidad real del suelo en gr/cm^3 , a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	1.784	1.953	1.988	5.725	1.908
T ₂	1.771	2.384	1.988	6.143	2.048
T. Parc. Media	3.555	4.337	3.976	11.868	3.956
T ₃	1.612	1.465	1.571	4.648	1.549
T ₄	1.501	1.730	1.734	4.965	1.655
T. Parc. Media	3.113	3.191	3.305	9.613	3.204
T. bloques	6.668	7.532	7.281	21.481	

Cuadro A-2. Análisis de varianza de la densidad real del suelo, promedio en gr/cm^3 , antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	Prob.
Réplica	2	0.099	0.049	1.5508	0.3920
Factor A	1	0.424	0.424	13.3067	0.0676 ^{ns}
Error	2	0.064	0.032		
Factor B	1	0.045	0.045	1.7715	0.2540 ^{ns}
AB	1	0.001	0.001	0.0335	
T O T A L	11	0.734			

CV = 8.91%.

Cuadro A-3. Densidad aparente del suelo en gr/cm^3 , a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	1.23	1.33	1.41	3.97	1.32
T ₂	1.25	1.19	1.28	3.62	1.24
T. Parc. Media	2.48	2.52	2.69	7.69	2.56
T ₃	1.09	1.15	1.15	3.40	1.13
T ₄	1.14	1.27	1.31	3.72	1.31
T. Parc. Media	2.24	2.42	2.45	7.12	2.37
T. bloques	4.72	4.94	5.14	14.81	

Cuadro A-4. Análisis de varianza de la densidad aparente, en gr/cm^3 , antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	Prob.
Réplica	2	0.024	0.012	7.3015	0.1205
Factor A	1	0.028	0.028	16.9045	0.0544 ^{ns}
Error	2	0.003	0.002		
Factor B.	1	0.001	0.001	0.1916	0.0337 ^{ns}
AB	1	0.028	0.028	10.0719	
Error	4	0.011	0.003		
T O T A L	11	0.095			

CV = 4.28%

Cuadro A-5. Espacio poroso del suelo en porcentaje, a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	31.05	31.89	29.07	92.01	30.67
T ₂	29.42	50.08	35.61	115.11	38.37
T. Parc. Media	60.47	81.97	64.68	207.12	69.04
T ₃	31.95	21.30	27.05	80.29	26.76
T ₄	23.72	26.71	24.91	75.34	25.11
T. Parc. Media	55.66	48.00	51.96	155.63	51.87
T. Bloques	116.14	129.97	116.65	362.75	

Cuadro A-6. Análisis de varianza para la porosidad del suelo en porcentaje antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	Prob.
Réplica	2	30.813	15.406	0.2710	
Factor A	1	220.849	220.849	3.8854	0.1875 ^{ns}
Error	2	113.681	56.840		
Factor B	1	27.422	27.422	0.7518	0.2510 ^{ns}
AB	1	145.907	65.614	1.7988	
Error	4	604.285	36.477		
T O T A L	11	604.285			

CV = 19.98%.

Cuadro A-7. Humedad volumétrica en porcentaje, a una profundidad de -
20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa,
La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	13.60	12.95	12.94	39.49	13.16
T ₂	13.83	14.88	14.78	43.49	14.50
T. Parc. Media	27.43	27.83	27.62	82.98	57.66
T ₃	24.27	18.93	22.79	65.99	22.00
T ₄	12.52	22.91	21.79	57.22	19.07
T. Parc. Media	36.79	41.84	44.58	123.21	19.07
T. bloques	64.22	69.67	72.30	206.19	

Cuadro A-8. Análisis de varianza de la humedad volumétrica del suelo en
porcentaje, antes de la preparación del suelo. San Luis Tal
pa. La Paz. 1992.

FACTOR	G.L.	S.C.	C.V.	F.C.	Prob.
Réplica	2	8.366	4.183	1.1506	0.4650
Factor A	1	136.890	136.890	37.6524	0.0255*
Error	2	7.271	3.636		
Factor B.	1	1.665	1.665	0.1013	
AB	1	14.235	14.235	0.8659	
Error	4	65.757	16.4369		
T O T A L	11	234.185			

C.V. = 23.63%

Cuadro A-9. Espacio aéreo del suelo en porcentaje a una profundidad de 20 cm, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	17.45	18.94	16.13	52.52	17.51
T ₂	15.49	35.20	20.83	71.62	23.87
T. Parc. Media	33.04	54.14	36.96	124.14	41.38
T ₃	7.68	2.37	4.26	14.31	4.77
T ₄	12.52	3.80	3.13	19.45	6.48
T. Parc. Media	20.20	6.17	7.39	33.76	11.25
T. bloques	53.24	60.31	44.55	157.90	

Cuadro A-10. Análisis de varianza del espacio aéreo suelo en porcentaje, antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	Prob.
Réplica	2	33.240	16.620	0.2182	
Factor A	1	674.250	674.250	0.8533	0.0968 ^{ns}
Error	2	152.315	76.158		
Factor B	1	47.243	47.243	2.0084	0.2294 ^{ns}
AB	1	16.780	16.780	0.7133	
Error	4	94.093	23.523		
T O T A L	11	1017.921			

C.V. = 36.81%.

Cuadro A-11. Densidad aparente del suelo gr/cm^3 , a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	0.954	0.989	0.882	2.825	0.94
T ₂	0.881	0.906	0.615	2.402	0.80
T. Parc. Media	1.835	1.895	1.497	5.227	0.74
T ₃	0.746	0.827	1.062	2.635	0.87
T ₄	1.011	0.901	0.960	2.872	0.96
T. Parc. Media	1.757	1.728	2.022	5.478	1.83
T. bloques	3.592	3.623	3.519	10.734	

Cuadro A-12. Análisis de varianza de la densidad aparente del suelo en gr/cm^3 , después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	PROB.
Réplica	2	0.002	0.001	0.0363	
Factor A	1	0.008	0.008	0.2486	
Error	2	0.067	0.033		
Factor B	1	0.004	0.004	0.3523	
AB	1	0.033	0.033	2.8180	0.1685 ^{ns}
Error	4	0.046	0.012		
T O T A L	11	0.160			

C.V. = 11.98%.

Cuadro A-13. Espacio poroso del suelo en porcentaje a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICION			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	46.52	49.35	55.63	151.5	50.50
T ₂	50.25	62.00	69.06	181.3	60.40
T. Parc. Media	96.77	111.35	124.69	332.81	110.94
T ₃	53.72	43.55	32.40	129.67	43.22
T ₄	32.64	47.92	44.64	125.20	41.73
T. Parc. Media	86.36	91.47	77.04	254.87	84.96
T. Bloques	183.13	202.82	201.73	587.68	

Cuadro A-14. Análisis de varianza de la porosidad de suelo en porcentaje, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Réplica	2	61.24	30.62	0.32 ^{ns}	19.00	99.00
Factor A.	1	506.22	506.22	5.41 ^{ns}		
Error	2	187.30	93.65			
Factor B	1	52.48	52.48	1.26 ^{ns}		
AB	1	97.75	97.75	2.34 ^{ns}		
Error	4	334.46	41.81			
T O T A L	11	1239.45				

Cuadro A-15. Humedad volumétrica del suelo en porcentaje, a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. - San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	25.63	36.35	25.23	87.21	29.07
T ₂	27.58	33.42	23.04	47.04	32.35
T. Parc. Media	53.21	69.77	61.00	184.25	61.42
T ₃	23.32	27.97	23.95	75.24	25.08
T ₄	15.63	45.88	16.29	77.80	25.93
T. Parc. Media	38.95	73.85	40.24	153.04	51.01
T. Bloques	92.16	143.62	101.51	137.29	

Cuadro A-16. Análisis de varianza de la humedad volumétrica en porcentaje, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	PROB.
Réplica	2	474.880	237.440	10.9205	0.0839
Factor A	1	27.634	27.634	1.2710	0.3767 ^{ns}
Error	2	0.031	21.743		
Factor B	1	2.736	0.031	0.0006	
AB	1	225.115	2.736	0.0486	
Error	4	773.881	56.279		
T O T A L	11	1236.421			

C.V. = 27.76%.

Cuadro A-17. Espacio aéreo del suelo en porcentaje, a una profundidad de 0-20 cm, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	20.84	36.35	19.59	76.78	25.59
T ₂	22.67	28.58	33.02	84.27	28.09
T. Parc. media	43.51	64.93	52.61	161.05	53.68
T ₃	30.40	15.58	8.45	54.43	18.14
T ₄	17.01	2.04	28.35	47.44	15.80
T. Parc. Media	47.41	17.62	36.80	101.83	33.94
T. Bloques	90.92	82.55	89.41	262.88	

Cuadro A-18. Análisis de varianza para el espacio aéreo del suelo en porcentaje, después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	PROB.
Réplica	2	9.504	4.752	0.0283	
Factor A	1	295.616	295.616	1.7575	0.3161 ^{ns}
Error	2	336.403	168.201		
Factor B	1	0.000	0.000	0.0000	
AB	1	16.474	16.474	0.1354	
Error	4	486.840	121.710		
T O T A L	11	1144.837			

C.V. = 50.30%

Cuadro A-19. Esfuerzo cortante del suelo en kg/cm^2 , a una profundidad de 0-20 cm antes de la preparación del suelo. San Luis - Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	2.2	2.5	2.0	6.70	2.23
T ₂	2.0	2.0	1.9	5.90	1.96
T. Parc. Media	4.2	4.5	3.9	12.6	4.20
T ₃	1.8	1.6	1.7	5.15	1.71
T ₄	1.5	1.2	2.0	4.70	1.57
T. Parc. Media	3.3	2.8	3.7	9.85	3.28
T. bloques	7.5	7.3	7.6	22.45	

Cuadro A-20. Análisis de varianza del esfuerzo cortante en kg/cm^2 , después de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	PROB.
Réplica	2	0.065	0.032	0.6842	0.0413*
Factor A	1	1.080	1.080	22.7368	
Error	2	0.095	0.048		
Factor B	1	0.333	0.333	25.0000	0.0075**
AB	1	0.013	0.013	1.0000	0.3739 ^{ns}
Error	4	0.053	0.013		
T O T A L	11	1.640			

C.V. = 6.42%.

Cuadro A-21. Altura de la planta de maíz en mts. Del 14 al 25 de mayo. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

TRATAMIENTOS	Repeticiones			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	1.89	1.71	1.81	5.41	1.80
T ₂	1.82	1.74	1.76	5.32	1.77
T. Parc. Media	3.71	3.45	3.57	10.73	3.58
T ₃	1.37	1.16	1.36	3.89	1.30
T ₄	1.13	1.22	1.32	3.67	1.22
T. Parc. Media	2.50	2.38	2.68	7.56	2.52
T. Bloques	6.21	5.83	3.25	18.29	

Cuadro A-22. Análisis de varianza de la altura de la planta de maíz, - en mt. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	FC.	PROB.
Réplica	2	0.027	0.013	2.0881	0.3238
Factor A	1	0.837	0.837	130.1672	0.0076*
Error	2	0.013	0.006		
Factor B	1	0.008	0.008	1.2258	0.3303 ^{ns}
AB	1	0.001	0.001	0.2156	
Error	4	0.026	0.007		
T O T A L	11	0.913			

C.V. = 5.30%.

Cuadro A-23. Longitud de raíces de la planta de maíz en mts. Del 14 al 25 de mayo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	0.20	0.23	0.25	0.68	0.226
T ₂	0.25	0.21	0.22	0.68	0.226
T. Parc. media	0.45	0.44	0.47	1.36	0.460
T ₃	0.20	0.19	0.18	0.57	0.190
T ₄	0.20	0.17	0.15	0.52	0.173
T. Parc. Media	0.40	0.36	0.33	1.09	0.363
T. Bloques	0.85	0.80	0.80	2.45	

Cuadro A-24. Análisis de varianza de la longitud de las raíces de la planta de maíz en mts. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	Proba.
Réplica	2	0.000	0.000	0.0079	
Factor A	1	0.004	0.004	4.1654	0.1780 ^{ns}
Error	2	0.002	0.001		
Factor B	1	0.001	0.001	4.0500	0.1145 ^{ns}
AB	1	0.000	0.000	0.0500	
Error	4	0.001	0.000		
T O T A L	11	0.008			

C.V. = 6.43%.

Cuadro A-25. Promedios del rendimiento bruto del maíz en qq/ha. Fecha del 14 al 25 de mayo. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	47.31	48.82	46.57	141.71	47.22
T ₂	51.12	50.00	50.91	151.61	50.62
T. Parc. Media	98.44	98.83	96.05	293.31	97.78
T ₃	38.19	39.67	35.59	113.45	37.80
T ₄	45.57	39.15	41.66	126.39	42.14
T. Parc. Media	183.76	78.82	77.26	239.84	79.94
T. bloques	180.03	177.64	173.31	533.16	

Cuadro A-26. Análisis de varianza del rendimiento bruto del maíz en qq/ha. San Luis Talpa, La Paz, 1992.

Factor	G.L.	S.C.	V.	F.C.	PROB.
Réplica	2	39.847	19.923	2.3810	0.2958
Factor A	1	658.304	658.304	78.6712	0.0125*
Error	2	16.736	8.368		
Factor B	1	41.144	41.144	0.7269	
AB	1	2.550	2.558	0.0452	
Error	4	226.403	56.601		
T O T A L	11	984.992			

C.V. = 9.29%.

Cuadro A-27. Penetrabilidad del suelo en kg/cm^2 , a una profundidad de 0-20 cm antes de la preparación del suelo. San Luis Talpa, La Paz. 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T ₁	3.50	4.00	4.25	11.75	3.92
T ₂	4.50	3.65	3.75	11.90	3.97
T. Parc. Media	8.00	7.65	8.00	23.65	7.89
T ₃	-	-	-	-	-
T ₄	-	-	-	-	-
T. Parc. Media	-	-	-	-	-
T. Bloques	-	-	-	-	-

Cuadro A-28.-

TIPOS Y CLASES DE ESTRUCTURA DEL SUELO								
	Tipo (forma y disposición de los agregados)							
	Laminiforme, con una dimensión (la vertical) limitada y mucho menor que las otras dos orientaciones en un plano horizontal; las caras son en su mayoría horizontales.	Prismas con dos dimensiones (las horizontal) limitadas y considerablemente menores que la vertical; orientación alrededor de un eje vertical; caras verticales bien definidas; vértices angulares.		Semejando bloques; poliedrico o esferoidal, con tres dimensiones del mismo orden de magnitud; orientación alrededor de un punto.		Semejando bloques; bloques o poliedros que tienen superficies planas o curvadas moldeadas por las caras de los agregados que los circundan.		Esferoides o poliedros que tienen caras planas o curvadas, las cuales se ajustan ligeramente o nada a las superficies de los agregados que los circundan.
		Sin partes superiores redondeadas.	Con partes superiores redondeadas.	Caras aplanadas; la mayoría de los vértices fuertemente angulosos.	Caras aplanadas y redondeadas mezcladas; con muchos vértices redondeados.	Agregados relativamente no porosos.	Agregados porosos.	
Laminar	Prismática	Columnar	En bloques angulares.	En bloques subangulares.	Granular	Migajosa		
Fina o muy delgada.	Laminar muy fina; 1 mm.	Prismática muy fina; 10 mm.	Columnar muy fina; 10 mm.	En bloques angulares muy finos; 5 mm.	En bloques subangulares muy finos; 5 mm.	Granular muy fina; 1 mm.	Migajosa muy fina; 1 mm.	
Delgada	Laminar fina; 1 a 2 mm.	Prismática fina; 10 a 20 mm.	Columnar fina; 10 a 20 mm.	En bloques angulares finos; 5 a 10 mm.	En bloques subangulares finos; 5 a 10 mm.	Granular fina; 1 a 2 mm.	Migajosa fina; 1 a 2 mm.	
Mediana	Laminar mediana; 2 a 5 mm.	Prismática media; 20 a 50 mm.	Columnar mediana; 20 a 50 mm.	En bloques angulares medianos; 10 a 20 mm.	En bloques subangulares medianos; 10 a 20 mm.	Granular mediana; 2 a 5 mm.	Migajosa mediana; 2 a 5 mm.	
Gruesa o espesa	Laminar gruesa; 5 a 10 mm.	Prismática gruesa; 50 a 100 mm.	Columnar gruesa; 50 a 100 mm.	En bloques angulares gruesos; 20 a 50 mm.	En bloques subangulares gruesos; 20 a 50 mm.	Granular gruesa; 5 a 10 mm.		
Muy gruesa o espesa.	Laminar muy gruesa; 10 mm.	Prismática muy gruesa; > 100 mm.	Columnar muy gruesa; > 100 mm.	En bloques angulares muy gruesos; > 50 mm.	En bloques subangulares muy gruesos; > 50 mm.	Granular muy gruesa; > 10 mm.		

ARADO DE TRACCION ANIMAL

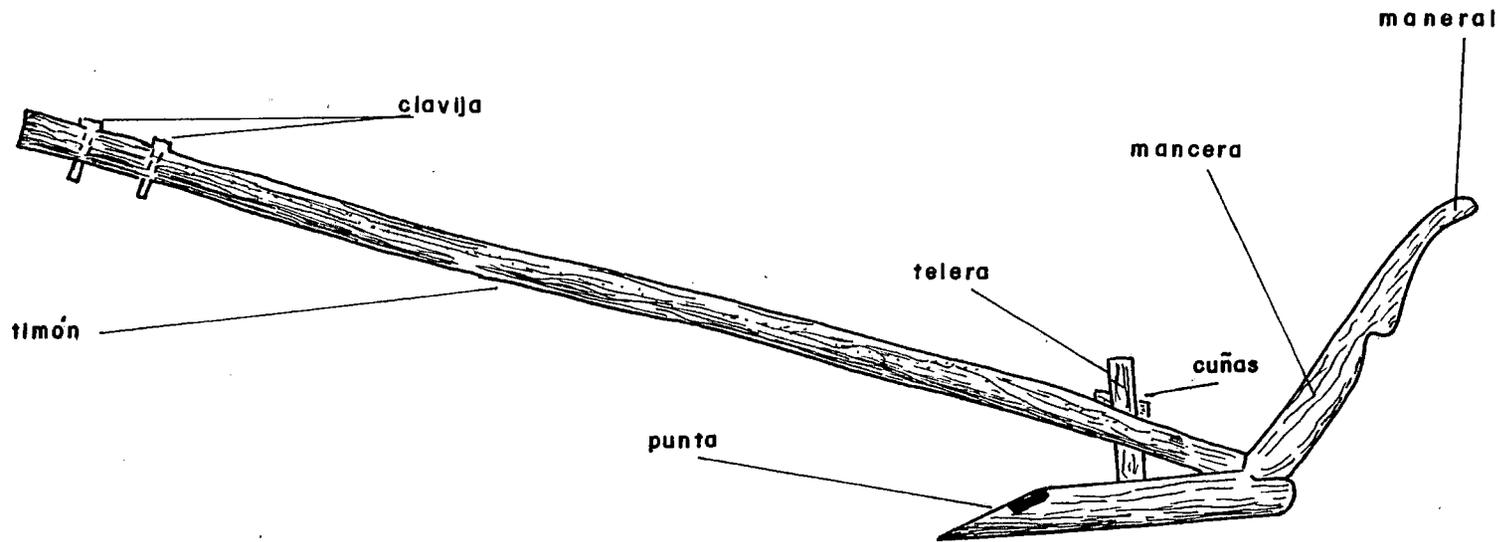


Fig. A-1 - Arado de madera ó de palo y sus diferentes partes .

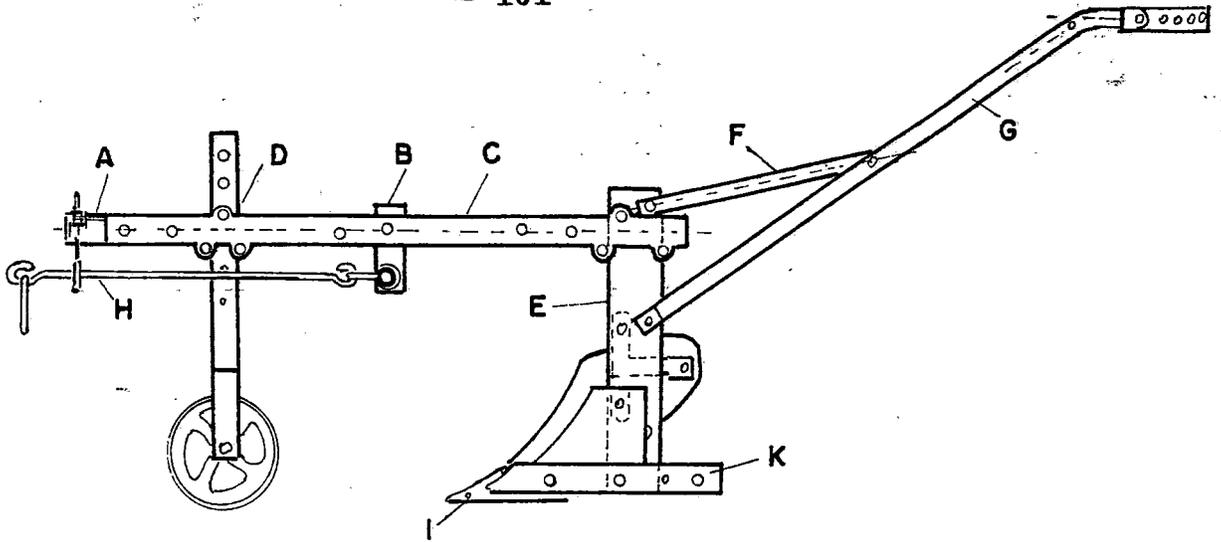


Fig. A-2 - Gráfico del arado de vertedera vista lateral

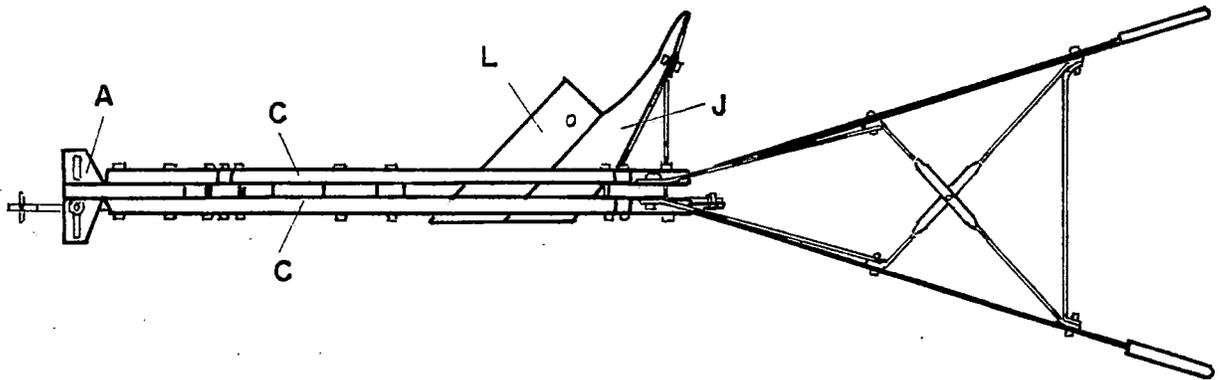
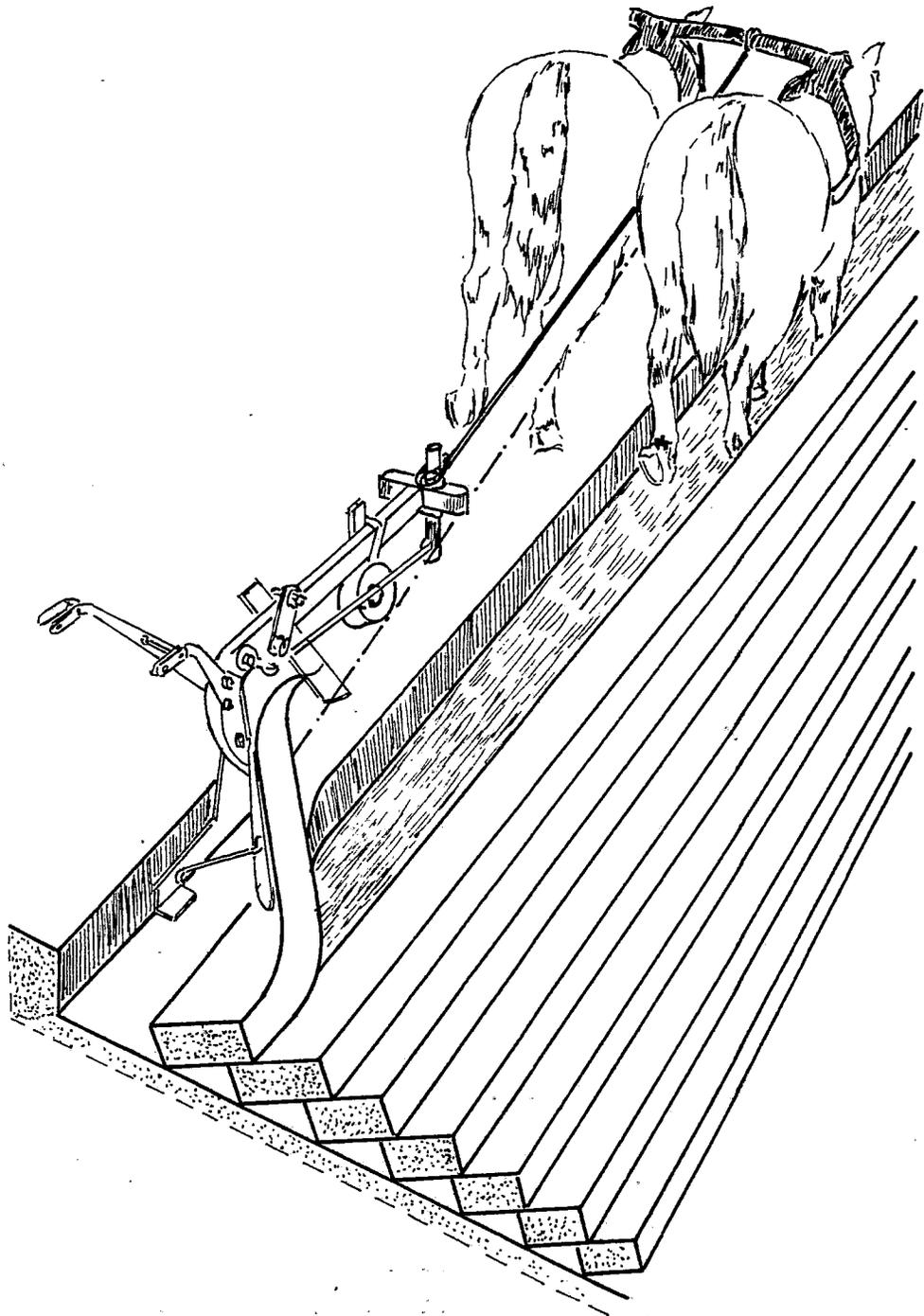
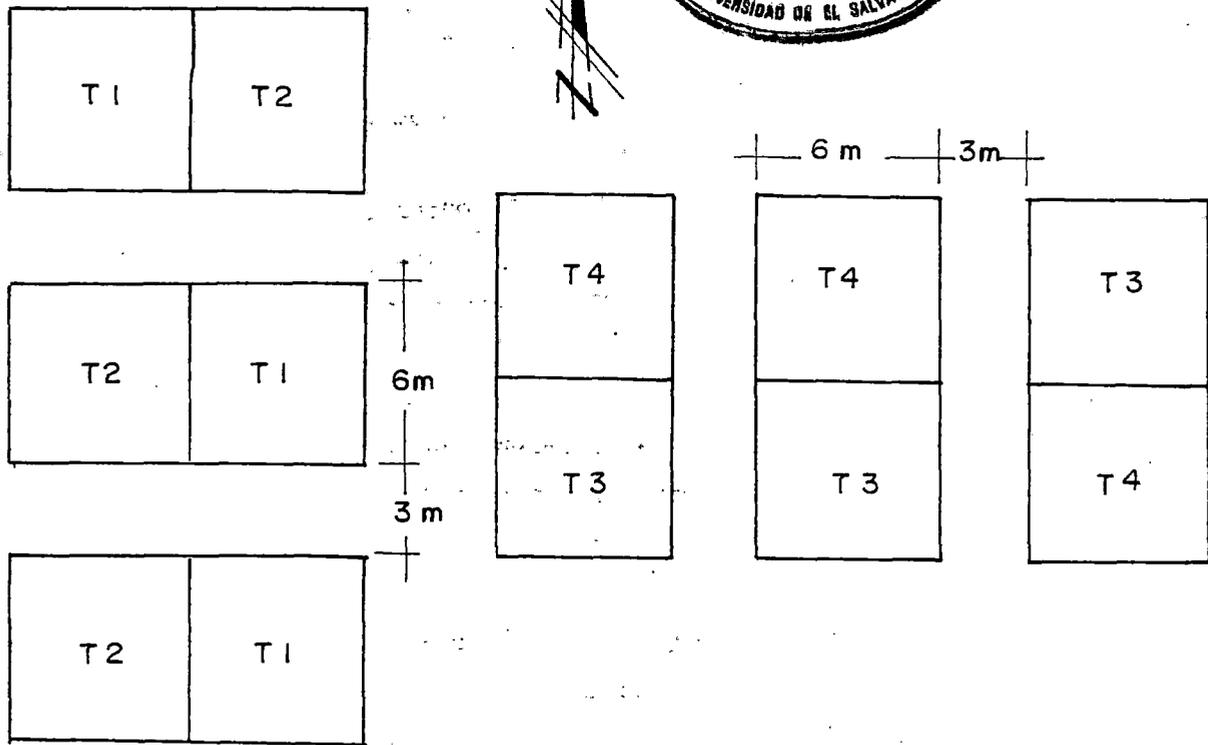


Fig. A-3 - Gráfico del arado de vertedera vista superior



**Fig.A-4 . Arado de rejas o de vertedera de tiro animal
(arando el suelo) .**



F. A .

F. L .

Fig.A-5 - Forma de distribución de los tratamientos en estudio para las texturas franco arenoso y franco limoso .

ESC. 1 : 250

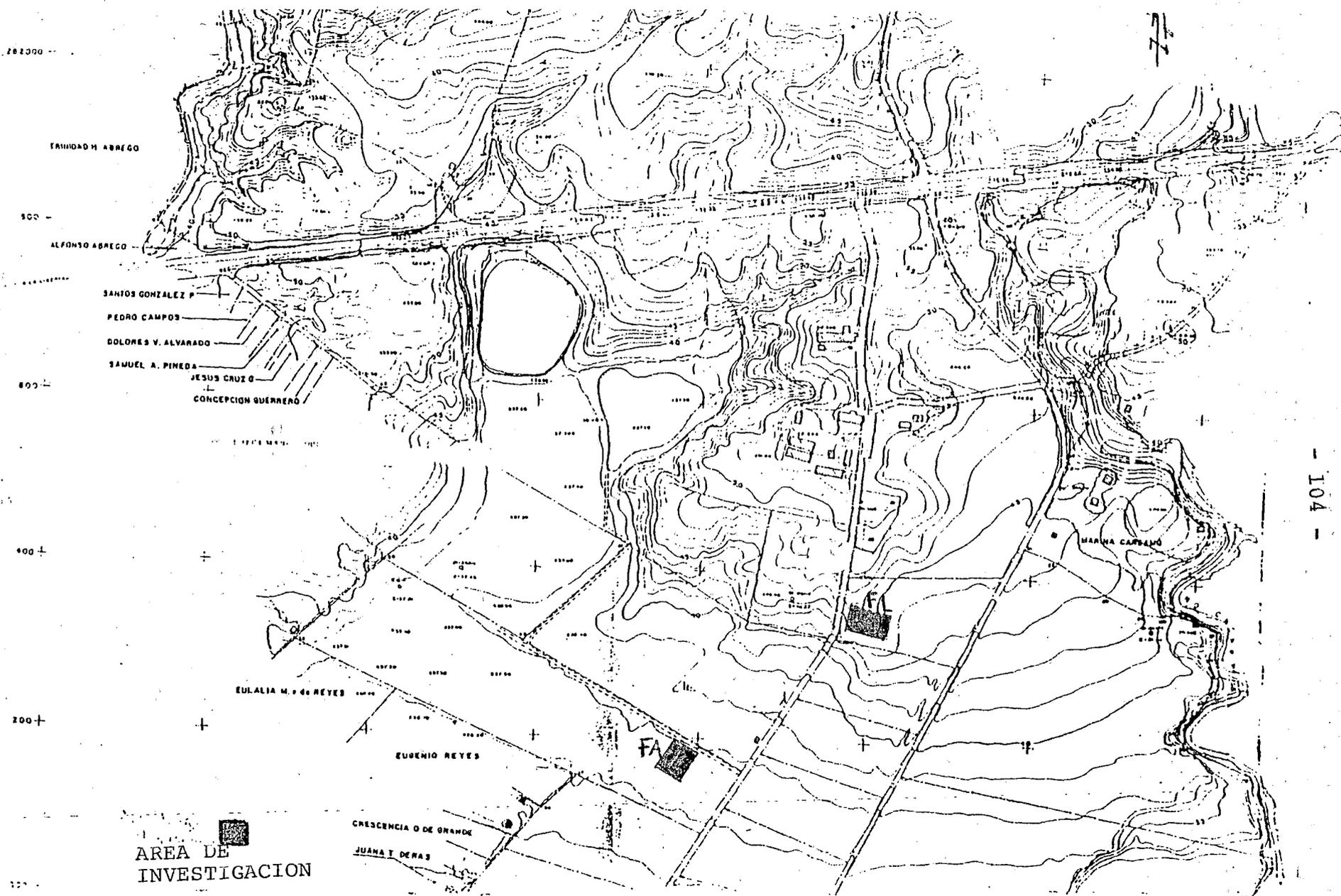


Figura A-6. Plano de ubicación del ensayo en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Esc. 1:6500.