

INFLUENCIA DE CINCO SISTEMAS DE PREPARACION DE  
SUELO EN EL RENDIMIENTO DE DOS GENOTIPOS DE  
MAIZ (Zea mays L.) EN UN SUELO DE VEGA  
DEL DEPARTAMENTO DEL META

MARTHA SUSANA ORJUELA RODRIGUEZ

OMAR ORLANDO SANCHEZ MARTINEZ



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

VILLAVICENCIO  
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA  
FEBRERO, 1991

INFLUENCIA DE CINCO SISTEMAS DE PREPARACION DE  
SUELO EN EL RENDIMIENTO DE DOS GENOTIPOS DE  
MAIZ (Zea mays L.) EN UN SUELO DE VEGA  
DEL DEPARTAMENTO DEL META

MARTHA SUSANA ORJUELA RODRIGUEZ

OMAR ORLANDO SANCHEZ MARTINEZ

Tesis de grado presentada  
como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniero  
Agrónomo.

Director de Tesis:  
GABRIEL ROMERO CAICEDO  
Ingeniero Agrícola M.Sc.

VILLAVICENCIO

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

FEBRERO, 1991

PERSONAL DIRECTIVO

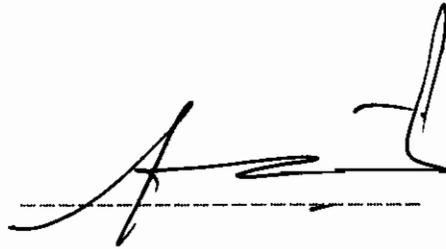
MAURICIO GONZALES MEDINA  
Rector

HECTOR ANTONIO TORRES RONCANCIO  
Vicerrector

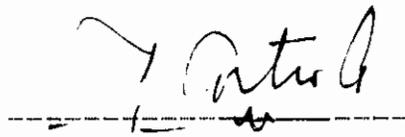
NEREYDA ZAPARAN LEON  
Secretaria General

LAZARO HUGO LEMUS  
Decano Facultad de  
Ingeniería Agronómica

NOTA DE ACEPTACION

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fabio', written over a horizontal dashed line.

FABIO GARAVITO NEIRA  
Jurado

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jorge Castro', written over a horizontal dashed line.

JORGE CASTRO CASTILLO  
Jurado

VILLAVICENCIO FEBRERO 1.991

El presidente de tesis y el consejo examinador de grado no serán responsables de las ideas emitidas por los autores.

## DEDICATORIA

A:

Mi padre, Gustavo, por su incansable lucha y abnegación y ser el verdadero artífice de este triunfo.

Mi madre, Susana, por su continuo apoyo y aliento para culminar mi carrera.

Mi tía Mercedes y César, que con todo su cariño y apoyo incondicional logró hacer que alcanzara mi meta.

Mis hermanos, Clara Inés y Gustavo.

Mis Amigos.

Germán.

MARTHA SUSANA

## DEDICATORIA

A:

Mis padres Marcos e Inés por los esfuerzos tan supremos que han realizado para brindarme un futuro mejor.

Mis hermanos Leonardo e Ivan Fernando

Gustavo q.e.p.d. y María

Mis amigos

OMAR ORLANDO

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sinceros agradecimientos a :

DOCTOR GABRIEL ROMERO CAICEDO, Ingeniero Agrícola por su desinteresada colaboración y orientación en la ejecución del presente trabajo.

DOCTOR WALTER DE JESUS RONDON, Ingeniero Agrónomo, por su acertada y decidida orientación para la elaboración de la investigación.

DOCTOR GONZALO MELO, Ingeniero Agrónomo, por su invaluable ayuda y colaboración para llevar a término este trabajo en el campo.



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

DOCTOR JULIO CESAR MORENO, Agrólogo, Por su incondicional apoyo en el analisis de fisica de suelos.

DOCTOR JORGE ARGUELLES, Ingeniero Agrónomo, por su asesoría en los analisis estadísticos.

DOCTORES FABIO GARAVITO Y JORGE CASTRO, por sus acertadas sugerencias en las modificaciones del informe final.

FEDERACION NACIONAL DE CEREALES, por su apoyo económico.

C.R.I. LA LIBERTAD, al personal del programa Maiz Sorgo.

I.G.A.C., al personal del laboratorio de suelos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES,  
facultad de ingeniería agronómica, a los docentes y al  
personal del laboratorio de suelos.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.	
1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	GENERALES	3
2.2.	ESPECIFICOS	3
3.	JUSTIFICACION	4
4.	REVISION DE LITERATURA	5
4.1.	ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DEL MAIZ	5
4.2.	PREPARACION DE SUELO	6
4.3.	FACTORES BASICOS EN LA PREPARACION DEL SUELO	8
4.4.	PROBLEMAS DE LABRANZA	8
5.	HIPOTESIS Y VARIABLES	15
5.1.	HIPOTESIS	15
5.2.	VARIABLES	15
5.2.1.	Independientes	15
5.2.2.	Dependientes	15
5.2.3.	Intervinientes	16
6.	MATERIALES Y METODOS	17
6.1.	MATERIALES	17
6.2.	VARIOS	18

6.3.	MÉTODOS	18
6.3.1.	Localización	18
6.3.2.	Diseño experimental y de campo	19
6.3.3.	Número de replicaciones	19
6.3.4.	Total de Subparcelas	19
6.3.5.	Diseño de campo	19
6.4.	DESCRIPCION DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES	20
6.4.1.	Genotipos	20
6.4.2.	Sistemas de preparación de suelo.	20
6.5.	DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	21
6.6.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	22
6.6.1.	Levantamiento topográfico	22
6.6.2.	Toma de muestra para caracterización física del suelo.	22
6.6.3.	Preparación del suelo	22
6.6.4.	Descripción del perfil del suelo.	24
6.6.5.	Siembra	26
6.6.6.	Fertilización	26
6.6.7.	Raleo	26
6.6.8.	Control de malezas	26
6.6.9.	Control de plagas	27
6.6.10.	Cosecha	27
6.7.	CRITERIOS DE EVALUACION	27
6.7.1.	Pruebas de caracterización físicas del suelo	27
6.7.1.1.	Densidad aparente	27
6.7.1.2.	Porosidad total	27
6.7.1.3.	Macroporosidad	28

6.7.1.4.	Microporosidad	28
6.7.1.5.	Estabilidad estructural	28
6.7.1.6.	Resistencia a la penetrabilidad	29
6.7.2.	Factores fisiológicos	29
6.7.2.1.	Profundidad radicular	29
6.7.2.2.	Peso seco de raíz	29
6.7.2.3.	Altura de planta	29
6.7.2.4.	Grosor de tallo	30
6.7.3.	Componentes de rendimiento	30
6.7.3.1.	Peso de mazorca	30
6.7.3.2.	Peso grano mazorca	30
6.7.3.3.	Peso de 100 semillas	30
6.7.3.4.	Longitud de la mazorca	30
6.7.3.5.	Diámetro de la mazorca	31
6.7.3.6.	Número de hileras/mazorca	31
6.7.3.7.	Número de granos/hilera	31
6.7.3.8.	Rendimiento	31
7.	RESULTADOS	32
7.1.	Pruebas de caracterización físicas del suelo	32
7.1.1.	Densidad aparente	32
7.1.2.	Porosidad total	33
7.1.3.	Macroporosidad	33
7.1.4.	Microporosidad	33
7.1.5.	Estabilidad estructural	34
7.1.6.	Resistencia a la penetración	40
7.2.	Factores fisiológicos	43



**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**

**SISTEMA DE BIBLIOTECAS**

**HEMEROTECA**

**Villavicencio - Meta**

RECEBIDO EN EL  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
VILLAVICENCIO - META  
1980

7.2.1.	Profundidad radicular	43
7.2.2.	Peso seco de raíz	47
7.2.3.	Altura de planta	51
7.2.4.	Grosor de tallo	55
7.3.	Componentes de rendimiento	62
7.3.1.	Peso de mazorca	62
7.3.2.	Peso grano de mazorca	65
7.3.3.	Peso de 100 semillas	67
7.3.4.	Longitud de mazorca	70
7.3.5.	Diámetro de mazorca	73
7.3.6.	Número de hileras/mazorca	75
7.3.7.	Número de granos/hilera	78
7.3.8.	Rendimiento	80
8.	DISCUSION	88
9.	ANALISIS ECONOMICO	92
10.	CONCLUSIONES	104
11.	RECOMENDACIONES	106
12.	RESUMEN	107
13.	BIBLIOGRAFIA	110

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Resultado del análisis de caracterización del suelo donde se realizó el ensayo.	23
TABLA 2. Resultado del análisis del perfil del suelo.	25
TABLA 3. Prueba de Tukey en los cinco sistemas de preparación para las variables físicas del suelo : Densidad aparente, porosidad total, microporosidad, macroporosidad, estabilidad estructural y resistencia a la penetración.	34
TABLA 4. Prueba de Tukey para la interacción genotipo por sistema de preparación en la variable profundidad radicular.	44
TABLA 5. Prueba de Tukey para la interacción genotipo por sistema de preparación en la variable peso seco de raíz.	49

TABLA 6.	Prueba de Tukey para la interacción genotipo por sistema de preparación en la variable altura de planta.	53
TABLA 7.	Prueba de Tukey para la interacción genotipo por sistema de preparación en la variable grosor de tallo.	57
TABLA 8.	Prueba de Tukey entre genotipos para las variables fisiológicas : Profundidad radicular, peso seco de raíz, altura de planta, grosor de tallo.	59
TABLA 9.	Prueba de Tukey entre sistemas de preparación de suelo para las variables fisiológicas: Profundidad radicular, peso seco de raíz, altura de planta, grosor de tallo.	60
TABLA 10.	Prueba de Tukey entre la interacción genotipo por sistema de preparación para los componentes de rendimiento: Peso de mazorca y peso de grano.	63
TABLA 11.	Prueba de Tukey entre la interacción genotipo por sistema de preparación para el componente de rendimiento: peso de 100	

semillas. 68

TABLA 12. Prueba de Tukey entre la interacción genotipo por sistema de preparación para los componentes de rendimiento: diámetro y longitud de mazorca. 71

TABLA 13. Prueba de Tukey entre la interacción genotipo por sistema de preparación para los componentes de rendimiento: Número de hileras por mazorca y número de granos por hilera. 76

TABLA 14. Prueba de Tukey entre la interacción genotipo por sistema de preparación para la variable rendimiento. 82

TABLA 15. Prueba de Tukey entre genotipos para los componentes de rendimiento. 83



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

TABLA 16. Prueba de Tukey entre sistemas de preparación para los componentes de rendimiento. 84

TABLA 17. Rendimiento (kg/Ha) de dos genotipos de maiz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	94
TABLA 18. Presupuesto parcial por Ha. de cinco sistemas de preparación de suelo.	96
TABLA 19. Análisis de dominancia de datos de respuesta a sistemas de preparación de suelo.	98
TABLA 20. Análisis económico marginal de los sistemas de preparación.	100



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Influencia del sistema de preparación del suelo, en la densidad aparente y en el rendimiento del cultivo.	35
FIGURA 2. Influencia del sistema de preparación del suelo, en la porosidad total y en el rendimiento del cultivo.	36
FIGURA 3. Influencia del sistema de preparación del suelo, en la microporosidad y en el rendimiento del cultivo.	38
FIGURA 4. Influencia del sistema de preparación del suelo, en la macroporosidad y en el rendimiento del cultivo.	39
FIGURA 5. Estabilidad estructural del suelo bajo cinco sistemas de preparación.	41
FIGURA 6. Influencia del sistema de preparación, en la resistencia a la penetración y en el rendimiento del cultivo.	42



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

FIGURA 7.	Profundidad radicular de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	46
FIGURA 8.	Materia seca/planta acumulada por dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	50
FIGURA 9.	Grosor de tallo de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	54
FIGURA 10.	Altura de planta de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	58
FIGURA 11.	Numero de hileras/mazorca de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	64
FIGURA 12.	Numero de granos / hilera de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	66
FIGURA 13.	Diámetro de mazorca de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de	

preparación de suelo.	69
FIGURA 14. Longitud de mazorca de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	72
FIGURA 15. Peso de cinco mazorcas de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	74
FIGURA 16. Peso de grano de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	77
FIGURA 17. Peso de 100 semillas de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	79
FIGURA 18. Rendimiento de dos genotipos de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	85
FIGURA 19. Rendimiento de maíz bajo cinco sistemas de preparación de suelo.	86

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
GRAFICA 1. Curva de beneficios netos.	100



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Influencia en algunas labores en la producción de maíz.

ANEXO 2. Datos meteorológicos durante el ciclo del cultivo.

ANEXO 3. Diagrama de campo.



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ANEXO 4. Características agronómicas de los genotipos V - 214 y H - 260.

ANEXO 5. Especificaciones sobre los implementos utilizados en el ensayo.

ANEXO 6. Descripción del perfil del suelo.

ANEXO 7. Anava para la densidad aparente y la porosidad total a madurez fisiológica.

ANEXO 8. Anava para microporosidad y macroporosidad a madurez fisiológica .

- ANEXO 9. Anava para resistencia a la penetrabilidad del suelo a 30 DDG .
- ANEXO 10. Anava para profundidad radicular de raíz a 10 DDG, madurez fisiológica y cosecha.
- ANEXO 11. Anava para materia seca de raíz a madurez fisiológica y cosecha.
- ANEXO 12. Anava para altura de planta a 45 DDG y a madurez fisiológica.
- ANEXO 13. Anava para grosor de tallo a 45 DDG y a madurez fisiológica.
- ANEXO 14. Anava para peso de mazorca y peso de grano.
- ANEXO 15. Anava para peso de 100 semillas.
- ANEXO 16. Anava para longitud y diámetro de mazorca.
- ANEXO 17. Anava para número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.
- ANEXO 18. Anava para rendimiento en Kg/Ha.

## 1. INTRODUCCION

El maíz es el cereal más utilizado en Colombia por la diversidad de formas en que se consume. En algunos departamentos como Antioquia, Caldas, Quindío se utiliza principalmente en consumo semidirecto en un alto porcentaje de la dieta alimenticia. Su producción constituye materia prima para la industria de pegantes, alcoholes, concentrados y aceites comestibles que se consideran como productos de consumo masivo y de gran valor dentro de la canasta familiar.



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

La producción obtenida en los últimos años no ha sido suficiente para suplir la demanda interna debido principalmente a la poca rentabilidad en relación con otros cultivos que lo han desplazado; el área de producción tecnificada es del orden del 30%, con una producción promedio de 3.0 tn/Ha. a diferencia de la producción tradicional que sólo alcanza 1.3 tn/Ha., lo cual ha creado la necesidad de importar el grano.

Para la obtención de una buena cosecha se hace

indispensable la interacción de varios factores, pero hay uno que se considera el más importante y básico: La preparación del suelo. La disponibilidad de agua y aire para las plantas depende grandemente de la estructura del suelo. En general un suelo con una buena estructura es la base para que haya una proporción armónica de agua y aire, ambos son elementos relacionados estrechamente entre sí. Se puede encontrar otros factores que desde luego también influyen en la buena producción, como son textura, profundidad efectiva, cultivo anterior, topografía del terreno; pero que precisamente se pueden corregir aplicando buenas labores culturales y entre ellas la técnica adecuada para la preparación del suelo utilizando el sistema más apropiado, así como el equipo de labranza aconsejado según las condiciones propias de cada lote.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos generales

- Determinar la influencia del sistema de preparación del suelo en el rendimiento del cultivo del maíz.
- Conocer la respuesta al sistema de preparación del suelo de dos genotipos comerciales de maíz ICA H-260, ICA V-214, en un suelo de vega del Departamento del Meta.

### 2.2. Objetivos específicos



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

- Observar el comportamiento agroeconómico de dos genotipos de maíz frente a diferentes sistemas de preparación de un suelo.
- Evaluar el rendimiento de estos genótipos frente a la preparación del suelo con arado de discos y con arado de cincel.
- Determinar para cada caso la relación Costo - Beneficio.

### 3. JUSTIFICACION

En Colombia, el cultivo del maíz ha sufrido una notable reducción en el área de producción, lo cual junto a otros factores inherentes, ha creado la necesidad de importar el producto para suplir la demanda del mismo.

La Universidad como participe en el proceso de investigación debe desarrollar tecnologías que permitan solucionar problemas a los agricultores, uno de estos inconvenientes debido al continuo laboreo con tractores de llanta es la formación de una capa endurecida a escasa profundidad limitando el desarrollo radicular, el intercambio de agua subterránea, la percolación del agua lluvia y una serie de problemas derivados.



**DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

En el presente trabajo se estudian diferentes formas de preparación del suelo para evaluarlas, buscando la que dé mayores beneficios al agricultor y mejore la estructura del suelo.

## 4. REVISION DE LITERATURA

### 4.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DEL MAIZ.

El maíz es una planta dotada de una amplia respuesta a las oportunidades que ofrece el medio ambiente. Esta cualidad ha sido explotada por el hombre para conseguir variedades adaptadas a condiciones muy dispares. Actualmente existe una gran diversidad de tipos y razas de maíz útiles para su cultivo bajo condiciones muy distintas de las propias de su habitat original. (4).

En Colombia el maíz se cultiva a lo largo y ancho de su geografía. Desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a los 2.800 metros. En regiones tan desérticas como en la Guajira, o tan húmedas como en el Chocó. (6).

Se adapta a temperaturas de 0 a 28 C. La temperatura junto con la luminosidad influyen en forma directa sobre

el período vegetativo. La precipitación debe ser de de 600 mm. promedio anual en adelante. Se debe disponer de buena humedad en el suelo para las épocas de germinación y floración. (8).

Los cultivos anuales que se podrían sembrar en el departamento del Meta en los suelos de las clases I y II que están clasificados de acuerdo por su aptitud de uso sin mayores limitaciones desde el punto de vista de correctivos y fertilizantes son: para el primer semestre, maíz y arroz seco, y para el segundo semestre, algodón, sorgo, soya y ajonjolí. (5).

#### 4.2. PREPARACION DEL SUELO

La preparación del suelo o prácticas de cultivo se refieren a la condición física del suelo en su relación con el crecimiento de las plantas, y de aquí que se tome conocimiento de todas estas condiciones físicas de los suelos que puedan influenciar el desarrollo de las plantas. (7).

Las labores preparatorias del suelo para la siembra, ya sean en forma mecánica, manual o en sistemas de no labranza o mínimo laboreo, deben servir para facilitar la germinación y favorecer el desarrollo de la planta durante su ciclo vegetativo. Esto implica preparar un

buen suelo para la siembra donde la semilla pueda germinar rápido y la plántula emerger con facilidad a la vez que profundiza sus raíces. Lo que se persigue con estas labores es:

- Proporcionar un buen soporte para la germinación de la semilla y el fácil crecimiento de las raíces.
- Incorporar materia orgánica y residuos de cosecha de cultivos anteriores.
- Contribuir al control de malezas.
- Airear el suelo.
- Dificultar la propagación de insectos y enfermedades del cultivo entre dos cosechas.
- Prevenir la erosión y preservar la vida microbiana del suelo, para asegurar la evolución de la materia orgánica y el nitrógeno como base de su fertilidad natural. (6).

El primer objetivo de todas las operaciones primarias de labranza es causar un efecto sobre la estructura del suelo, principalmente con el objeto de obtener un volumen mayor de espacios de poros grandes. Una buena estructura significa la formación en el suelo de pequeños agregados y que el suelo se encuentra bien desterronado de tal

manera que se obtenga una buena aireación. (1).

#### 4.3 FACTORES BASICOS EN LA PREPARACION DEL SUELO.

Los siguientes factores básicos se deben considerar en la preparación eficiente de un terreno con las maquinarias modernas y en la selección de las máquinas apropiadas:

1. Humedad del suelo a tiempo de la operación de labranza.
2. Textura del suelo.
3. Residuos de cultivo y otra vegetación.
4. Características topográficas del campo, tales como pendientes y drenajes.
5. Tipo de cultivo que se va a realizar.
6. Condiciones climáticas. (8).

#### 4.4 PROBLEMAS DE LABRANZA

El excesivo laboreo del suelo es antieconómico; además el paso continuado de equipos de labranza en áreas mecanizadas produce capas compactas a uno o varios niveles de profundidad, que impiden el desarrollo libre de las raíces y facilitan el encharcamiento, produciendo

reducción en el rendimiento. (6).

El uso continuo de los arados de disco para la preparación de los suelos ha ocasionado cambios o modificaciones en la estructura física de los mismos, los cuales han afectado el anclaje de las plantas y la capacidad de las raíces para extraer del suelo los nutrientes existentes, siendo necesario aumentar la dosis y la frecuencia de aplicación de los fertilizantes químicos, incrementándose de esta forma los costos de producción para el cultivo.(3).

Con relación a este aspecto de las labores culturales es interesante ver cómo el agricultor le da mayor importancia a algunas labores, cuyo efecto en la producción es discutible, tales como las de preparación del suelo para la siembra y, en cambio, descuida algunas posteriores a la siembra que tienen gran influjo en la producción.



**DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

El control de malezas y plagas en el maíz, es bastante inadecuado, en cambio es frecuente el número excesivo de rastrilladas antes y después de la arada, siendo posible que esta última operación sobre en algunos casos, tal como lo indican los resultados expuestos en el Anexo 1.

Comparando en el Anexo 1 los resultados obtenidos en los tratamientos I, II y III, se ve que la rastrillada antes de la arada, y una rastrillada y la pulida después de arar fueron operaciones que sobraron. La creencia de muchos agricultores de que el suelo debe quedar bien pulverizado para considerarlo bien preparado, es común pero no cierta. (2).

En el método tradicional de labranza, los residuos de cosecha son despedazados y el terreno se ara con discos; esto preparando con un rastrillo una ó dos veces, y finalmente se pasa una rastra. Un surcador ó arado sembrador de discos sencillos se usa generalmente para el maíz. Con este método se prepara, un cuadro de siembra finamente desterrronado que produce un buen plantío y rendimiento de maíz. Los terrones y la hojarasca no son estorbo para una labranza rápida. Sin embargo, estas operaciones tradicionales constituyen una forma relativamente cara de preparar un cuadro de siembra. Las múltiples pasadas por encima del terreno producen cuadros de siembra firmes y a menudo apretados. En consecuencia, la superficie se vuelve susceptible de rápida obstrucción, la infiltración de agua se reduce y el desague y la erosión aumenta. (9).

Anualmente los agricultores pierden cerca de 80.000 millones de pesos por las deficiencias en la recolección

de las cosechas y los bajos rendimientos ocasionados por el mal manejo de los suelos.

En solo arroz, sin que aún se sepa si fue por culpa de las semillas ó por la mala preparación del suelo, los agricultores del país, dejaron de percibir el año pasado más de 8.000 millones de pesos, como consecuencia de los bajos rendimientos por hectárea.

Segun el gremio cerealista, de los cuatro millones de hectáreas utilizadas en la explotación agrícola en Colombia, un millón corresponde al área mecanizada y de ellas, 700 mil son plantadas con cultivos semestrales. El estudio realizado por Fenalce revela que la mala preparación del suelo es la responsable de buena parte de los bajos rendimientos en la producción agropecuaria. La razón: en zonas como el Valle del Cauca donde el suelo es "bien manejado", una hectárea de maiz produce hasta ocho toneladas, mientras que en otras regiones sólo se llega a una tonelada.

En sorgo, los agricultores de Córdoba, alcanzan rendimientos de hasta cinco toneladas, mientras que el promedio nacional está en dos toneladas. Algo similar ocurre con el trigo y la cebada en Nariño y el altiplano Cundiboyacense.

FENALCE sostiene que en suelos de similar potencial de producción, unos agricultores obtienen mayores rendimientos que otros; pese a que usan la misma semilla y los mismos insumos. En casos como este es donde se han detectado problemas de compactación de suelos.

En concepto del departamento de estudios de FENALCE, lo que sucede es que el país ha avanzado en la investigación de variedades productivas y aplicación de insumos y fertilizantes, pero no se ha preocupado por lo que ocurre debajo de la capa arable, que es donde se forman las raíces de las plantas. (10).



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Según Tovar (10) los equipos que se deben utilizar para una buena preparación del suelo son:

- Arado de Cincel: Prepara el suelo, mezcla residuos de cosecha en la capa superficial del suelo, previene erosión y aumenta la absorción del agua de lluvia. Rompe a una profundidad de 50 centímetros.

- Arado Subsolador: Rompe el suelo a una profundidad mayor de 50 centímetros y tiene la gran ventaja de no invertir los horizontes del terreno.

- Rastras de Resorte o Vibrocultivadores: Es una de las herramientas apropiadas para la adecuación de la cama de la semilla.

- Rodillos Desterronadores: Son muy poco usados en Colombia. Este equipo deja el suelo acanalado lo que permite una mejor absorción del agua lluvia e impide la formación de costras. No se debe usar en suelos húmedos, debido a que produce compactación en vez de desterronar.

Equipos nocivos:

- Arado de Disco: Es el responsable en gran parte del daño que se ha causado a terrenos anteriormente fértiles. Por su propio diseño, invierte los horizontes que integran la capa vegetal, expone partes húmedas al sol y forma pie de arado, es decir, capa endurecida.

- Arado de Vertedera: Es poco conocido en Colombia; causa igual daño que el anterior.

- Rastra pesada de tipo Rome: Con este equipo se agrava el problema de pie de arado. En el mejor de los casos logra ocho centímetros de capa arada aprovechable para las raíces del cultivo. Además pulveriza el suelo destruyendo su estructura.

- Rastrillo de disco: Al igual que el arado de disco, es uno de los mayores responsables de la degradación en que se encuentra la mayor parte de los suelos cerealistas en Colombia. Sin embargo, esta herramienta puede ayudar a la adecuación del suelo cuando su uso se limita a uno o

dos pases, después de que el suelo haya sido arado a profundidad. (10).

## 5. HIPOTESIS Y VARIABLES

### 5.1 HIPOTESIS

El desarrollo radicular se verá favorecido en aquellas parcelas donde se preparó el suelo con arado de cincel vibratorio.

La preparación del suelo con arado de cincel repercutirá en una mayor producción.

### 5.2. VARIABLES

#### 5.2.1. Independientes

- Sistemas de preparación del suelo
- Genotipos

#### 5.2.2. Dependientes

- Caracterización física del suelo.

- Profundidad de la raíz
- Altura de las plantas
- Peso seco de raíz
- Grosor de tallo
- Número de mazorca por planta
- Peso de la mazorca
- Peso de grano de la mazorca
- Peso de 100 granos
- Longitud de la mazorca
- Diámetro de la mazorca
- Número de hileras por mazorca
- Número de granos por hilera
- Rendimiento kilogramos/Ha.

#### 5.2.3. Intervinientes

- Suelo
- Labores culturales
- Condiciones ambientales

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1. MATERIALES

Semillas:

ICA V-214

ICA H-260

Implementos Agrícolas:

- Tractor
- Arado de discos
- Arado de cincel fijo
- Arado de cincel vibratorio
- Rastra

Insumos:

- Urea
- K C L
- DAP
- Herbicidas



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

- Insecticidas

## 6.2. VARIOS

- Barreno
- Estacas
- Bolsas plásticas
- Polipropileno
- Rótulos en madera
- Cinta métrica
- Herramienta de campo
- Material de laboratorio de suelos

## 6.3. METODOS

### 6.3.1. Localización.

El ensayo se realizó en la finca Tanané de propiedad del señor Guillermo Reina, ubicada en la vereda Santa Rosa, municipio de Villavicencio, departamento del Meta.

El Anexo 2 muestra las condiciones climáticas de la finca de Marzo a Julio de 1.990.

### 6.3.2. Diseño Experimental y de Campo.

El diseño experimental que se utilizó fué parcelas divididas con arreglo en bloques al azar.

- Parcela principal: Cinco sistemas de preparación.

- Subparcelas: Dos genotipos de maíz.

Para realizar la investigación según los objetivos propuestos se estableció:

Genotipos: ICA H-260, ICA V-214

Factorial 5 x 2 x 4

6.3.3. Número de replicaciones: Cuatro

6.3.4. Total de Subparcelas: 40

6.3.5. Diseño de Campo

Distancia entre plantas:	0,25	m.
Distancia de surcos:	0,80	m.
Area de subparcela:	200	m <sup>2</sup>
Area de parcela principal:	2.000	m <sup>2</sup>
Area de calles:	2.925	m <sup>2</sup>
Area del ensayo con replicaciones:	10.925	m <sup>2</sup>
Area de subparcela útil:	96	m <sup>2</sup>
Población por hectárea:	50.000	plantas

La disposición de las unidades experimentadas en el campo se observan en el Anexo 3.

#### 6.4. Descripción de las variables independientes

##### 6.4.1. Genotipos

Se utilizó semillas certificadas de ICA H-260 e ICA V-214. Se escogieron estos dos materiales porque poseen características agronómicas especiales por lo cual pueden comportarse muy bien en esta clase de clima y suelo.

En el Anexo 4 se muestran algunas características agronómicas de los genotipos estudiados.

##### 6.4.2. Implementos agrícolas

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó un tractor John Deere 3140.

El arado de disco usado fué un Apolo comunmente utilizado en la zona. Los arados de cincel fijo y cincel vibratorio son Interagro, en el Anexo 5 se especifica las características de cada arado.

#### 6.5. Descripción de los tratamientos.

Los cinco sistemas de preparación que se aplicaron en los dos genotipos fueron los siguientes:

Tratamiento 1. Preparación tradicional mecanizada con el genotipo ICA H - 260, ICA V- 214.

Tratamiento 2. Preparación con 2 pases de arado de cincel fijo con el genotipo ICA H-260, ICA V - 214.

Tratamiento 3. Preparación con 2 pases de arado de cincel vibratorio con el genotipo ICA H-260, ICA V -214.

Tratamiento 4. Preparación con 2 pases de arado de cincel vibratorio y 2 pases de rastra con el genotipo ICA H-260, ICA V - 214 .

Tratamiento 5. Preparación con 2 pases de arado de cincel fijo y 2 pases de rastra con el genotipo ICA H-260, ICA V-214.

## 6.6. Manejo del experimento.

### 6.6.1. Levantamiento topográfico.

Se midió y delimitó el lote experimental tratando de emplear la parte mas homogénea de la finca.

### 6.6.2. Toma de muestras para caracterización física y química del suelo.

Se realizó el muestreo del lote en la forma recomendada para cada caracterización, luego estas muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales, para su respectivo análisis.

El resultado de los análisis iniciales se muestran en la tabla 1.

### 6.6.3. Preparación del suelo



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

La preparación del lote se realizó de acuerdo al Diseño de campo.

Posteriormente se surcó el lote en forma mecánica, usando una barra de aguilonos de enganche en tres puntos.

Tabla 1. Resultado del análisis de caracterización del suelo de la finca Tanané, Villavicencio.

---

Textura	:	Franco Arcillosa (FAR)
M.O.	:	1.3 %
PH	:	4.5
P	:	16.6 ppm
Ca	:	2.24 meq/100 gr suelo
Mg	:	0.41 meq/100 gr suelo
K	:	0.18 meq/100 gr suelo
Na	:	0.03 meq/100 gr suelo
Al	:	0.05 meq/100 gr suelo

---

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Tecnológica de Los Llanos Orientales.

#### 6.6.4. Descripción del perfil del suelo

Esta labor se realizó con el fin de encontrar a que profundidad se encontraba el pie de arado y así saber a que profundidad se podía trabajar el arado de cincel , La capa endurecida se encontró a 25 cm de profundidad y el cincel penetró hasta 40 cm.

El suelo descrito en el área de estudio, es clasificado de acuerdo a la taxonomía Americana, como Entic dystropept.

La génesis o evolución esta en relación a los materiales que han sido transportados por corrientes de agua, que provienen de la cordillera oriental.

Químicamente se caracteriza por tener un alto contenido de bases y además presentar mínimos porcentajes de saturación de aluminio. Tabla 2.

Son suelos relativamente jóvenes, formados por el río negro y hacen parte de una vega reciente, ocupando una posición ligeramente alta con respecto al nivel del cauce.

Físicamente son moderadamente bien drenados en la parte superficial.

TABLA 2. ANALISIS DEL PERFIL DEL SUELO USADO EN EL EXPERIMENTO

PROF	TEX	M.D.	P	pH	Cationes meq/100 gr. suelo				
		%	ppm	1:1	Al	Ca	Mg	K	Na
00-13	FAr	3.3	25.5	4.4	0.10	5.30	1.45	0.12	0.02
13-44	FAr	2.4	13.9	4.8	0.10	4.02	1.18	0.14	0.02
44-62	FArA	1.5	6.9	4.0	0.50	1.55	1.23	0.19	0.02
62-95	AF	0.4	36.5	4.7	0.45	0.72	0.41	0.02	0.02

Fuente: Laboratorio del suelo, Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

#### 6.6.5. Siembra

Esta labor se realizó utilizando 25 Kg/Ha de semilla. Toda la labor fué efectuada a mano y posteriormente se tapó con rastrillos manuales.

#### 6.6.6. Fertilización

Se aplicó un bulto de cloruro de potasio (50 Kg/Ha), y un bulto de DAP al momento de la siembra.

Después del raleo se aplicó tres bultos de Urea/Ha y un bulto de DAP/Ha.

A los 30 DDG se aplicó un bulto de Urea/Ha.

#### 6.6.7. Raleo

Esta labor se hizo a los 10 días después de la germinación y antes de la primera aplicación de Nitrógeno.

#### 6.6.8. Control de malezas

Se realizó una aplicación preemergente de Gesaprim (Atrazina) 2 litros/Ha de producto comercial.

#### 6.6.9. Control de Plagas

Ante el ataque de cogollero (Spodoptera frugiperda) hubo necesidad de aplicar Lorsban 1 litro/Ha de producto comercial a los 30 DDG.

#### 6.6.10. Cosecha

Se realizó en forma manual, se cosecharon <sup>2</sup> 96 m, correspondientes a la parcela útil, estas muestras por parcelas fueron desgranadas en forma mecánica.

El peso y porcentaje de humedad del grano se tomó en las instalaciones del programa Sorgo-Maíz del C.R.I. La Libertad.

#### 6.7. Criterios de evaluación

##### 6.7.1. Pruebas de caracterización Física del suelo

###### 6.7.1.1. Densidad aparente

Se tomó una muestra del lote antes de la preparación del mismo, y una muestra por cada tratamiento a madurez fisiológica. Se calculó mediante el método del terrón emparafinado.

###### 6.7.1.2. Porosidad total

Se calculó para madurez Fisiológica teniendo en cuenta

la densidad aparente ( $D_a$ ) y la densidad real ( $D_r$ ), mediante la siguiente fórmula:

$$p = 1 - D_a/D_r \times 100$$

#### 6.7.1.3. Microporosidad

Para la época de madurez fisiológica se calculó utilizando el contenido de Humedad del suelo a 1/3 de bar y la densidad aparente parcial ( $D_{ap}$ ), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Microporosidad} = H_e \times D_{ap}$$

#### 6.7.1.4. Macroporosidad

Se calculó para madurez fisiológica, teniendo en cuenta la diferencia entre Porosidad total y Microporosidad.

#### 6.7.1.5. Estabilidad estructural

Se tomó una muestra por cada tratamiento a madurez fisiológica, mediante el método de Yoder, calculando el tamaño promedio de los agregados para obtener el índice de agregación.

#### 6.7.1.6. Resistencia a la penetración

Se tomaron cinco sitios por parcela al momento de la siembra, a 30 DDG usando un penetrómetro.

#### 6.7.2. Factores fisiológicos

Se tomaron seis plantas por subparcela y al azar para cada tratamiento.

##### 6.7.2.1. Profundidad radicular

Se midió la longitud de la raíz principal desde el cuello, a los 10 DDG, madurez fisiológica y cosecha.

##### 6.7.2.2. Peso seco de la raíz

Las mismas raíces tomadas para el cálculo de profundidad radicular fueron llevadas a una mufla a 65 grados centígrados por 24 horas para madurez fisiológica y cosecha.

##### 6.7.2.3. Altura de la planta

Se midió desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja bandera a 45 DDG y a madurez fisiológica.

#### 6.7.2.4. Grosor de tallo

Fueron medidas en el tercer nudo de la parte superior del tallo a 45 DDG y a madurez fisiológica.

#### 6.7.3. Factores de rendimiento

Se tomaron cinco mazorcas al azar del área útil de cada subparcela.

##### 6.7.3.1. Peso de cinco mazorcas

##### 6.7.3.2. Peso de grano de cinco mazorcas

Se desgranaron las mazorcas y se pesaron en una balanza analítica.

##### 6.7.3.3. Peso de cien granos

Después de desgranar las cinco mazorcas se separaron cien granos y se pesaron en una balanza analítica.

##### 6.7.3.4. Longitud de la mazorca

Se midió desde la base de la mazorca hasta el ápice.

## 6.7.3.5. Diámetro de la mazorca

Se midió con un nonio la parte media de la mazorca.

## 6.7.3.6. Número de hileras por mazorca

## 6.7.3.7. Número de granos por hilera

## 6.7.4 . Rendimiento corregido en Kg/Ha (ROC)

Se cosechó la subparcela útil, se trilló y luego se pesó y determinó la humedad.

$$\text{ROC} = \frac{(100 - \% H)}{85} \times \text{peso campo} \times \frac{10.000\text{m}}{\text{Area de sub- parcela útil}} = \text{Kg/Ha}$$

## 7. RESULTADOS

Los datos obtenidos en el ensayo fueron tabulados y luego se realizó su respectivo análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% .

A continuación se detalla cada una de las variables estudiadas.

### 7.1. Prueba de caracterización física del suelo

#### 7.1.1. Densidad Aparente (Da)

En el análisis de varianza al nivel del 5% para esta variable medida a madurez fisiológica no se observó diferencia significativa entre sistemas de preparación. Anexo 7.

Para la variable Sistemas de Preparación de suelo la prueba de Tukey al 5% medida a madurez fisiológica nos muestra que al tratar el suelo con los arados de cincel fijo más rastra y cincel vibratorio más rastra 1.35 gr/cc

y 1.32 gr/cc presentan los valores más bajos para densidad aparente en relación con los demás tratamientos sin que exista nivel de significancia. Tabla 3.Figura 1.

#### 7.1.2. Porosidad Total (Pt)

En el análisis de varianza que se presenta en el anexo 8 al nivel del 5% no se observa diferencia significativa en ninguno de los casos tomados a madurez fisiológica del cultivo.

La prueba de Tukey al 5% para los sistemas de preparación señala que a madurez fisiológica cuando se prepara con arado de cincel fijo más rastra , arado de cincel vibratorio más rastra y arado de disco presentan los mayores valores de porosidad total 47.9%, 49.3%, 45.9% respectivamente , no siendo significativa frente a los otros sistemas.Tabla 3 . Figura 2.

#### 7.1.3. Microporosidad

En el análisis de varianza que se registra en el Anexo 8 al nivel del 5% medida a madurez fisiológica no registra diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuando se comparan los promedios de sistemas de

TABLA 3. Comparación de medias para las variables físicas del suelo bajo cinco sistemas de preparación tomadas a madurez fisiológica

Sistema de Preparación	densidad aparente gr/cc	porosidad total %	microporosidad %	Macroporosidad %	Resistencia a la penetración <sup>2</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	Estabilidad estructural
A. Disco	1.40	45.9	28.8	17.1	0.61ab	1.97
A. Cíncel fijo	1.45	44.1	28.4	15.7	0.75a	1.29
A. C. Vibratorio	1.45	44.1	34.8	9.3	0.59ab	1.84
C.V + Rastra	1.35	47.9	27.7	20.2	0.52b	2.17
C.F + Rastra	1.32	49.3	29.3	20.0	0.57b	2.40



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.5$ )



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
HEMEROTECA  
Villavicencio - Meta

FIGURA 1. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PREPARACION DEL SUELO, EN LA DENSIDAD APARENTE Y EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO (gr/cc).

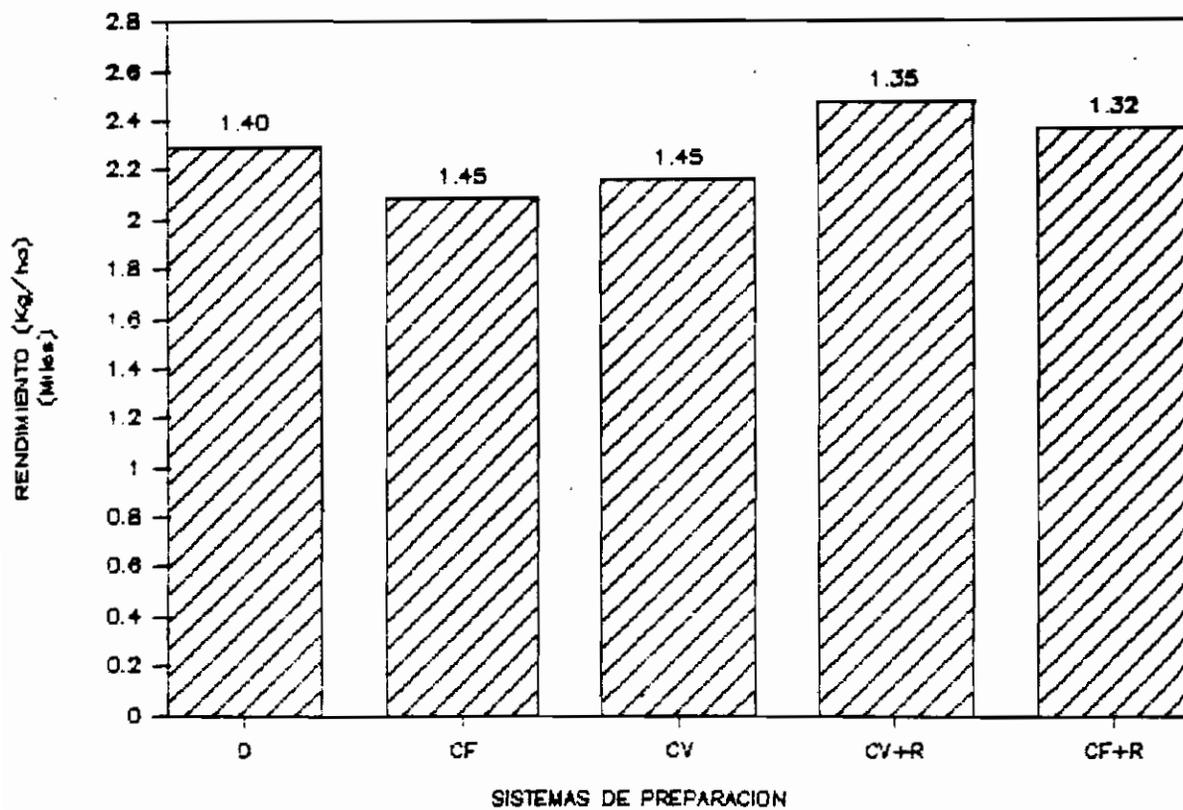
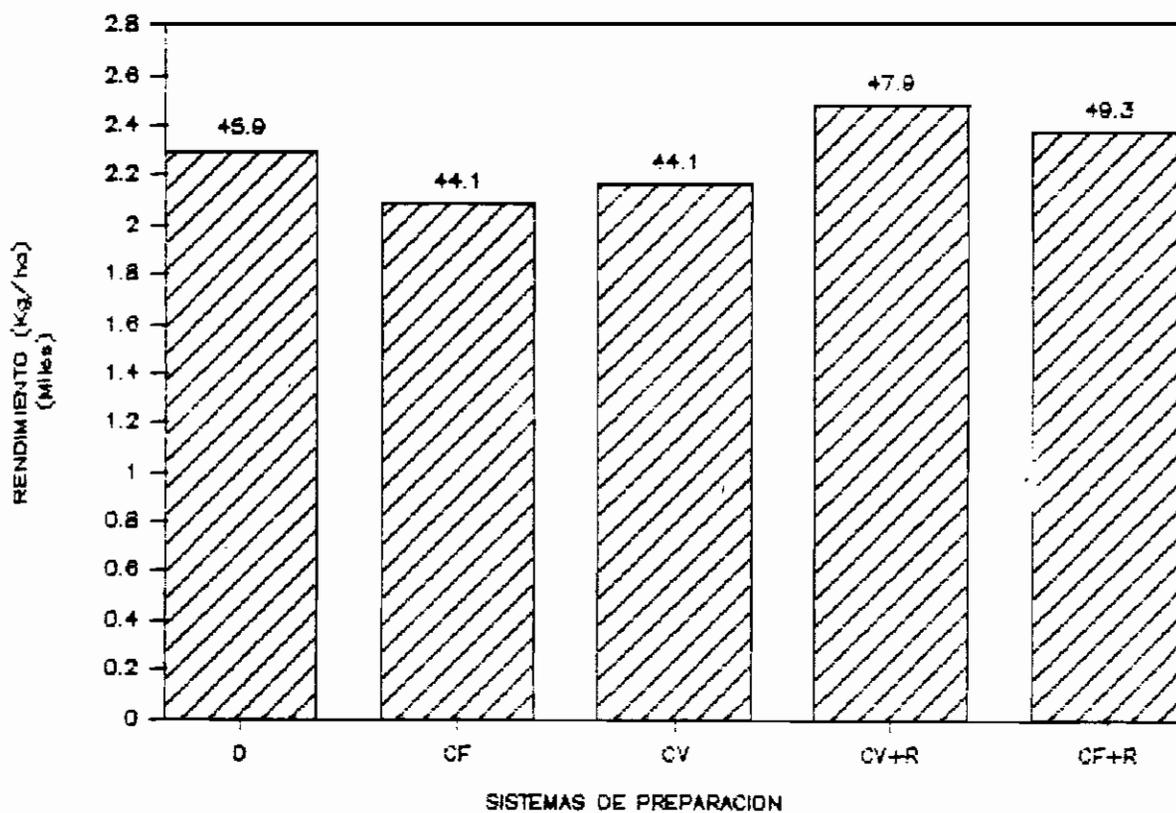


FIGURA 2. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PREPARACION DEL SUELO, EN LA POROSIDAD TOTAL Y EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO (%).



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

preparación , Tukey al 5% presenta los mayores valores de Microporosidad cuando se trató el suelo con el arado de cincel vibratorio 34.8% y arado de cincel fijo más rastra 29.3%, no siendo significativo frente a los otros sistemas de preparación. Tabla 3, figura 3.

#### 7.1.4. Macroporosidad

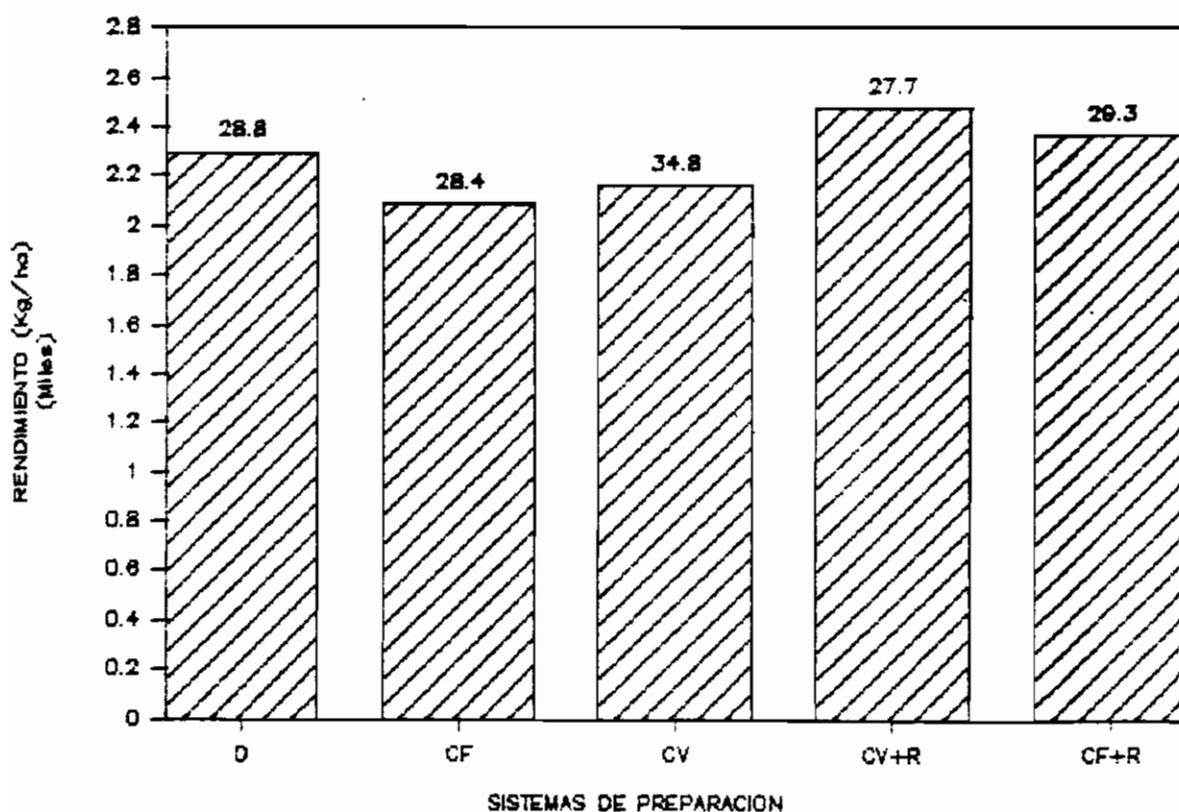
Al nivel del 5% Anava no presentó diferencia significativa entre los sistemas de preparación , para esta variable se tomaron muestras a madurez fisiológica Anexo 8.

Cuando se estudiaron los promedios del factor sistemas de preparación Tukey al 5% nos presenta que a madurez fisiológica el arado de cincel vibratorio más rastra 20.2% y el arado de cincel fijo más rastra 20.1% obtuvieron los valores mas altos de macroporosidad observandose significancia frente a los demás tratamientos. Tabla 3, Figura 4.

#### 7.1.5 Estabilidad Estructural

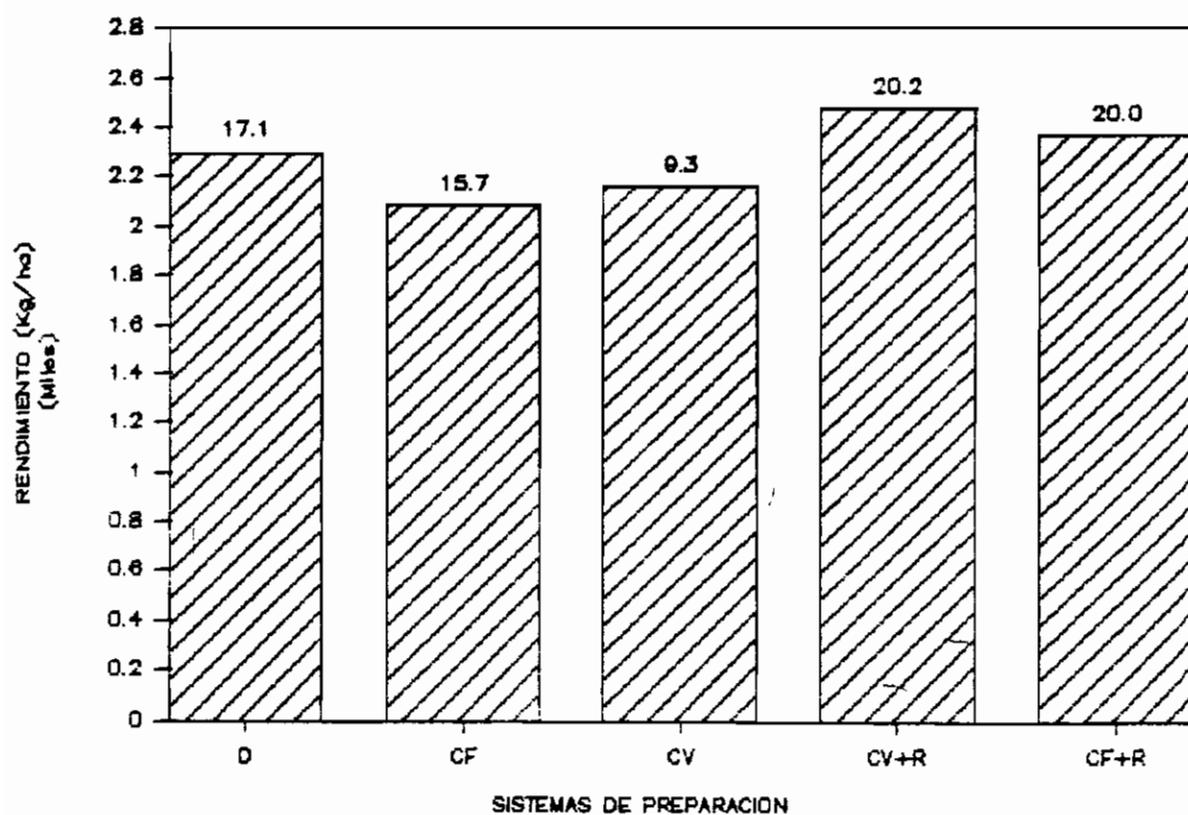
Al comparar los promedios de sistemas de preparación para esta variable medida a madurez fisiológica se observó que

FIGURA 3. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PREPARACION DEL SUELO, EN LA MICROPOROSIDAD Y EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO (%).



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

FIGURA 4. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PREPARACION DEL SUELO, EN LA MACROPOROSIDAD Y EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO (%).



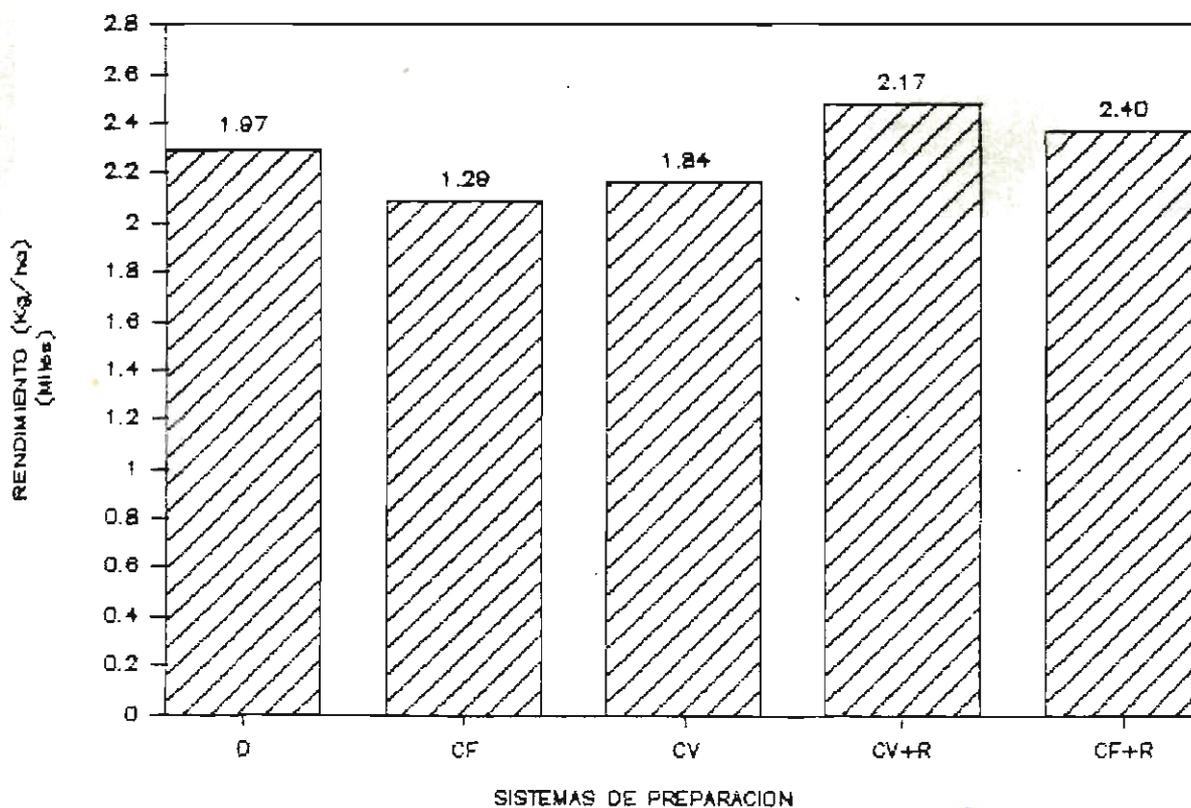
al tratar el suelo con el arado de cincel fijo más rastra 2.40, cincel vibratorio más rastra 2.17 están los mayores valores de índice de agregación en relación con el arado de disco 1.97, arado de cincel vibratorio sólo 1.84 y arado de cincel fijo sólo 1.29. Tabla 3, Figura 5.

#### 7.1.6. Resistencia a la Penetración

El análisis de varianza al 5% para esta variable medida a los 30 DDG nos muestra que existe alta diferencia significativa entre los sistemas de preparación. Anexo 9.

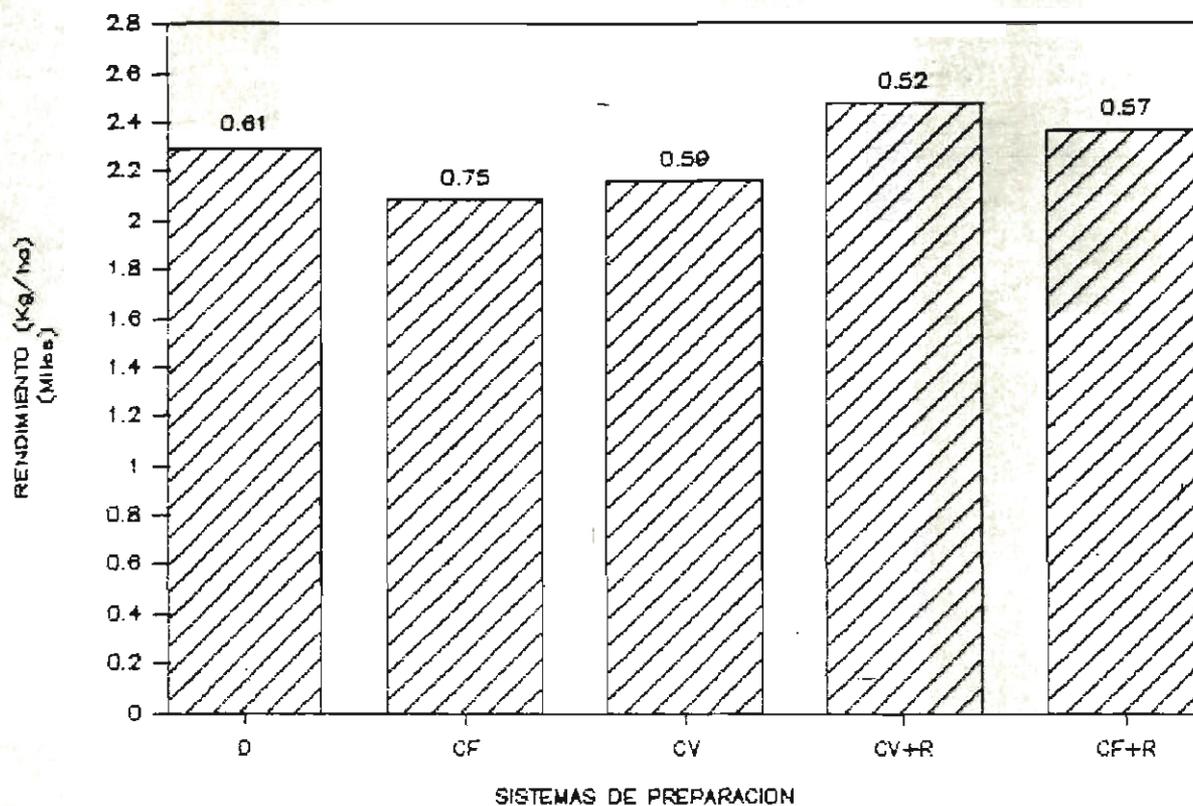
La prueba de Tukey al 5% para la variable sistemas de preparación muestra los menores valores de resistencia a la penetrabilidad a los 30 DDG cuando se usó arado de cincel vibratorio más rastra  $0.52 \text{ kg/cm}^2$  y cincel fijo más rastra  $0.57 \text{ kg/cm}^2$  frente a las otras preparaciones. Tabla 3, Figura 6.

FIGURA 5. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PREPARACION DEL SUELO, EN EL INDICE DE AGREGACION Y EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO .



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

FIGURA 6. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PREPARACION DEL SUELO, EN LA RESISTENCIA A LA PENETRACION Y EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO .



## 7.2. Factores fisiológicos

### 7.2.1. Profundidad radicular

En el análisis de varianza para esta variable medida a los 10 DDG, madurez fisiológica y cosecha se observó alta diferencia significativa entre los sistemas de preparación a los 10 DDG. Diferencia significativa entre genotipos a los 10 DDG y a madurez fisiológica, alta diferencia significativa a cosecha. En la interacción genotipo por sistema de preparación se encontró diferencia significativa a los 10 DDG y a cosecha. Anexo 10.

A los 10 DDG el maíz, el genotipo H-260 al preparar con Cincel vibratorio alcanzó una profundidad de 19.8 cm, y con cincel fijo más rastra una profundidad de 19.5 cm, mientras que con arado de disco la raíz penetró 19.1 cm, los cuales no difieren estadísticamente, siendo las menores profundidades de raíz con arado de cincel vibratorio más rastra 17.5 cm, y con arado de cincel fijo 16.9 cm. Tabla 4.

En el genotipo V-214 al preparar con arado de cincel vibratorio sólo y con rastra presentó las mayores profundidades 18.8 cm y 18.9 cms, respectivamente. Al

Tabla 4. Prueba de Tukey para Profundidad radicular de la interacción genotipos por sistemas de preparación de suelo. (cms).

Tratamientos	10 DDG	MADU FISIOL.	COSECHA
H DISCO	19.1 ab	22.0 a	29.8 ab
H CINCEL FIJO	16.9 cd	23.8 a	31.1 a
H CINCEL VIBRAT.	19.8 a	23.9 a	29.4 abc
H C.V. RASTRA	17.5 bc	22.7 a	28.7 abc
H C.F. RASTRA	19.5 a	22.7 a	27.1 cd
V DISCO	16.2 d	21.3 a	25.9 d
V CINCEL FIJO	17.4 bc	22.0 a	27.0 cd
V CINCEL VIBRAT.	18.8 ab	22.2 a	27.0 cd
V C.V. RASTRA	18.6 ab	22.8 a	27.1 cd
V C.F. RASTRA	17.9 bc	22.8 a	28.0 bcd

H = Híbrido

V = Variedad

Medidas con al misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

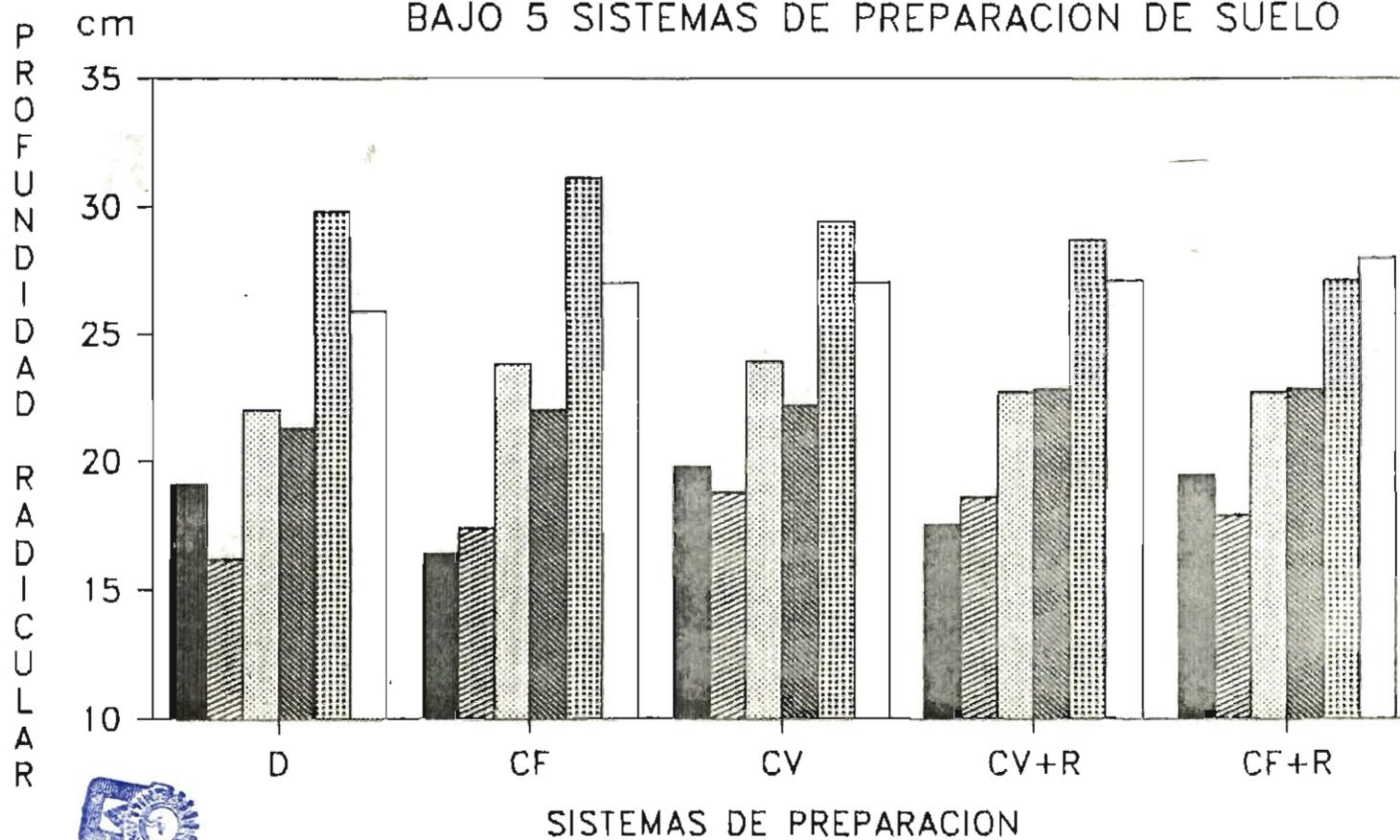
preparar con arado de cincel fijo sólo y con rastra la raíz penetró 17,4 cm y 17,9 cm respectivamente. Siendo la menor profundidad radicular 16.2 cm, cuando se preparó con arado de disco. Tabla 4.

A madurez fisiológica, el genotipo H-260 al preparar con arado de cincel vibratorio y cincel fijo sólo presentó las mayores profundidades radiculares 23.9 cm y 23.8 cm respectivamente. En la preparación con estos cinceles más el uso de rastra hubo una profundidad de 22.7 cm en ambos casos. Siendo la menor profundidad en la preparación con arado de disco 22.0 cm. Tabla 4.

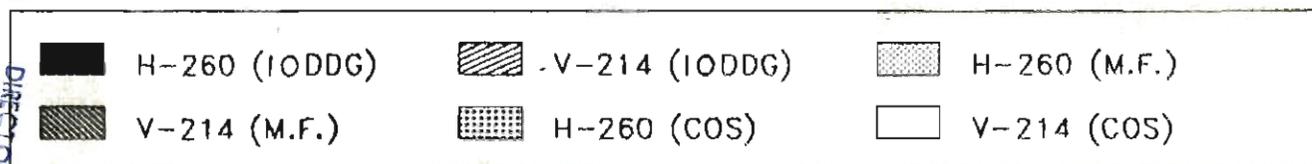
El genotipo V-214 al preparar con arados de cincel vibratorio y fijo más dos pases de rastra presentó las mayores profundidades 22.8 cm en ambos casos. Al preparar con arados de cincel sólo se encontró profundidades de 22.2 cm para cincel vibratorio y 22.0 cm para cincel fijo. Siendo la menor profundidad radicular para el arado de disco 21.3 cm. Tabla 4.

A la Cosecha, el genotipo H-260 al preparar con arado de cincel fijo presentó la mayor profundidad radicular 31.1 cm, seguido por la preparación con arado de disco 29.8 cm, arado de cincel vibratorio 29.4 cm, arado de cincel vibratorio más rastra 28.7 cm, arado de cincel fijo más rastra 27.1 cm. Tabla 4.

FIGURA 7. PROFUNDIDAD RADICULAR DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



DIRECTOR CENTRO  
 INVESTIGACIONES  
 FACULTAD DE AGRONOMIA



El genotipo V-214, al preparar con el arado de cincel fijo más rastra presentó la mayor profundidad 28.0 cms, mientras que en la preparación con los arados de cincel solos y cincel vibratorio más rastra se encontró 27.0 cm y 27.1 cm de profundidad radicular respectivamente. Siendo la menor profundidad de raíz 25.9 cm al preparar con arado de disco. Tabla 4.

En la prueba de Tukey al 5% para genotipos denota las mayores profundidades radiculares el H-260 mostrando diferencia significativa con la V-214. Tabla 8.

En la prueba de Tukey al 5% para los sistemas de preparación denota las mayores profundidades cuando se uso el arado de cincel fijo sólo y cincel vibratorio y fijo más rastra. Tabla 9, figura 7.

#### 7.2.2. Peso Seco de la raíz

En el análisis de varianza para esta variable medida a madurez fisiológica y a cosecha se observó diferencia significativa entre sistemas de preparación a madurez fisiológica. Alta diferencia significativa entre genotipos y diferencia significativa para la interacción genotipo por sistema de preparación a cosecha. Anexo 11

A madurez fisiológica, en el genotipo H-260 se encontró

mayor cantidad de materia seca en las raíces cuando se preparó con arado de disco 16.8 gr, seguido por la preparación con arado de cincel fijo más rastra y vibratorio más rastra con 13.6 gr y 13.0 gr de materia seca respectivamente, siendo los menores pesos para la preparación con arado de cincel vibratorio sólo con 11.4 gr y con arado de cincel fijo con 10.8 gr. Tabla 5.

En el genotipo V-214 la mayor cantidad de materia seca se obtuvo cuando se preparó con arado de disco 13.5 gr, seguida por la preparación con arado de cincel vibratorio sólo y cincel vibratorio más rastra donde arrojó pesos promedios de 12.5gr y 12.3gr respectivamente, los menores promedios encontrados fué cuando se preparó con arado de cincel fijo más rastra 12.0 gr y arado de cincel fijo con 11.2 gr de materia seca. Tabla 5.

A cosecha el genotipo H-260 al preparar con arado de cincel fijo sólo obtuvo un promedio de 26.9 gr de materia seca, seguido por la preparación con arado de disco y arado de cincel vibratorio más rastra con 24.4 gr y 24.2 gr de materia seca respectivamente, siendo los menores pesos al preparar con arado de cincel vibratorio sólo con 20.15 gr y con arado de cincel fijo más rastra con 18.6 gr . Tabla 5.

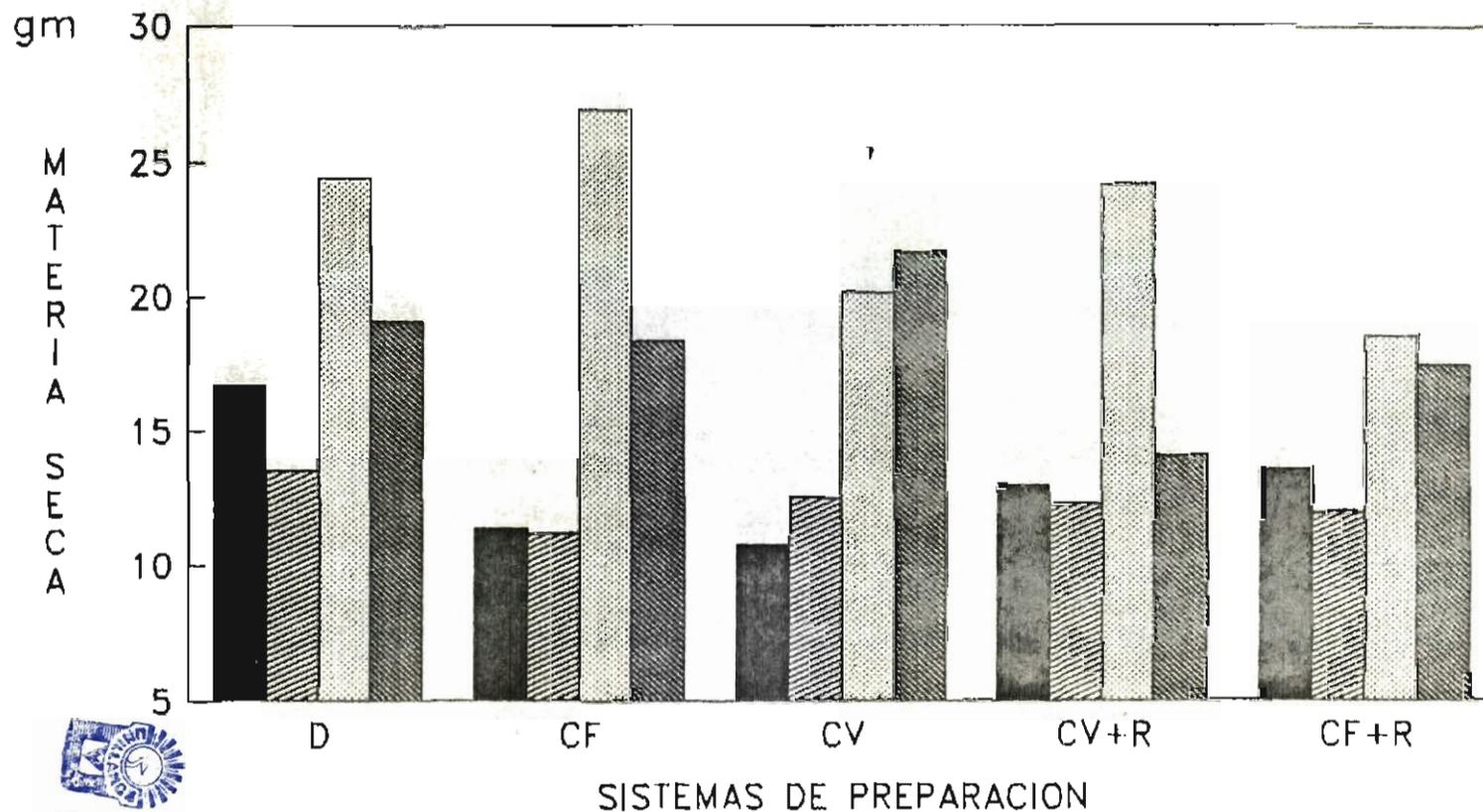
En el genotipo V-214 al preparar con arado de cincel

Tabla 5. Prueba Tukey para peso seco de raíz de dos genotipos de maíz (cm), interacción genotipos por sistemas de preparación.

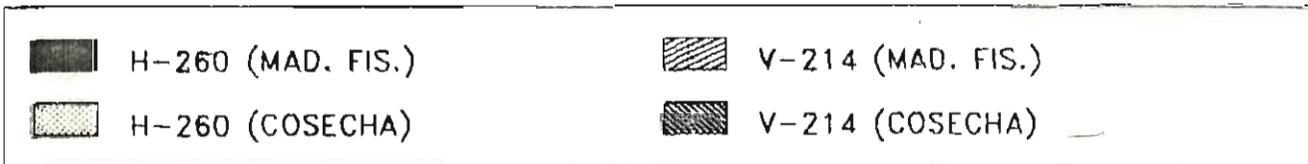
Genotipos	Sistemas	MADU.FISIOL.	COSECHA
H - 260	DISCO	16.758 a	24.417 ab
	CINCEL FIJO	11.350 a	26.900 a
	CINCEL VIBRA.	10.796 a	20.158 bc
	C.V. RASTRA	13.025 a	24.183 ab
	C.F. RASTRA	13.587 a	18.567 cd
V - 214	DISCO	13.542 a	19.129 bcd
	CINCEL FIJO	11.183 a	18.363 cd
	CINCEL VIBRA.	12.492 a	21.679 abc
	C.V. RASTRA	12.271 a	14.112 d
	C.F. RASTRA	11.958 a	17.500 cd

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 8. MATERIA SECA/PLANTA ACUMULADA POR 2 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



  
 DIRECTOR CENTRO  
 INVESTIGACIONES  
 FACULTAD DE AGRONOMIA



vibratorio sólo presentó el mayor peso de materia seca 21.7 gr, seguido por la preparación con arado de disco 19.1 gr y arado de cincel fijo sólo 18.4 gr y arado de cincel fijo más rastra 17.5 gr de peso seco, siendo el menor peso 14.1 gr la preparación con el arado de cincel vibratorio más rastra. Tabla 5.

En la prueba de Tukey al 5% para genotipos denota los mayores pesos de materia seca de raíz el H-260 mostrando alta diferencia significativa en la cosecha con la V-214. Tabla 8.

La prueba de Tukey al 5% para los sistemas de preparación, muestra mayores pesos a madurez fisiológica el arado de disco frente a las otras preparaciones y a cosecha la preparación con arado de cincel vibratorio y fijo sólo. Tabla 9, figura 8.

### 7.2.3. Altura de planta

En el análisis de varianza que se presenta en el Anexo 12 al nivel del 5% no se observa diferencia significativa en altura de planta a los 45 DDG y a madurez fisiológica.

El Genotipo H-260 registró la mayor altura a 45 DDG cuando se preparó con arado de cincel vibratorio más rastra 2.03 mts y arado de cincel vibratorio sólo con

2.01 mts; la menor altura se encontró en la preparación con arado de cincel fijo sólo 1.89 mts. Tabla 6.

El genotipo V-214 al preparar con el arado de disco presentó la mayor altura de 1.98 mts y cincel vibratorio más rastra 1.95 mts; la menor altura se encontró cuando se preparó con arado de cincel vibratorio sólo 1.88 mts Tabla 6.

En la Tabla 6 se muestra como a madurez fisiológica el genotipo H-260 registra mayor altura al preparar con el arado de cincel vibratorio más rastra 2.20 mts; seguido por la preparación con arado de cincel vibratorio sólo con 2.12 mts y arado de disco y arado de cincel fijo más rastra con 2.10 mts de altura; siendo al menor altura cuando se preparó con arado de cincel fijo sólo 2.03 mts.

El genotipo V-214 obtuvo la mayor altura cuando se preparó con arado de disco 2.23 mts; seguido por el arado de cincel fijo más rastra 2.07 mts y arado de cincel fijo sólo y vibratorio más rastra con 2.05 mts; siendo la menor altura cuando se preparó con el arado de cincel vibratorio sólo 2.03 mts. Tabla 6.

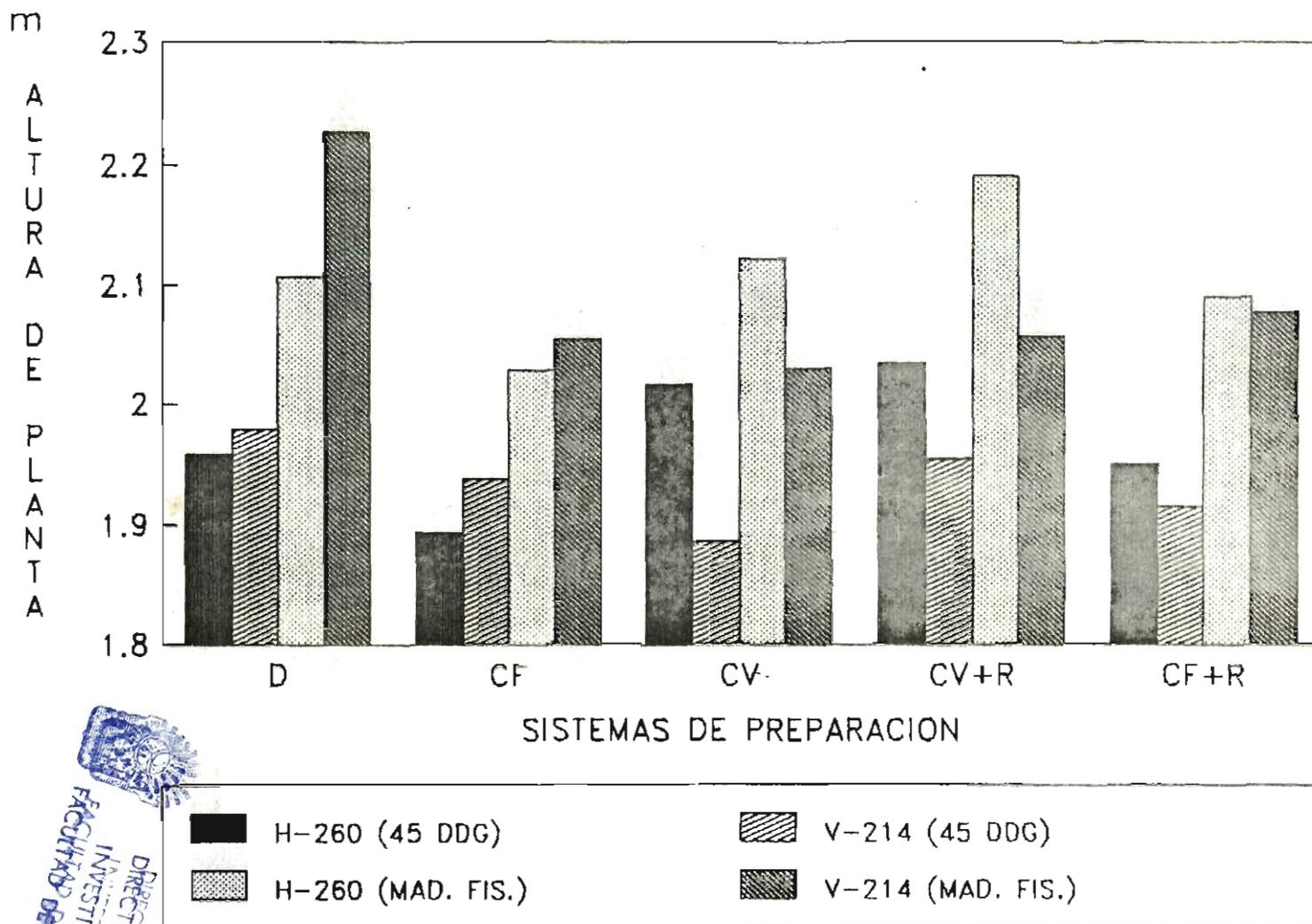
La prueba de Tukey al 5%, para el factor genotipo nos permite ver que el H-260 registró las mayores alturas de

Tabla 6. Prueba Tukey para altura de planta de dos genotipos de maíz (cm), interacción genotipo por sistema de preparación.

Genotipo	Sistema	45 DDG	MADUR.FISIOL
H- 260	DISCO	1.96 a	2.11 a
	CINCEL FIJO	1.89 a	2.03 a
	CINCEL VIBRAT.	2.02 a	2.12 a
	C.V. RASTRA	2.03 a	2.19 a
	C.F. RASTRA	1.95 a	2.09 a
V - 214	DISCO	1.98 a	2.23 a
	CINCEL FIJO	1.94 a	2.05 a
	CINCEL VIBRAT.	1.89 a	2.03 a
	C.V. RASTRA	1.95 a	2.06 a
	C.F. RASTRA	1.91 a	2.08 a

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 9. ALTURA DE PLANTA DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

planta no presentando diferencia estadística significativa con la V-214. Tabla 8.

Para los diferentes sistemas de preparación de suelo la prueba de Tukey señala las mayores alturas cuando se preparó con arado de cincel vibratorio más rastra no presentando diferencia estadística significativa con los demás sistemas de preparación. Tabla 9, figura 9.

#### 7.2.4. Grosor de tallo

En el análisis de varianza anexo 13 al nivel del 5% para esta variable medida a 45 DDG y a madurez fisiológica no se encontró diferencia estadística significativa entre sistemas de preparación pero si mostró diferencia altamente significativa entre genotipos en ambos casos y diferencia significativa en la interacción genotipo por sistema de preparación para la variable grosor de tallo a madurez fisiológica.

Para la variable grosor de tallo a 45 DDG el genotipo H-260 presenta mayor diámetro cuando se preparó con el arado de cincel fijo sólo 2.41 cms; seguido por la preparación con cincel vibratorio más rastra y fijo más rastra con 2.21 cms y 2.16 cms respectivamente; siendo los diámetros menores la preparación con el arado de cincel vibratorio sólo

1.93 cms y arado de disco 1.88 cms. Tabla 7.

En el genotipo V-214 el diámetro mayor se encontró cuando se preparó con cincel vibratorio sólo 1.61 cms; seguido por la preparación con arado de cincel fijo más rastra 1.50 cms; siendo los menores diámetros al preparar con arado de cincel vibratorio más rastra 1.45 cms y arado de disco 1.41 cms y cincel fijo sólo con 1.40 cms. Tabla 7.

Para la variable grosor de tallo a madurez fisiológica el genotipo H-260 al preparar con el arado de cincel fijo y vibratorio más rastra presentó los mayores diámetros de tallo 2.87 cms y 2.70 cms respectivamente; seguido la preparación con arado de cincel fijo más rastra y arado de disco 2.65 cms y 2.64 cms respectivamente; registrando los menores diámetros al preparar con arado de cincel vibratorio sólo con 2.44 cm. Tabla 7.

El genotipo V-214 al preparar con arado de cincel fijo más rastra se observó los mayores diámetros 2.37 cms; registrando que la preparación con arado de cincel vibratorio sólo y con rastra un diámetro de 2.02 cms; los menores diámetros se observaron cuando se preparó con arado de cincel fijo sólo 1.88 cms y arado de disco 1.86 cms. Tabla 7.

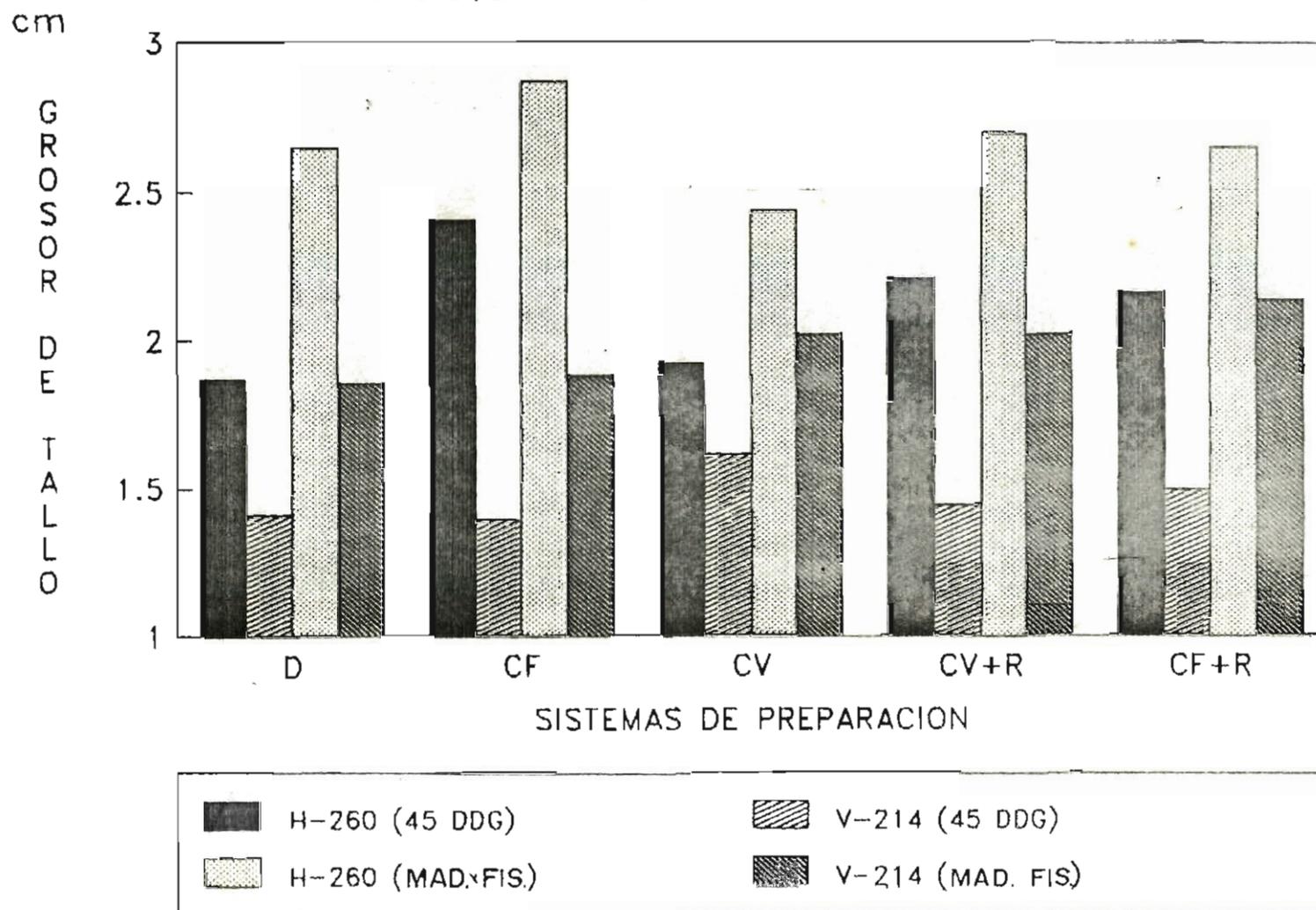
Cuando se estudiaron los promedios del factor genotipos ,

Tabla 7. Prueba Tukey para grosor de tallo de dos genotipos de maíz (cm), interacción genotipo por sistema de preparación.

Genotipo	Sistema	45 DDG	MADUR.FISIOL.
H - 260	DISCO	1.87 cd	2.64 ab
	CINCEL FIJO	2.41 a	2.87 a
	CINCEL VIBRAT.	1.92 bc	2.44 b
	C.V. RASTRA	2.21 a	2.70 a
	C.F. RASTRA	2.16 ab	2.65 ab
	DISCO	1.41 e	1.86 d
V - 214	CINCEL FIJO	1.40 e	1.88 d
	CINCEL VIBRAT.	1.61 dc	2.02 cd
	C.V. RASTRA	1.45 e	2.02 cd
	C.F. RASTRA	1.50 e	2.14 c

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 10. GROSOR DE TALLO DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO





DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

TABLA 8. COMPARACION DE MEDIAS PARA LAS VARIABLES FISIOLOGICAS EN  
2 GENOTIPOS DE MAIZ.

GENOTIPO	GT(1)	GT(2)	ALP(1)	ALP(2)	PR(1)	PR(2)	PR(3)	MS(1)	MS(2)
H-260	2.11a	2.66a	1.97	2.11	18.6a	23.0a	29.2a	13.10	22.85 <sub>a</sub>
V-214	1.47b	1.98b	1.93	2.08	17.8b	22.2b	27.0b	12.29	18.16 <sub>b</sub>

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ( $\alpha=.05$ ).

GT(1) = Grosor de tallo a 45 DDG      GT(2) = Grosor de tallo a  
Madurez Fisiológica.

ALP(1)= Altura de planta a 45 DDG      ALP(2)= Altura de planta a  
Madurez fisiológica.

PR (1)= Profundidad radicular a 10 DDG.

PR (2)= Profundidad radicular a Madurez fisiológica.

PR (3)= Profundidad radicular a cosecha.

MS (1)= Materia seca a Madurez fisiológica.

MS (2)= Materia seca a cosecha.

TABLA 9. COMPARACION DE MEDIAS PARA LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y EL RENDIMIENTO EN MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO.

SISTEMAS	PR (1)	PR (2)	PR (3)	MS (1)	MS (2)	GT (1)	GT (2)	AL (1)	AL (2)	REN
D	17.7 <sub>ab</sub>	21.7	27.9	15.2 <sub>a</sub>	21.8	1.64	2.25	1.97	2.17	2297
CF	17.1 <sub>b</sub>	22.9	29.0	11.3 <sub>b</sub>	22.6	1.90	2.37	1.92	2.04	2087
CV	19.3 <sub>a</sub>	23.1	28.2	11.7 <sub>b</sub>	20.9	1.77	2.23	1.95	2.08	2156
CV + R	18.1 <sub>ab</sub>	22.8	27.9	12.7 <sub>b</sub>	19.2	1.83	2.36	1.99	2.12	2478
CF + R	18.7 <sub>a</sub>	22.8	27.6	12.8 <sub>b</sub>	18.0	1.83	2.39	1.93	2.08	2366

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ( $\alpha=.05$ ).

- PR (1) = Profundidad radicular a 10 DDG
- PR (2) = Profundidad radicular a Madurez fisiológica
- PR (3) = Profundidad radicular a cosecha
- MS = Materia seca
- GT = Grosor de tallo
- AL = Altura de planta
- (1) = Madurez fisiológica
- (2) = Cosecha
- D = Arado de disco
- CF = Cincel fijo
- CV = Cincel vibratorio
- R = Rastra

Tukey al 5% presentó mayor grosor de tallo el H-260 mostrando alta diferencia estadística significativa con respecto al V-214 como se observa en la tabla 8.

En la tabla 9 se puede observar que a 45 DDG el sistema de preparación con arado de cincel fijo sólo, vibratorio más rastra y fijo más rastra fueron los que mayor grosor de tallo presentaron para la prueba de Tukey al 5%, no siendo significativa frente a los otros sistemas; a madurez fisiológica el arado de cincel fijo sólo y más rastra presentaron los mayores promedios de grosor de tallo no siendo significativo.

### 7.3. Factores de rendimiento

#### 7.3.1. Peso de mazorcas.

En el análisis de varianza que se registra en el Anexo 14 al nivel del 5% presenta alta diferencia significativa en genotipos.

El H-260 registró el mayor peso de mazorca en el tratamiento con arado de cincel fijo con 1243.7 gr; al preparar con arado de cincel vibratorio más rastra se encontró un peso de 1218.7 gr. En la preparación con arado de cincel vibratorio se obtuvo un peso de 1151.2 gr y los menores pesos se presentaron cuando se preparó con cincel fijo más rastra y arado de disco con 1106.2 gr y 1093.7 gr respectivamente. Tabla 10.

En el genotipo V-214 los mayores pesos se encontraron cuando se preparó con cincel vibratorio 893.9 gr y éste mismo implemento más el uso de la rastra 868.7 gr; al preparar con el arado de cincel fijo se obtuvo un peso de 850 gr y con el uso de la rastra 837.5 gr; siendo el menor peso cuando se preparó con arado de disco 818.7 gr. Tabla 10.

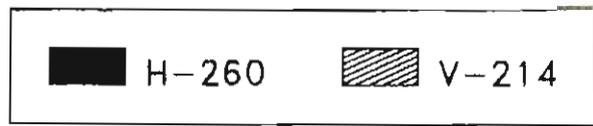
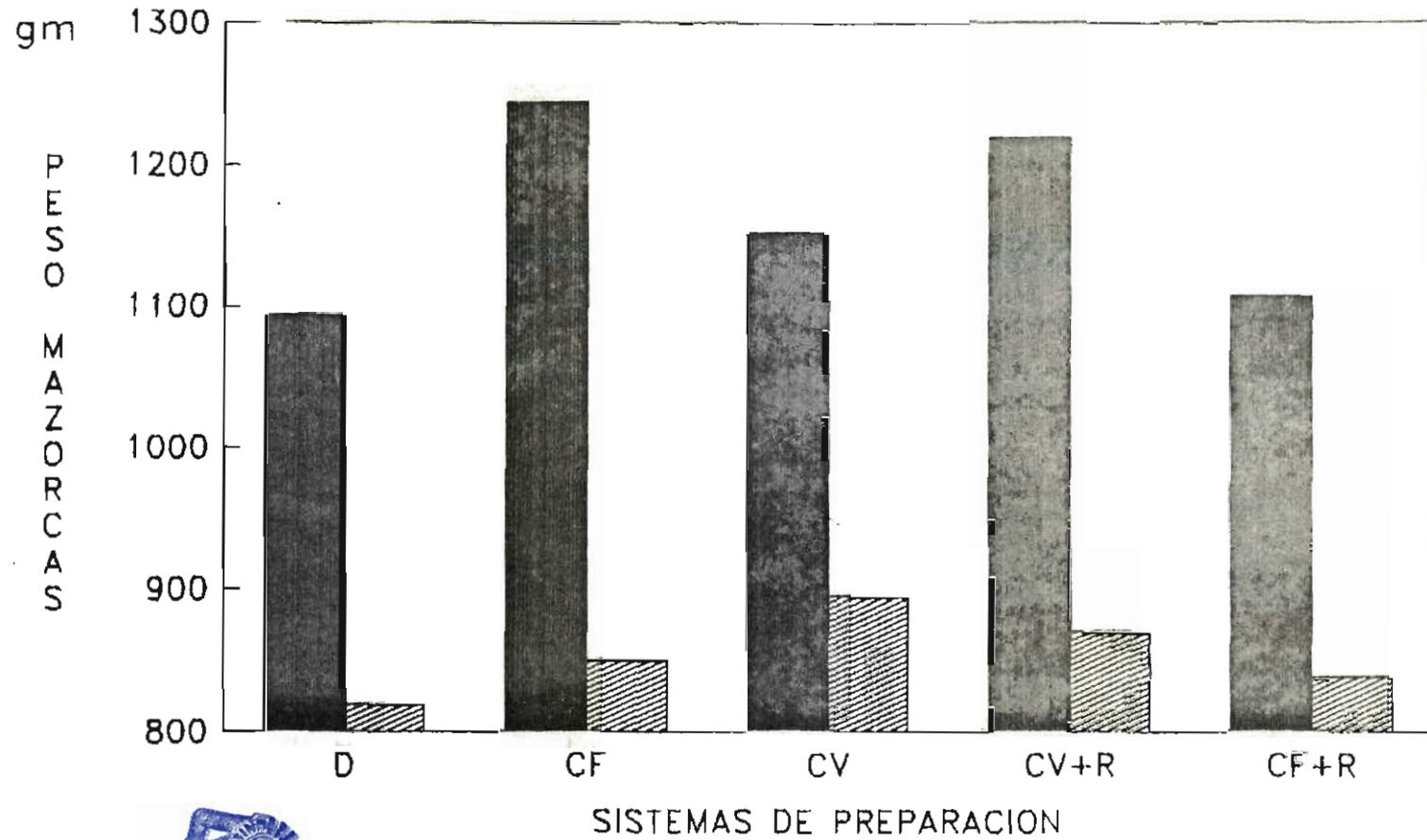
Cuando se compararon los promedios de Genotipos, Tukey al 5% nos demostró que el genotipo H-260 presentó mayor peso

Tabla 10. Prueba Tukey para peso de mazorca ( PM ) y peso grano de mazorca ( PGM ) de dos genotipos de maíz ( gr ), Interacción genotipo por sistema de preparación.

Genotipo	Sistema	PM	PGM
H - 260	DISCO	1093.75 a	820.00 a
	CINCEL FIJO	1243.75 a	935.00 a
	CINCEL VIBRAT.	1151.25 a	900.00 a
	C. V. RASTRA	1218.75 a	925.00 a
	C. F. RASTRA	1106.25 a	710.00 a
V - 214	DISCO	818.75 a	631.25 a
	CINCEL FIJO	850.00 a	642.50 a
	CINCEL VIBRAT.	893.75 a	675.00 a
	C. V. RASTRA	868.75 a	637.50 a
	C. F. RASTRA	837.50 a	612.50 a

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 11. PESO DE 5 MAZORCAS DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

de mazorca como podemos ver en la tabla 15.

La prueba de Tukey al 5%, para el factor sistemas de preparación, presenta el mayor peso de mazorca el arado de cincel fijo y el arado de cincel vibratorio más rastra no presentando diferencia significativa con los otros tratamiento. Tabla 16, figura 11.

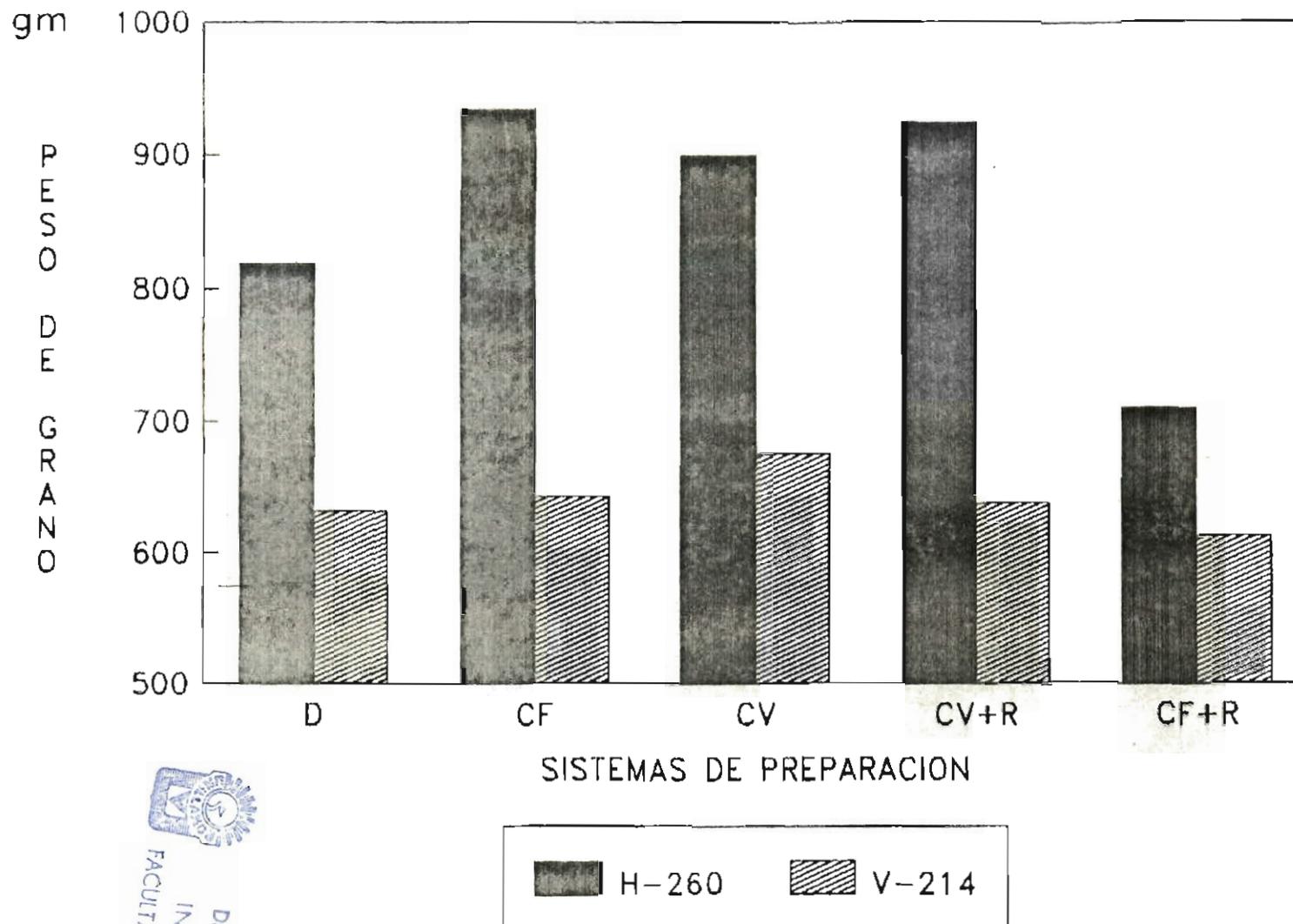
### 7.3.2. Peso grano de mazorca

El análisis de varianza al 5% denota diferencia altamente significativa entre Genotipos y sistemas de preparación. Anexo 14.

En el genotipo H--260 el tratamiento de mayor peso de grano de mazorca fué cuando se uso el cincel fijo con 935 gr, mientras que en la preparación con el cincel vibratorio más rastra y el mismo implemento pero sin el uso de la rastra se obtuvo 925 gr y 900 gr; se presentó como los menores pesos de grano de mazorca en los tratamientos con arado de disco 820 gr y con arado de cincel fijo más rastra 710 gr. Tabla 10.

El mayor peso de grano en la variedad V-214 se presentó en los tratamientos con cincel vibratorio y cincel fijo, 675 gr y 642.5 gr respectivamente, y las de menos peso cuando se preparó

FIGURA 12. PESO DE GRANO DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

con arado de cincel vibratorio más rastra 637.5 gr, con arado de disco 631.2 gr y con arado de cincel fijo más rastra 612.5 gr. Tabla 10.

Cuando se estudiaron los promedios del factor genotipo, Tukey al 5% nos presentó a H-260 como el de mayor peso de grano de mazorca presentado diferencia altamente significativa con el V-214. Tabla 15.

La prueba Tukey al 5% demuestra que en el factor sistemas de preparación hay diferencia significativa entre los tratamientos y que el mayor peso se encontró cuando se preparó con los arados de cincel. Tabla 16, figura 12.

### 7.3.3. Peso de 100 semillas



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Al nivel del 5% en Anava se puede apreciar en el Anexo 15 diferencia altamente significativa entre Genotipos .

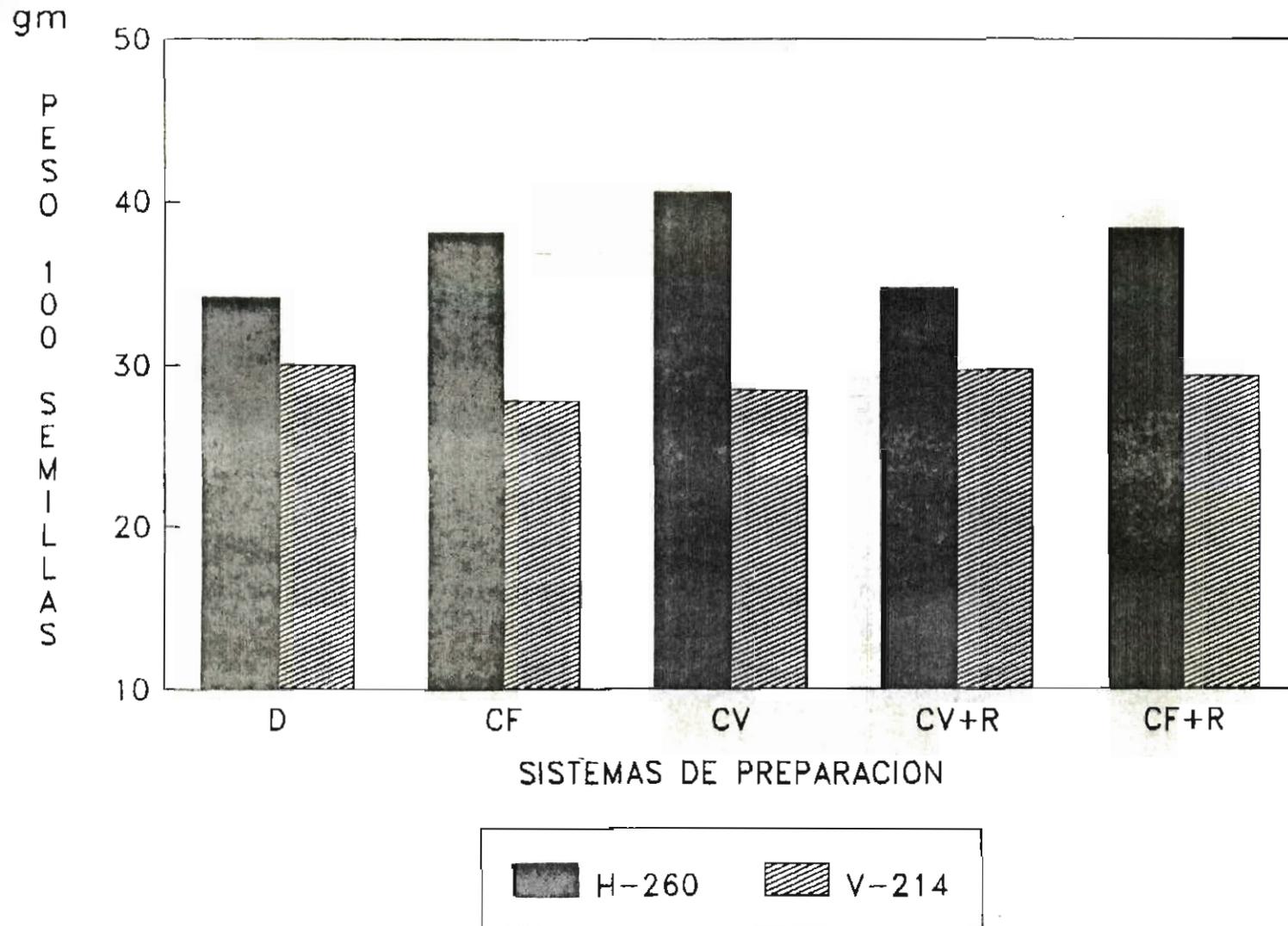
En la Tabla 11 se registran los datos, presentando mayor peso en el H-260 el tratamiento con arado de cincel fijo 40.65 gr con el uso de la rastra 38.47 gr y los menores pesos se apreciaron en los tratamientos con arado de cincel vibratorio 38.15gr, con el uso de arado de cincel vibratorio más rastra 34.77 gr y al usar arado de disco 34.17 gr.

Tabla 11. Prueba de Tukey para peso de 100 granos de dos genotipos de maíz (gr), interacción genotipo por sistema de preparación.

Genotipo	Sist. prepar.	Promedio
H - 260	DISCO	34.17 a
	CINCEL FIJO	38.15 a
	CINCEL VIBRAT.	40.65 a
	C. V. RASTRA	34.77 a
	C. F. RASTRA	38.47 a
V - 214	DISCO	30.02 a
	CINCEL FIJO	27.75 a
	CINCEL VIBRAT.	28.47 a
	C. V. RASTRA	29.72 a
	C. F. RASTRA	29.32 a

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 13. PESO DE 100 SEMILLAS DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



En el Genotipo V-214 se registró el mayor peso de 100 semillas cuando se preparó con arado de disco 30.02 gr y los menores pesos se encontraron al preparar con cincel vibratorio más rastra 29.72 gr, cincel fijo más rastra 29.32 gr seguido por arado de cincel vibratorio 28.47 gr y cincel fijo 27.75 gr. Tabla 11.

La prueba de Tukey al 5% presenta al híbrido H-260 como el de mayor peso. Tabla 15.

Para el factor sistemas de preparación, la prueba de Tukey al 5% registra la preparación con arado de cincel vibratorio y arado de cincel fijo más rastra como las que arrojaron mayor peso de 100 semillas. Tabla 16, figura 13.

#### 7.3.4. Longitud de mazorca

El análisis de varianza al 5% para esta variable arrojó diferencia significativa para el factor genotipos. Anexo 16.

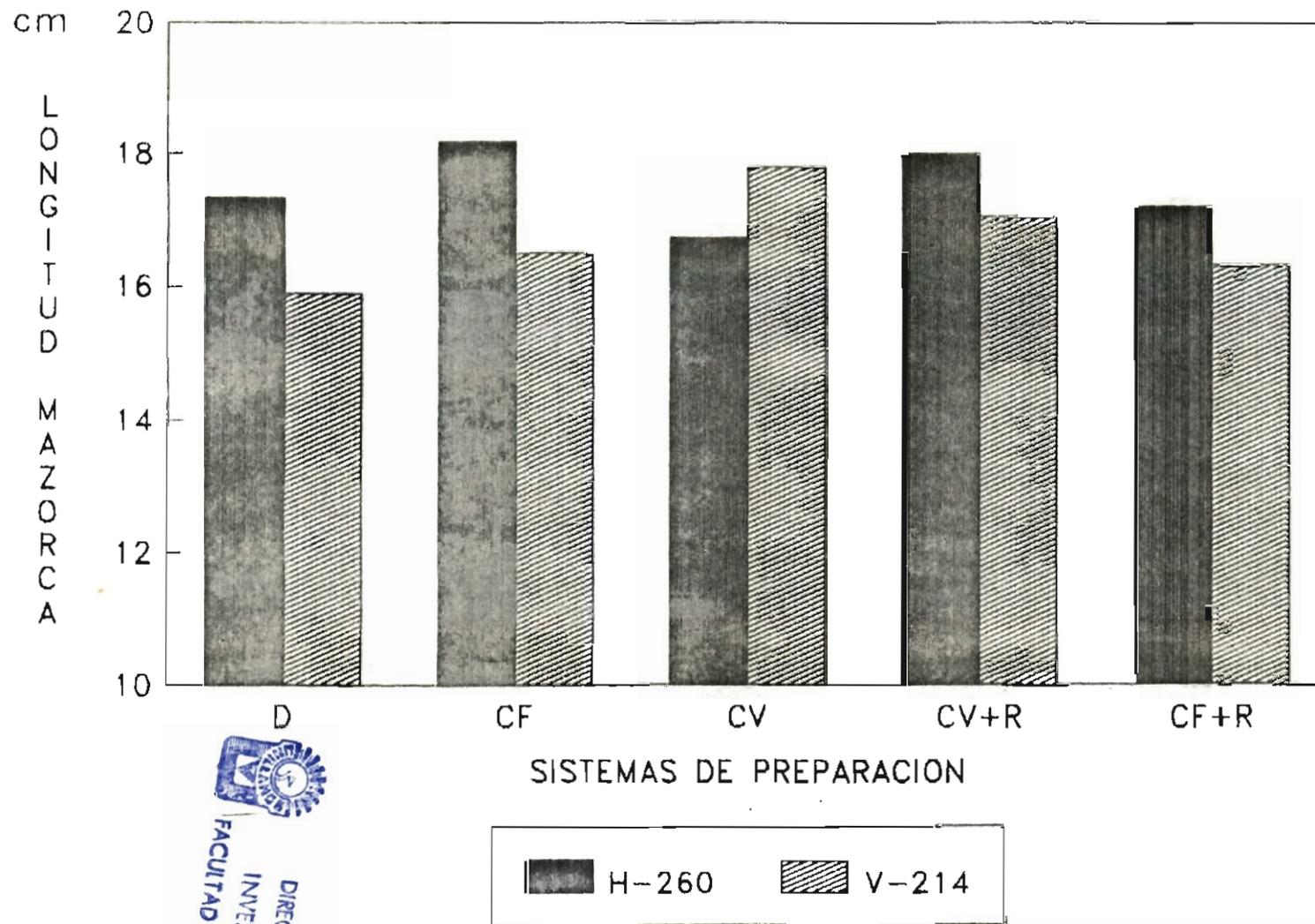
En la tabla 12 se registra los datos presentando mayor longitud de mazorca en el H-260 cuando se preparó con arado de cincel fijo 18.2 cm, arado de cincel vibratorio más rastra 18.0 cm seguido del arado de disco 17.3 cm y el arado de cincel fijo más rastra 17.2 cm; y la menor longitud de mazorca se presentó cuando se preparó con el

Tabla 12. Prueba Tukey para diámetro y longitud de mazorca de dos genotipos de maíz (cm), interacción genotipo por sistema de preparación de suelo.

Genotipo	Sistema	Diámetro maz.	Longitud maz.
H - 260	DISCO	4.86 a	17.35 a
	CINCEL FIJO	5.00 a	18.20 a
	CINCEL VIBRAT.	5.01 a	16.75 a
	C.V. RASTRA	5.11 a	18.00 a
	C.F. RASTRA	5.03 a	17.20 a
V - 214	DISCO	4.32 a	15.90 a
	CINCEL FIJO	4.39 a	16.55 a
	CINCEL VIBRAT.	4.29 a	17.80 a
	C.V. RASTRA	4.35 a	17.05 a
	C.F. RASTRA	4.39 a	16.30 a

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 14. LONGITUD DE MAZORCA DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

arado de cincel vibratorio 16.7 cm.

Los tratamientos con el V-214 se muestran en la tabla 12 donde se registra que con arado de cincel vibratorio la longitud de mazorca fué de 17.8 cm y al usar la rastra 17.0 cm, a continuación se presenta el arado de cincel fijo 16.5 cm y el mismo más rastra 16.3 cm, siendo 15.9 cm la menor longitud de mazorca en la preparación con arado de disco.

La prueba de Tukey al 5% demuestra para el factor Genotipos el H-260 la de mayor longitud de mazorca. Tabla 15.

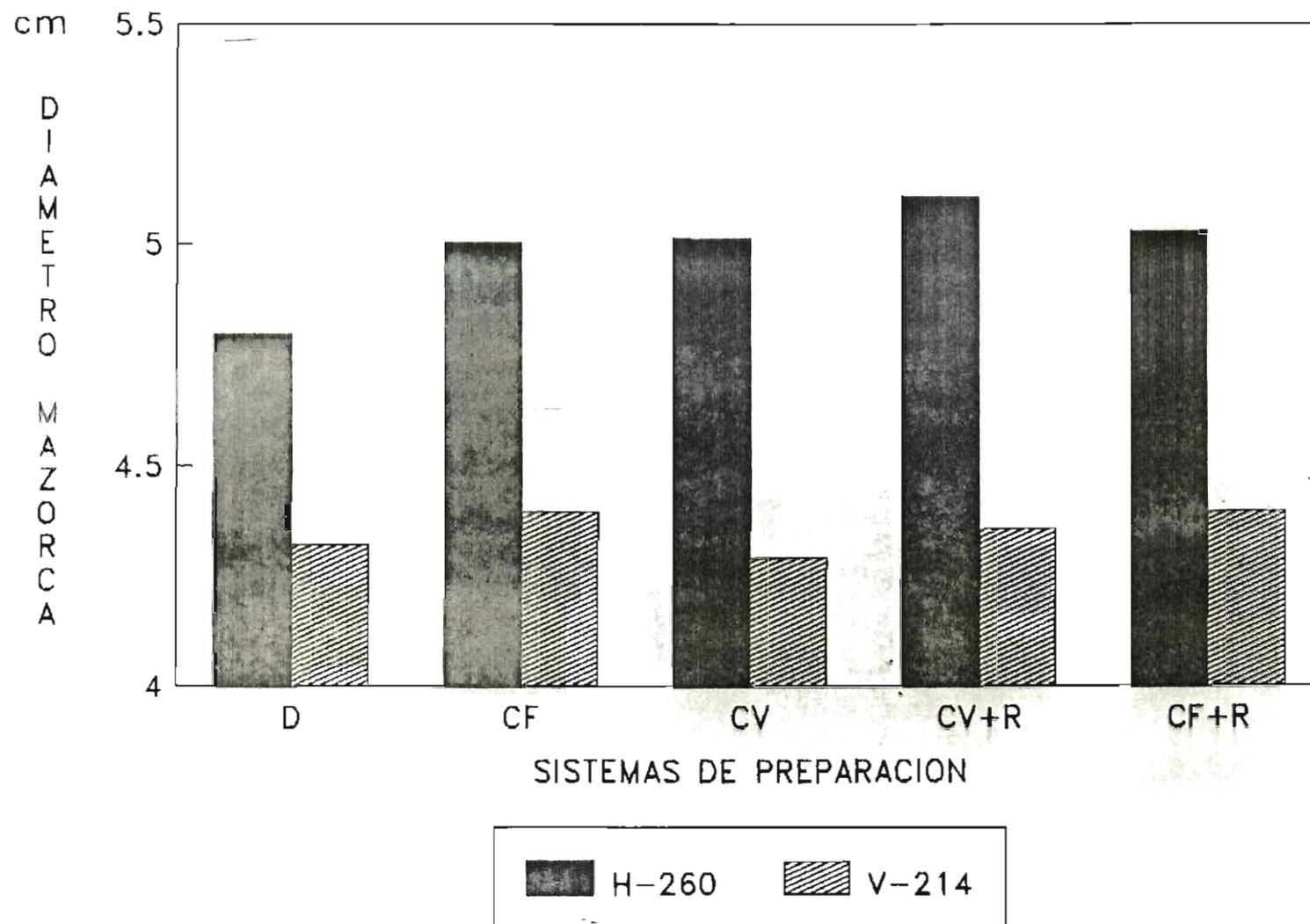
Cuando se estudiaron los promedios del factor sistemas de preparación Tukey al 5% nos presentó a la preparación con arado de cincel vibratorio más rastra las mayores longitudes de mazorca. Tabla 16, figura 14.

#### 7.3.5. Diámetro de la mazorca

Para esta variable Anava al 5% mostró diferencia altamente significativa para el factor Genotipo. Anexo 16.

En la Tabla 12 se registran los datos, presentando mayor diámetro de mazorca para el H-260 las preparaciones con el arado de cincel vibratorio más rastra 5.11 cm, cincel

FIGURA 15. DIAMETRO DE MAZORCA DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



fijo más rastra 5.03 cm, cincel vibratorio 5.01 cm, cincel fijo 5.00 cm; y el menor diámetro 4.86 cm cuando se preparo con arado de disco.

Para el caso de V-214 se encontró que los tratamientos con arado de cincel fijo 4.4 cm no difieren al usar la rastra, seguido de los tratamientos con arado de cincel vibratorio más rastra 4.35 cm, arado de disco 4.32 cm y arado de cincel vibratorio 4.29 cm. Tabla 12.

Cuando se compararon los promedios de genotipos, tukey al 5% demostró que el híbrido H-260 presentó mayor diámetro de mazorca como podemos ver en la tabla 15.

la prueba Tukey al 5%, para el factor sistemas de preparación denota que cuando se usaron los cinceles fijo y vibratorio más rastra se observaron los mayores diámetros de mazorca. Tabla 16, figura 15.

7.3.6. Número de hileras por mazorca



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Anava al 5% denota que hay alta diferencia significativa para la interacción Genotipo por sistema de preparación y para el factor Genotipos. Anexo 17.

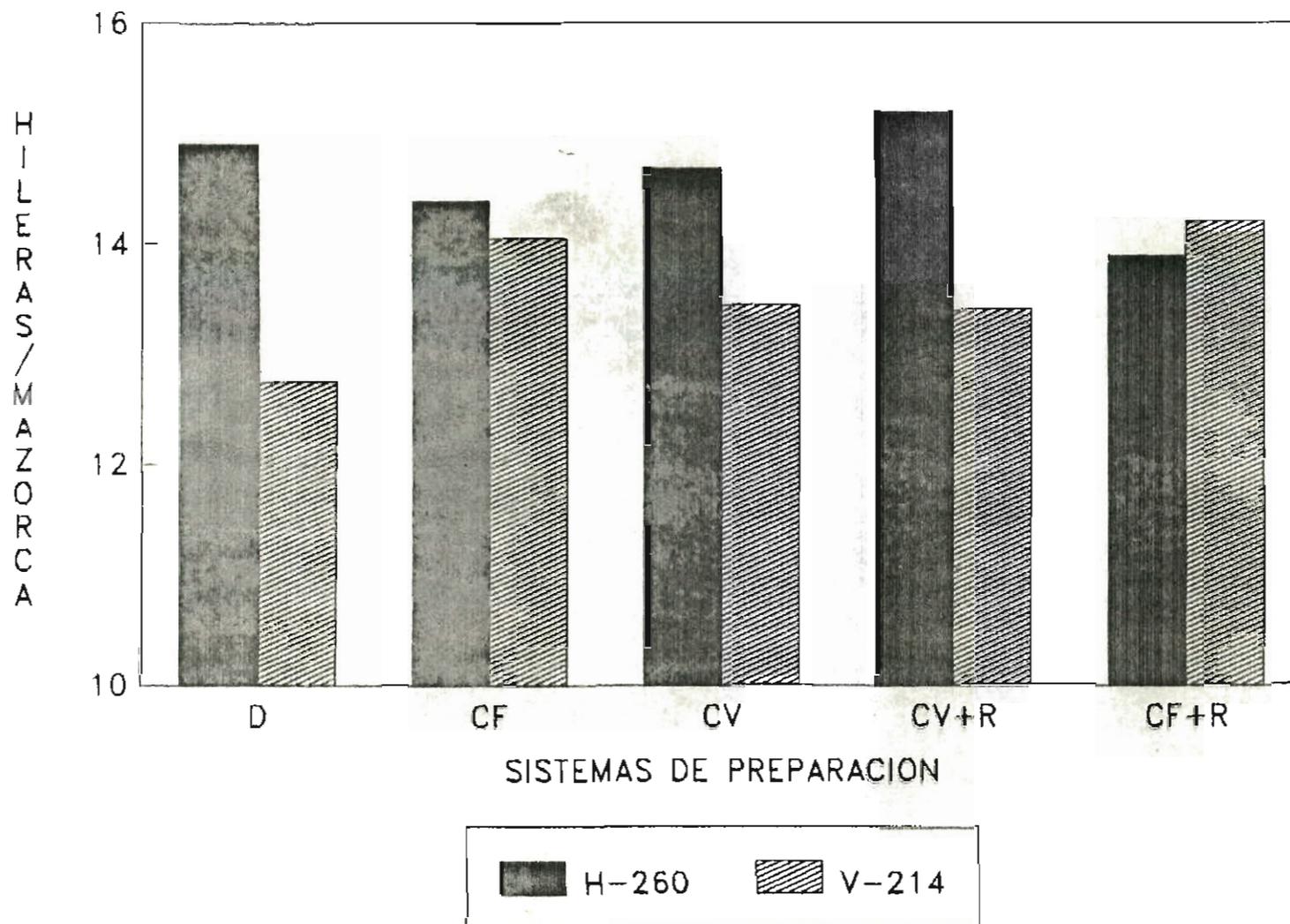
El H-260 registró el mayor número de hileras por mazorca cuando se preparó con arado de cincel vibratorio más

Tabla 13. Prueba de Tukey para No hileras por mazorca ( H/MZ ) y No granos por hilera ( Gr/H ) de dos genotipos de maiz , interacción genotipo por sistema de preparación .

Genotipo	Sistema	H/MZ	Gr/H
H - 260	DISCO	14.90 ab	35.45 a
	CINCEL FIJO	14.40 bcd	35.30 a
	CINCEL VIBRAT.	14.70 abc	33.30 a
	C.V. RASTRA	15.20 a	34.80 a
	C.F. RASTRA	13.90 def	28.90 a
V - 214	DISCO	12.75 g	34.10 a
	CINCEL FIJO	14.05 cf	35.85 a
	CINCEL VIBRAT.	13.45 efg	35.70 a
	C.V. RASTRA	13.40 fg	35.75 a
	C.F. RASTRA	14.20 bdef	33.90 a

Medidas con la misma letra no presentan diferencia estadística significativa para la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

FIGURA 16. NUMERO DE HILERAS/MAZORCA DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



rastra 15.2 H/Mz siendo el tratamiento con cincel fijo más rastra el que menor número de hileras por mazorca arrojó 13.9 H/Mz. Tabla 13.

El Genotipo V-214 registró el mayor número de hileras por mazorca cuando se preparó con el arado de cincel fijo más rastra 14.2 H/Mz, seguido del arado de cincel fijo 14.00 H/Mz, arado de cincel vibratorio 13.45 H/Mz, más el uso de rastra 13.40 H/Mz y el de menor número de hileras por mazorca 12.75 al preparar con arado de disco. Tabla 13.

Cuando se compararon los promedios para Tukey al 5% el H-260 presentó mayor número de hileras como podemos apreciar en la tabla 15.

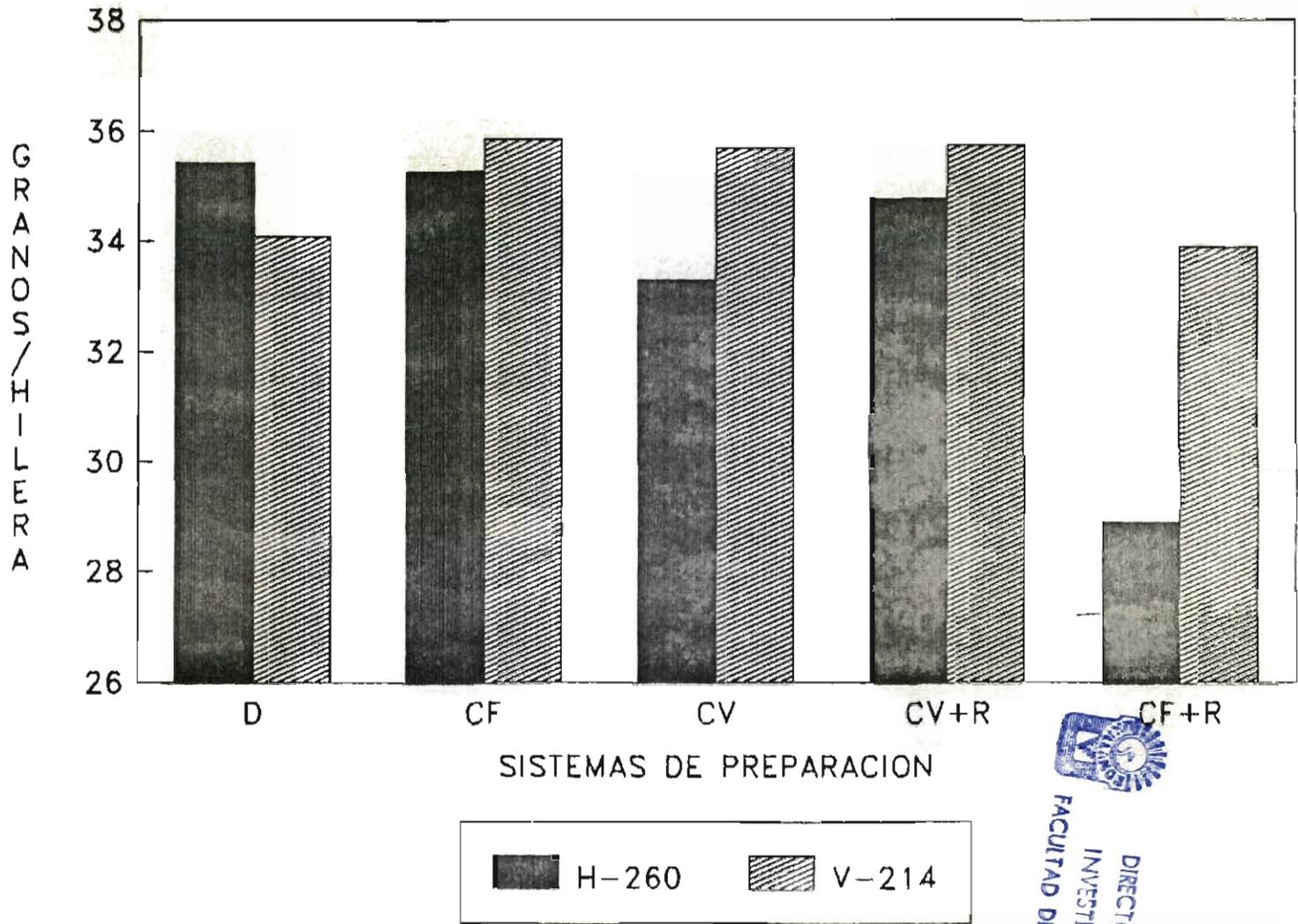
En la tabla 16 se observa según Tukey al 5% que en el factor sistemas de preparación el mayor número se halló cuando se preparó con el arado de cincel vibratorio más rastra. Figura 16.

#### 7.3.7. Número de granos por hilera

Anava al 5% nos muestra que hay diferencia significativa para el factor sistemas de preparación. Anexo 17.

En la Tabla 13 se registran los datos, presentando mayor número de granos para el genotipo H - 260 cuando se

FIGURA 17. NUMERO DE GRANOS/HILERA DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ  
BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

preparó con arado de disco 35.45 granos/hilera , siendo el tratamiento con arado de cincel fijo más rastra el menor 28.9 granos/hilera presentando significancia.

El genotipo V - 214 registró el mayor número de granos por hilera cuando se preparó con arado de cincel fijo sólo 35.85 granos/hilera seguido del arado de cincel vibratorio más rastra y arado de cincel vibratorio 35.75 granos/hilera y 35.70 granos/hilera, los menores valores se encontraron cuando se preparó con arado de disco 34.10 granos/hilera y arado de cincel fijo más rastra 33.9 granos/hilera, presentando significancia entre estos tratamientos Tabla 13.

Cuando se compararon los promedios Tukey al 5 % nos muestra que el genotipo H-260 presentó mayor número de granos por hilera como se aprecia en la tabla 15.

En la tabla 16 se observa según Tukey al 5% que en el factor sistemas de preparación el mayor número de granos por hilera se presentó cuando se uso arado de cincel fijo sólo no siendo significativo con los demás tratamientos. Figura 17.

#### 7.3.8. Rendimiento

En la variable rendimiento el análisis de varianza al 5% no presentó diferencia significativa respecto a los factores genotipos , sistemas de preparación , mientras que en la interacción sistemas de preparación por genotipos presentó diferencia significativa. Anexo 18.

En el genotipo H - 260 al preparar el suelo con el arado de cincel vibratorio más rastra presentó un rendimiento de 2.856 Kg/ha, siendo éste el mejor tratamiento seguido del tratamiento con arado de disco que arrojó un rendimiento de 2.626 Kg/ha y los menores rendimientos se presentaron en los tratamientos con arado de cincel fijo 2.365 Kg/ha y con el mismo implemento más rastra con 2.281 Kgs/ha . Tabla 14.

En el genotipo V - 214 los mayores rendimientos se encontraron cuando se preparó con arado de cincel fijo más la rastra y arado de cincel vibratorio más rastra con 2.451 Kg/ha y 2.099 Kg/ha respectivamente, el tratamiento con arado de disco presentó un rendimiento de 1.968 Kg/ha, cuando se preparó con arado de cincel fijo se obtuvo 1.809 Kg/ha siendo el menor rendimiento cuando se uso arado de cincel vibratorio con 1.799 Kg/ha. Tabla 14.

Cuando se compararon los promedios de genotipos, Tukey al 5% nos mostró que el genotipo H - 260 presento un mejor

Tabla 14. Prueba de Tukey para rendimiento (Kg/Ha) de dos genotipos de maiz interacción genotipo por sistema de preparación.

GENOTIPO	SISTEMA DE PREPARACION	RENDIMIENTO
H - 260	DISCO	2.626 ab
	CINCEL FIJO	2.365 ab
	CINCEL VIBRAT.	2.512 ab
	C.V. RASTRA	2.856 a
	C.F. RASTRA	2.281 ab
V - 214	DISCO	1.968 b
	CINCEL FIJO	1.809 b
	CINCEL VIBRAT.	1.799 b
	C.V. RASTRA	2.099 ab
	C.F. RASTRA	2.451 ab

Medidas con la misma letra no presenta diferencia estadística significativa para la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

TABLA 15. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN 2 GENOTIPOS DE MAIZ.

GENOTIPO	N. H.	G. H.	D. M. (cm)	L. M. (cm)	P. M. (gm)	P. G. (kg)	P. M. S. (gm)	REND. (kg)
H-200	14.62a	33.55a	5.0a	17.50a	1160a	0.86a	27.25a	25.30a
V-214	13.57b	35.06b	4.4b	16.72b	850b	0.64b	29.06b	20.30b

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ( $\alpha=.05$ ).

(N.H.) = Número de hileras

(P.M.) = Peso de mazorca

(G.H.) = Granos por hilera

(P.G.) = Peso de grano

(D.M.) = Diámetro de la mazorca

(P.C.S) = Peso de cien semillas

(L.M.) = Longitud de la mazorca

TABLA 16. COMPARACION DE MEDIAS PARA VARIABLES DEL RENDIMIENTO EN 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO.

SISTEMAS	N. H.	G. H.	D. M.	L. M.	P. M.	P. G.	P. S.	REND.
D	13.82	34.77a	4.59	16.62b	0.96	0.72a	32.10	2297
CF	14.22	35.57a	4.70	17.37ab	1.05	0.79a	32.95	2087
CV	14.07	34.50a	4.65	17.27ab	1.02	0.78a	34.56	2156
CV+R	14.30	35.27a	4.73	17.52a	1.04	0.78a	32.25	2477
CF+R	14.05	31.40b	4.71	16.75b	0.97	0.66b	33.90	2366

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ( $\alpha=.05$ )

N.H. = Número de hileras

G.H. = Granos por hilera

D.M. = Diámetro de la mazorca

L.M. = Longitud de mazorca

P.M. = Peso de la mazorca (Kg)

P.G. = Peso grano de la mazorca (Kg)

P.S. = Peso de 100 semillas (gr)



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

FIGURA 18. RENDIMIENTO DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO

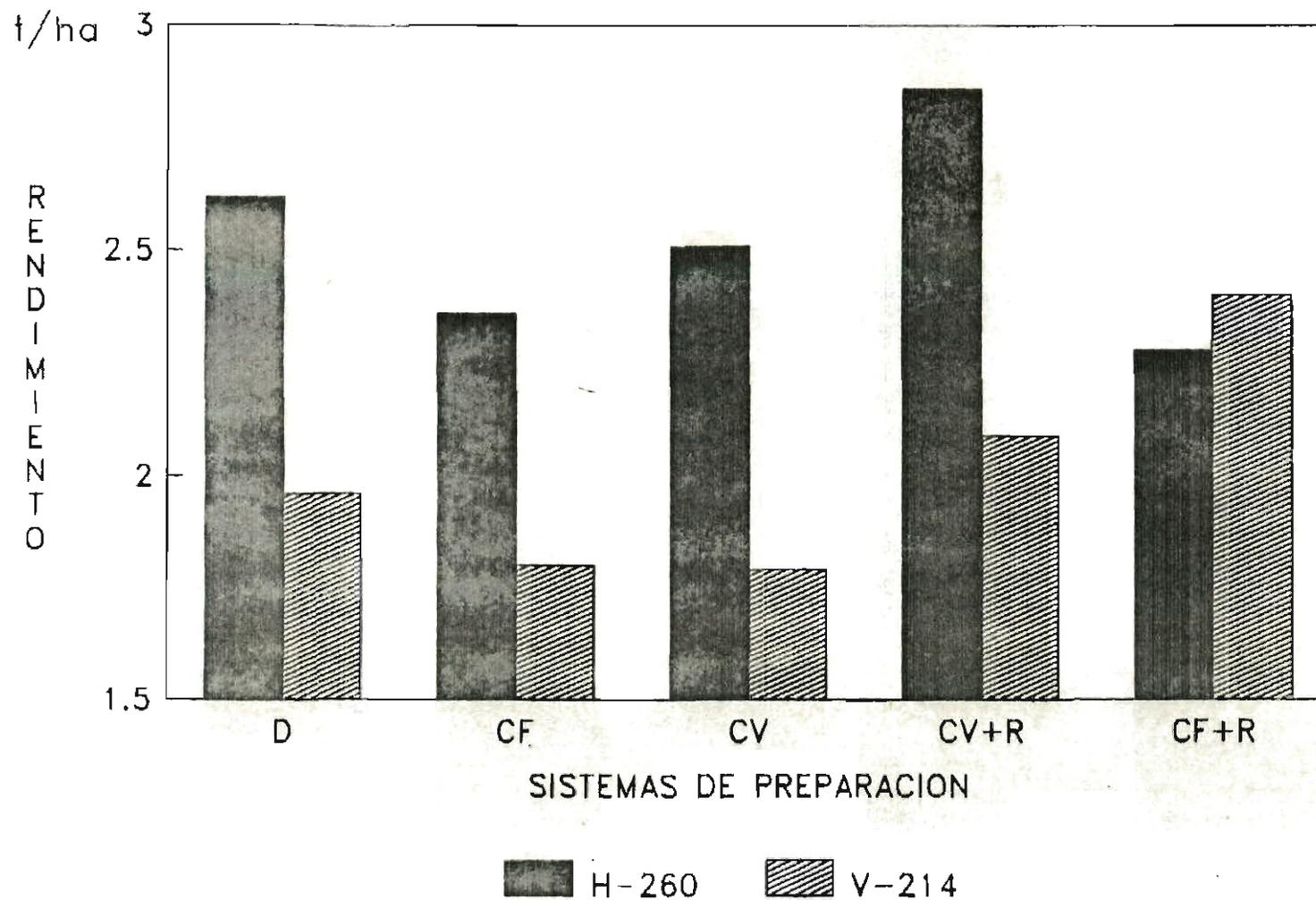
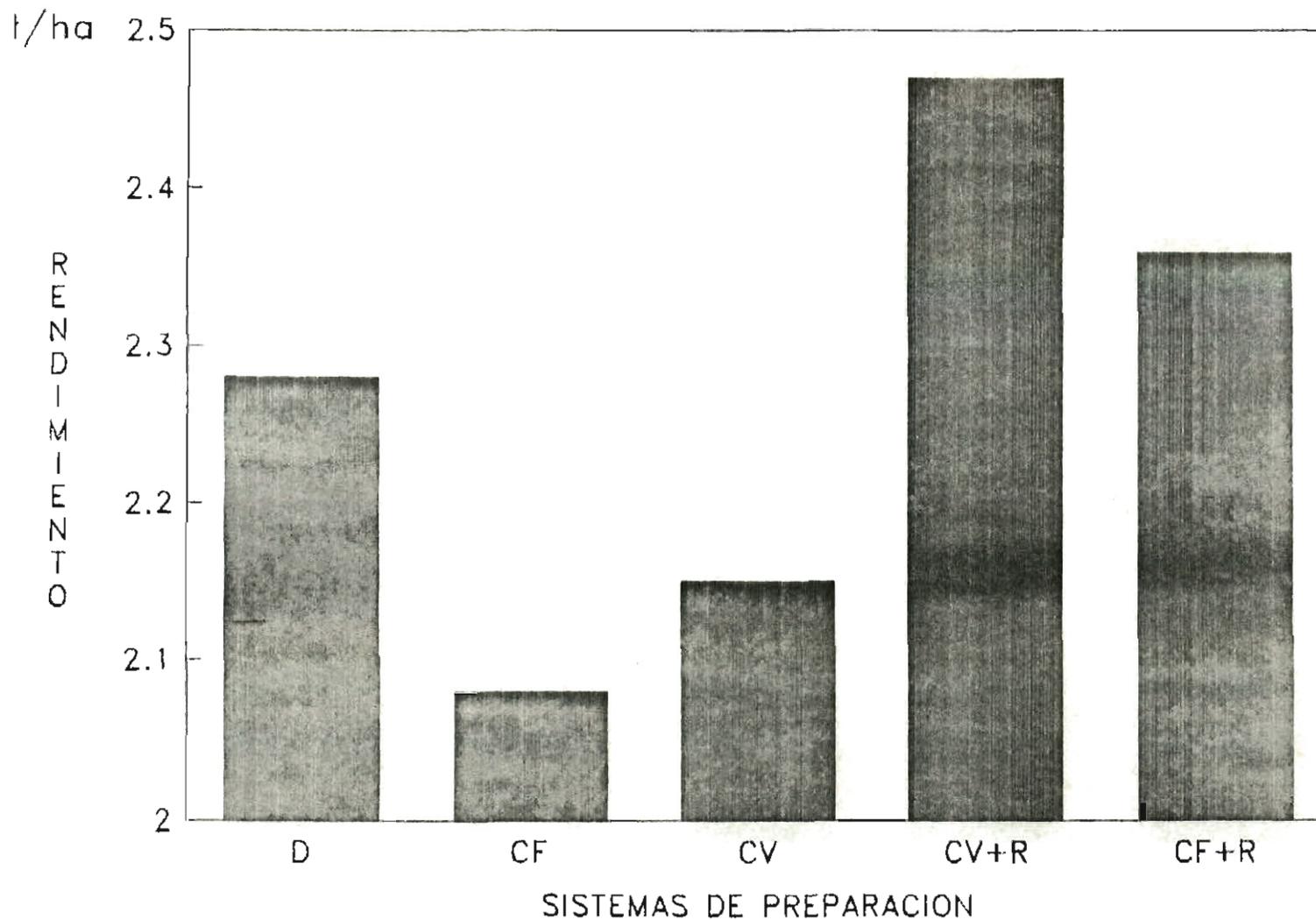


FIGURA 19. RENDIMIENTO DE MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO



rendimiento como podemos observar en la tabla 15, figura 18.

La prueba de tukey al 5% para el factor sistemas de preparación no presentó ninguna diferencia significativa.

Tabla 16, figura 19.

## 8. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo el híbrido siempre superó a la variedad en las variables fisiológicas y de rendimiento. Tablas 8 y 15.

A los 10 días de germinado el cultivo la raíz presenta un mejor crecimiento longitudinal en los tratamientos con arado de cincel vibratorio observándose significancia, esto nos indica que al realizar una labor de labranza adecuada se ofrece a la planta la posibilidad de penetrar en busca de nutrientes y agua ; a medida que la planta fué desarrollándose la raíz penetró más en los tratamientos con arados de cincel y rastra, la respuesta a lo anterior se observa claramente en el rendimiento, puesto que fué en estos tratamientos donde se obtuvo las mayores producciones. Tabla 9.

Independientemente de la profundidad radicular el peso seco de raíz fué mayor en el tratamiento con arado de disco a madurez fisiológica como una respuesta a la misma preparación debido a que la raíz al encontrar el pie de

arado tiende a expandirse lo que no ocurre en los tratamientos con arado de cincel donde la raíz tiende a profundizar; el rendimiento no se ve afectado por esta variable y es así como las mejores producciones se obtuvieron donde se preparó con arado de cincel vibratorio más rastra. Tabla 9.

Para el caso de grosor de tallo a madurez fisiológica y a cosecha, se puede observar que entre los tratamientos los arados de cincel más rastra presentaron los valores más altos que cuando se uso con arado de disco, aunque no existe diferencia significativa para esta variable, si hay una relación directamente proporcional con el rendimiento . Tabla 9.

A madurez fisiológica y a cosecha la variable altura de planta para los dos genotipos no fué influenciada por la preparación de suelo , esto se debió a las características de cada material . Tabla 9.

En los componentes de rendimiento peso de grano y granos por hilera no se modifican al preparar con un arado de disco , con cincel fijo y cincel vibratorio sólo o con rastra , pero al preparar con cincel fijo y rastra la respuesta a estos componentes es menor. Tabla 16.



hecho de que el cultivo al llegar a madurez fisiológica coincidió con la época de sequía de la zona, es decir, el suelo tiende a compactarse acumulando la mayor cantidad de agua que pueda almacenar, no afectando el rendimiento puesto que se está secando el grano y no tenemos en cuenta lo que ocurra hasta cosecha .

Al comparar la microporosidad y la macroporosidad del suelo a madurez fisiológica, observamos como en los tratamientos donde se ha usado arado de cincel vibratorio sólo, la cantidad de microporos es superior a la presentada por los otros tratamientos, encontrándose una relación inversa con la presencia de macroporos, lo que nos permite deducir que el suelo con mayor cantidad de macroporos presenta un mejor rendimiento, como cuando se preparó el suelo con arado de cincel vibratorio más rastra.

La estabilidad estructural nos da el índice de agregación del suelo, en base al tamaño promedio de los agregados; para las condiciones edáficas del ensayo se encontró un índice de agregación de 2.17 cuando se uso el arado de cincel vibratorio más rastra obteniéndose el mejor rendimiento.

## 9. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico utilizado en este estudio obedece al expuesto por Richard K- Perrin y otros, cuya metodología se presenta a continuación.

Para formular recomendaciones confiables que generen los mayores ingresos netos a los agricultores, es indispensable recurrir al análisis económico, ya que el análisis estadístico determina los sucesos biológicos del experimento y no son suficientes para augurar éxitos en el proceso de producción .

El análisis de los resultados se realizó a partir de los costos variables de la preparación del suelo y los genotipos de maíz usados en cada tratamiento, incluyendo los costos de oportunidad , también se consideran los beneficios de campo que deben ser consistentes con las metas del agricultor de aumentar sus ganancias y evitar riesgos relacionados con la escases de capital , que por lo general es característica de la mayoría por no decir, la totalidad de los agricultores .

Los costos se definen como el valor de los valores de producción que intervienen en el proceso y que en una u otra forma deben ser cubiertos por el agricultor.

Estos costos se resumen en costos fijos y variables, los primeros permanecen constantes en el proceso y son el arrendamiento de la tierra, intereses sobre inversiones fijas y los costos variables son aquellos que varían con el volumen de producción, como es la preparación del suelo bajo diferentes implementos.

Para el análisis propuesto se tomará como base el presupuesto parcial, que tiene como objetivo identificar prácticas cuya aplicación permita incrementar los rendimientos físicos y/o lograr una disminución en los costos, con el fin de obtener mayores ingresos netos. Este presupuesto indica resultados económicos para un periodo dado.



El propósito del presupuesto parcial es ayudar a la toma de decisiones, en este caso sobre preparación del suelo bajo distintos métodos que le permitan obtener el nivel de producción que rindan los mayores ingresos netos.

#### 8.1. Análisis de presupuesto parcial.

La tabla 17 registra los rendimientos brutos de los

TABLA 17. RENDIMIENTO (KG/HA) DE 2 GENOTIPOS DE MAIZ BAJO 5 SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO

GENOTIPO	D	CF	SISTEMAS		
			CV	CV + R	CF + R
H-260	2.626	2.365	2.512	2.856	2.281
V-214	1.968	1.809	1.799	2.099	2.451
PROMEDIO	2.297	2.087	2.156	2.477	2.366
	3	5	4	1	2

FUENTE: Datos obtenidos de resultados del experimento realizado en la finca Tanane, Semestre A, 1990.

CV = Cincel vibratorio

D = Disco

CF = Cincel fijo

R = Rastra

distintos genotipos de maíz observándose que la mayor producción es generada por el uso de dos pases de cincel vibratorio y dos pases de rastra obteniéndose una producción promedia de 2.477 Kg/Ha, seguido por el uso de dos pases de cincel fijo y dos pases de rastra con una producción de 2.366 Kg/Ha, siendo el uso de dos pases de cincel vibratorio el de menores rendimientos con 2.087 Kg/Ha.

La tabla 18 presenta los beneficios netos logrados en cada una de las prácticas realizadas siendo estos los que le permiten al agricultor tomar la decisión de la práctica.

Analizando los resultados se observa que utilizando dos pases de cincel vibratorio y dos pases de rastra a un costo de \$70.000.00 se obtiene los mayores ingresos netos con \$150.392.00, pero si solamente se hace dos pases de cincel vibratorio los costos variables representan \$50.000.00, es decir descienden en \$20.000.00 pero sus ingresos también disminuyen en \$8.574.00 situándose en \$141.818.00.

La práctica del uso de dos pases de cincel vibratorio correspondería a la práctica que optaría el agricultor por sus menores riesgos en la inversión frente a sus

**TABLA 18. PRESUPUESTO PARCIAL POR HA. DE CINCO SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO.**

CONCEPTO	D	CF	SISTEMAS		
			CV	CV + R	CF + R
RENDIMIENTO (t/ha)	2.297	2.087	2.156	2.477	2.366
RENDIMIENTO AJUS.	2.067	1.878	1.940	2.229	2.129
B. BRUTO DE CAMPO (\$ 98.875)	196.108	185.687	191.818	220.392	210.504
<b>COSTOS</b>					
<b>SEMILLA</b>					
H-260 (25 kg/ha)	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
V-214 (25 kg/ha)	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
SIEMBRA	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000
PREPARACION DE S.	33.000	30.000	16.000	36.000	50.000
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>67.000</b>	<b>64.000</b>	<b>50.000</b>	<b>70.000</b>	<b>84.000</b>
<b>B. NETOS</b>	<b>129.108</b>	<b>121.687</b>	<b>141.818</b>	<b>150.392</b>	<b>126.504</b>
	3	5	2	1	4

**FUENTE:** Datos obtenidos de resultados del experimento realizado en la finca Tanane, Semestre A, 1990.

CV = Cincel vibratorio

D = Disco

CF = Cincel fijo

R = Rastra

mayores beneficios netos y como segunda alternativa optaría por el uso del cincel vibratorio y la rastra el cual incrementa los costos en \$20.000.00 y genera ingresos de \$150.392.00.

#### 9.2. Análisis de dominancia de alternativas

Los tratamientos fueron ordenados de mayor a menor beneficio neto y luego relacionados con los costos variables, para determinar las alternativas de producción según la práctica por la cual se inclinarían los agricultores.

La tabla 19 muestra el ordenamiento de los resultados obtenidos y observamos que dos pases de cincel vibratorio a un costo de \$70.000.00 generan los mayores ingresos netos, sin embargo utilizando dos pases de cincel vibratorio disminuye los costos variables en \$20.000.00 y los beneficios netos en \$8.574.00; ambos tratamientos superan el testigo que equivalen a dos pases de arado de disco y dos pases de rastra cuyo costo asciende a \$67.000.00 y sólo genera beneficios netos por \$129.108.00.

Los tratamientos que reportan menores beneficios netos que el testigo no son alternativas para los agricultores ya que el costo de la práctica incide sobre los

TABLA 19. ANALISIS DE DOMINANCIA DE DATOS DE RESPUESTA A SISTEMAS DE PREPARACION DE SUELO

B. NETO (\$/ha)	SISTEMAS	C. VARIABLE
150.392	CV + R	70.000 *
141.818	CV	50.000 *
129.108	D	67.000
126.504	CF + R	84.000
121.687	CF	64.000

FUENTE: Datos obtenidos de resultados del experimento realizado en la finca Tanane, Semestre A, 1990.

CV = Cincel vibratorio

D = Disco

CF = Cincel fijo

R = Rastra



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

rendimientos y los beneficios netos; a estos tratamientos se les llamó alternativas dominadas por que para cada una de ellas existe otra alternativa con mayores beneficios netos y un menor costo variable.

### 9.3. Curva de beneficios netos

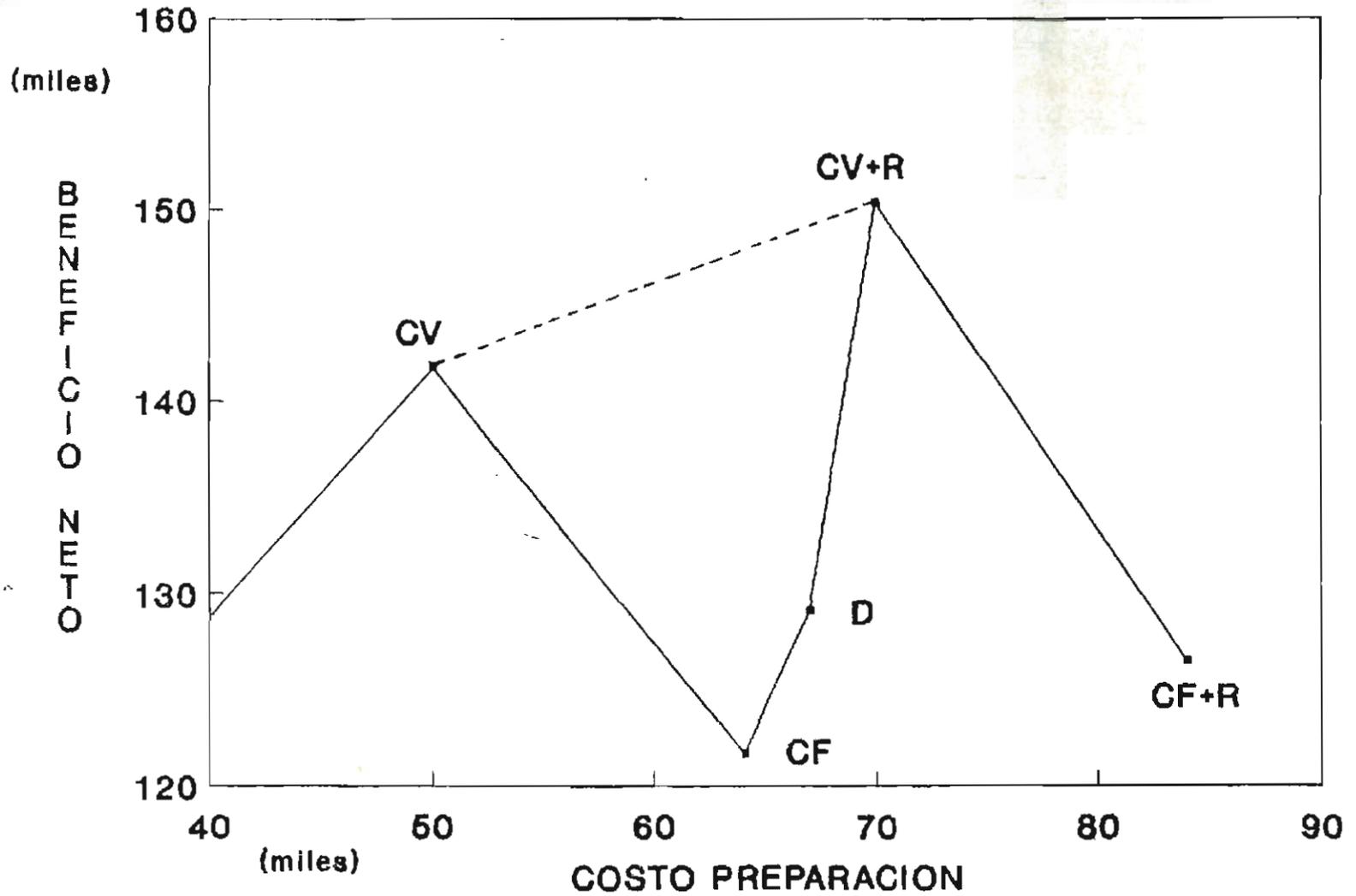
Al llevar la relación de beneficios netos a un plano como se observa en la gráfica 1 y trazar una línea sobre los puntos más altos obtenemos la curva de beneficios netos representada por las opciones no dominadas y sobre las cuales los agricultores pueden orientar sus inversiones, coincidiendo en ésta las mismas alternativas dadas anteriormente.

### 9.4. Análisis marginal

La tasa marginal de retorno es la relación entre el incremento del beneficio neto y el beneficio del costo asociado a la práctica de producción estudiada. Este análisis muestra en forma porcentual el nivel de rentabilidad obtenido al variar la práctica de producción mediante el uso de otro tipo de implemento para la preparación del suelo.

Para éste análisis se toma como referencia una tasa

GRAFICA I. CURVA DE BENEFICIOS NETOS



mínima de rentabilidad que debe recibir el agricultor como pago al capital invertido.

En el presente trabajo, se ha estimado en un 40% el costo de oportunidad del capital que incluye el costo semestral del crédito para maíz ( 20% aprox. ) mas un porcentaje adicional del 20% que representa el riesgo asociado al cultivo.

La fórmula utilizada para calcular la tasa marginal de retorno es:

$$T.M.R. = \frac{\text{Incremento marginal en beneficios netos}}{\text{Incremento marginal en costo variable}} \times 100$$

Y se estima para niveles consecutivos de las alternativas no dominadas .

La Tabla 20 presenta el cálculo de las tasas de retorno marginal y sirve de base para recomendar el implemento de preparación de suelo mas indicado.

Obtenido el análisis marginal nos interesa comparar los cambios obtenidos en la tasa de retorno partiendo de la práctica que ofrece los menores beneficios netos.

TABLA 20. ANALISIS ECONOMICO MARGINAL DE LOS SISTEMAS DE PREPARACION

B. NETO	SISTEMA	C. VARIABLE	INCREMENTO MARGINAL (B. N.)	INCREMENTO MARGINAL (C. V.)	TASA RETORNO MARGINAL
150.392	CV + R	70.000	8.574	20.000	42,8 *
141.818	CV	50.000	12.710	17.000	74,7
129.108	D	67.000	—	—	—

FUENTE: Datos obtenidos de resultados del experimento realizado en la finca Tanane, Semestre A, 1990.

\*: %

CV = Cíncel vibratorio

D = Disco

R = Rastra

UNILLANOS  
 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
 SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
 MEMOROTECA  
 Calavencio - Mérida

Se justifica variar la práctica de preparación de suelo mientras la tasa de retorno marginal calculada sea mayor del 40%.

El máximo beneficio neto se alcanza con el uso de dos pases de cincel vibratorio y dos de rastra para preparar el suelo, sin embargo se observa que al pasar del uso de dos pases de arado de disco y dos pases de rastra ( testigo ) a dos pases de cincel vibratorio se obtiene una T.R.M. del 74.7%, esto significa que por cada peso adicional gastado en la práctica de preparación del suelo ganó \$0.74; superior del 40% tomado como costo de oportunidad, quedando en segunda alternativa el tratamiento de mayores beneficios netos, con el 42.8%.

## 10. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se establecen las siguientes conclusiones.

1. El genotipo I.C.A. H - 260 fué superior a la variedad I.C.A V - 214 para las variables evaluadas.
2. Aunque el análisis estadístico no muestra diferencia significativa, el sistema de preparación de suelo que obtuvo los mejores rendimientos fué el arado de cincel vibratorio más rastra.
3. La mayor rentabilidad se encontró cuando se preparó con el arado de cincel vibratorio con una tasa de retorno marginal ( T.R.M. ) del 74.7 % .
4. El índice de agregación (2.17) dado por el tamaño promedio de los agregados al preparar el suelo con arado de cincel vibratorio más rastra es el óptimo para obtener los mejores rendimientos.

5. El crecimiento longitudinal de raíz presenta respuesta favorable a la preparación del suelo con arados de cincel.

## 11. RECOMENDACIONES

- Continuar la investigación en la preparación de suelos en diferentes cultivos y en diferentes clases de suelo en los Llanos Orientales observando su estudio en un período prolongado.
- Para hacer más rentable el cultivo del maíz en el departamento del Meta, se recomienda sembrar el genotipo I.C.A. H - 260, por su buena adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región y por su buena rentabilidad.
- Se recomienda preparar el suelo con arado de cincel vibratorio y rastra ya que con este sistema se obtienen los mayores beneficios netos.

Además, al preparar el suelo con estos arados de cincel estamos conservando las condiciones físicas del suelo.

## 12. RESUMEN

En la finca Tanané Ubicada en la vereda Santa Rosa, municipio de Villavicencio, Departamento del Meta, en un suelo de vega del río negro clasificado por su capacidad de uso como de clase I, se evaluaron durante el primer semestre de 1.990 cinco sistemas de preparación de suelo y dos genotipos de maíz ( Zea mayz L. ) .

Los genotipos de maíz utilizados fueron:El I.C.A. H - 260 y el I.C.A. V - 214, los sistemas de preparación de suelo fueron: Sistema tradicional mecanizado disco y rastra tomado como testigo, cincel fijo, cincel vibratorio, cincel vibratorio más rastra, cincel fijo más rastra.

Se sembraron 25 Kg/Ha de semilla. La fertilización fué constante para todos los tratamientos 50 Kg/ha cloruro de potasio, 100 Kg/ha de DAP y 200 Kg/ha de Urea. El control de malezas se hizo en pre-emergencia utilizando Gesaprim en dosis de 2 Lts/ha. Para el control de cogollero ( Spodoptera frugiperda ) se empleó Lorsban en dosis de 1 Lt/ha.

El diseño experimental utilizado fué el de parcelas divididas con arreglo en bloques al azar, con cuatro repeticiones siendo la parcela principal los cinco sistemas de preparación y las sub-parcelas los genotipos. El tamaño de cada parcela fué de 10 x 5 mts para un total de 40 parcelas.

Se manejaron las siguientes variables: Densidad aparente, porosidad total, macroporosidad, microporosidad resistencia a la penetración, estabilidad estructural, altura de planta, grosor de tallo, peso seco de raíz, longitud de raíz, peso de mazorca, peso de grano, peso de 100 semillas, longitud de mazorca, diámetro de mazorca número de hileras/mazorca, número de granos/hilera y rendimiento.

Como hipótesis se planteó que el desarrollo radicular se verá favorecido en aquellas parcelas donde se preparó el suelo con arado de cinel vibratorio. La preparación del suelo con arado de cinel repercutirá en una mayor producción.

Respecto a los resultados obtenidos se observó que estadísticamente el genotipo H - 260 con un rendimiento promedio de 2.528 Kg/ha fué superior a la variedad V - 214 que mostró un rendimiento de 2.025 Kg/ha.

Todos los componentes de rendimiento fueron afectados por las características de los genotipos.

El tratamiento que mejor se comportó fue el de arado de cincel vibratorio y rastra con un rendimiento de 2.477 Kg/ha y económicamente se tiene como alternativa con una tasa de retorno marginal del 42.8%, el cual es superado por el arado de cincel vibratorio con T.R.M. del 74.7 %.

En los análisis físicos de suelo se encontró una relación entre el rendimiento y la densidad aparente indicándonos que al aumentar la densidad disminuye el rendimiento para las condiciones del ensayo; la relación de los macroporos frente al rendimiento es directamente proporcional, es decir que a una mayor cantidad de macroporos en el suelo los rendimientos en el cultivo van a ser mayores, observado cuando se preparó con arado de cincel vibratorio más rastra.

Al preparar el suelo con arado más rastra se encontró los mayores pesos de materia seca de raíz, tanto en la variedad como en el híbrido, indicándonos que es necesario el uso de la rastra, permitiendo así el mayor volumen de raíz dando por consiguiente los mayores rendimientos.



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

### 13. BIBLIOGRAFIA

1. BERLIJN, J. D. Maquinaria de preparación de tierras tomo 3. Editorial de la Universidad Agraria. La Molina. Perú. 1963.
2. GOMEZ L., Jairo A. Cómo aumentar la producción del Maíz en el Valle del río Cauca. Separata de la Revista "Agricultura Tropical" Vol. XXIII No. 3. Marzo 1967.
3. KAIRUZ C., Gustavo. Efecto de la Roturación en suelos con y sin problemas de compactación. El algodónero técnico No. 1. Bogotá. 1990.
4. LLANOS C., Manuel. El Maíz, su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Maundi Prensa. Madrid España. 1984.
5. DWEN, E. J.; SANCHEZ, L. F.; SUAREZ J. G. Fertilización del Sorgo cultivado en Vega en el Departamento del Meta. Boletín Técnico ICA. Villavicencio - Meta.
6. PEREZ, J. C. Recomendación para el manejo del cultivo del Maíz en zonas productoras. Cereales de consumo Maíz y sorgo. Asiava - ICA - FENALCE. Cali - Colombia. 1989.
7. ROBLES S., Raúl. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. 1975.
8. ROMERO M., V. y RODRIGUEZ, A. Ecología del cultivo del Maíz y preparación de suelos. Curso de Maíz. I.C.A. 1962.
9. SPRAGOE, G. F. y LARSON, W. E. Producción de Maíz. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. 1966.
10. TOVAR, M. E. Maquinaria Agrícola. Sección tierras y ganados. El Tiempo. Bogotá. Marzo 24, 1990.

ANEXO 1. Influencia de algunas labores en la producción  
del maíz (semilla: Diacol H-205).

TRATAMIENTOS	TONELADAS POR HECTAREA	
	A	B
I Guadañar, rastrillar, arar, rastrillar, pulir, sembrar...	3.9	3.9
II Guadañar, arar y rastrillar en una operación, sembrar...	4.1	4.0
III Guadañar, rastrillar, arar, sembrar...	4.0	3.0

Fuente: GOMEZ L., Jairo A. Separata de la Revista Agricultura  
Tropical. Vol. XXIII. No. 3. marzo 1967.

ANEXO 2. Condiciones climáticas de la Finca Tanané de  
marzo a julio 1990.

---

Altura sobre el Nivel del mar	320 msnm
Temperatura promedio	25 °C
Precipitación promedio	382 mm
Humedad relativa promedio	82 %
Brillo solar	156 hora
Evaporación media	137.7 mm

---

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario I.C.A.,  
Regional 8, Villavicencio.



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA



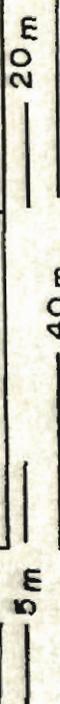
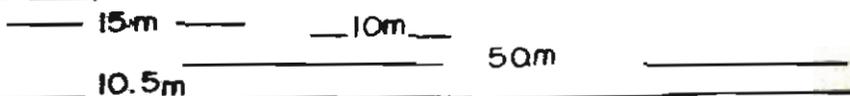
DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

T <sub>4</sub> H	T <sub>2</sub> V	T <sub>5</sub> V	T <sub>3</sub> H	T <sub>1</sub> H
T <sub>4</sub> V	T <sub>2</sub> H	T <sub>5</sub> H	T <sub>3</sub> V	T <sub>1</sub> V

T <sub>1</sub> V	T <sub>5</sub> H	T <sub>2</sub> V	T <sub>4</sub> V	T <sub>3</sub> H
T <sub>1</sub> H	T <sub>5</sub> V	T <sub>2</sub> H	T <sub>4</sub> H	T <sub>3</sub> V

T <sub>5</sub> V	T <sub>3</sub> H	T <sub>1</sub> V	T <sub>2</sub> V	T <sub>4</sub> H
T <sub>5</sub> H	T <sub>3</sub> V	T <sub>1</sub> H	T <sub>2</sub> H	T <sub>4</sub> V

T <sub>3</sub> V	T <sub>5</sub> H	T <sub>1</sub> H	T <sub>4</sub> V	T <sub>2</sub> H
T <sub>3</sub> H	T <sub>5</sub> V	T <sub>1</sub> V	T <sub>4</sub> H	T <sub>2</sub> V



DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS

- H - HIBRIDO H-260
- V - VARIEDAD V-214

ANEXO 4. Características agronómicas de los genotipos estudiados.

---

CARACTERISTICAS	ICA H-260	ICA V-214
Periodo vegetativo (días)	145	140
Días a floración	69	62
Altura de la planta (m)	2,65	2,50
Rendimiento (kg/Ha.)	7.834	6.180
Color de la mazorca	blanca	amarilla

---

Fuente: Plegable de divulgación No. 173 y No. 199 del Instituto Colombiano Agropecuario.

ANEXO 5. Especificaciones sobre los implementos  
utilizados en el ensayo.

---

Especificaciones	A. Cincel Vibrator.	A.Cincel Fijo	Arado Disco	Rastra
Modelo	AZ7	AC5		9520
No de Vastagos	7	5	-	-
No de Discos	-	-	4	20
Ancho de Corte	2,10	2,64	1,00	2,00
Peso Aprox.(Kg)	400	500	462	1350

---

Fuente : Plegables divulgativos de Interagro y Apolo.

## ANEXO 6. Descripción del perfil del suelo

---

Horizonte	Profundidad (cm)	descripción
A	0 - 13	Color grisáceo oscuro, textura FAr, estructura en bloques subangulares, medios y finos.
B	13 - 44	Color pardo grisáceo , textura FAr, estructura en bloques subangulares medios y desarrollados.
C	44 - 62	Color pardo amarillento, con manchas grises,FArA bloques subangulares medios y moderadamente bien desarrollados.
D	62 - 95	Color pardo grisáceo AF, bloques subangulares medios y finos debilmente desarrollados.

---

Fuente: Laboratorio suelos Universidad de los Llanos.

ANEXO 7. Cuadrados medios de Anava para las variables densidad aparente (Gr/cc) y porosidad total (%) a madurez fisiológica bajo cinco sistemas de preparación de suelo.

Factores de Variación	GL	Densidad Aparente	Porosidad total
		MADUREZ FISIOLÓG. CM	MADUREZ FISIOLÓG. CM
Repetición	3	0.004	5.42
Sistema de preparación	4	0.015 NS	21.65 NS
Error	12	0.006	8.50
Total	19		
C.V.=		5.43%	6.31%

NS = No Significativo



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ANEXO 8 . Cuadrados medios de Anava para las variables macroporosidad (%) y microporosidad (%) a madurez fisiológica bajo cinco sistemas de preparación de suelo.

Fuente de variación		GL	Microporosidad MADUREZ FISIOL. CM	Macroporosidad MADUREZ FISIOL. CM
Repetición	3		4.96	20.64
Sistema de preparación	4		32.89 NS	78.33 NS
Error	12		22.67	37.95
Total	19			
C.V.	=		15.98%	37.43%

NS = No significativo

ANEXO 9. Cuadrados medios de Anava para la variable resistencia a la penetración Kg/cm<sup>2</sup> a 30 DDG bajo cinco sistemas de preparación de suelo.

---

Factor de	30 DDG	
Variación	GL	CUADRADO MEDIO
Repeticiones	3	0.112
Sis. prep.	4	0.371 **
Error	12	0.066
Total	19	

---

C.V. = 32.71%

NS = No significativo

\*\* = Altamente significativo al nivel del 5%

ANEXO 10. Cuadrados medios de Anava para la variable profundidad de raíz a 10 DDG a madurez fisiológica y cosecha para dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

-----				
Factores de		10 DDG	MAD.FISIOL	COSECHA
Variación	GL	CM	CM	CM
-----				
Repeticiones	3	0.001	0.000	0.002
Sis. prep. (A)	4	0.003 **	0.001 NS	0.001 NS
Error A	12	0.001	0.001	0.002
Genotipos (B)	1	0.004 *	0.004 *	0.029 **
A x B	4	0.003 *	0.001 NS	0.005 *
Error B	15	0.001	0.001	0.002
Total	39			
-----				

C.V.=17.07% C.V.=11.87% C.V.=15.56%

NS : No significativo

\*\* : Altamente significativo al nivel 1%

\* : significativo al nivel del 5%

ANEXO 11. Cuadrados medios de Anava para la variable materia seca de raíz a madurez fisiológica y a cosecha de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

Factor de Variación	MADUREZ FISIDL.		COSECHA
	GL	CM	CM
Repeticiones	3	80.417	121.438
Sis. prepara (A)	4	110.167 *	171.006 NS
Error	12	39.970	103.484
Genotipos (B)	1	39.772 NS	1318.828 **
A x B	4	39.478 NS	287.450 *
Error B	15	24.158	111.414
Total	39		
		C.V.=38.71%	C.V.=51.49%

NS : No significativo

\*\* : Altamente significativo al nivel 1%

\* : significativo al nivel del 5%

ANEXO 12. Cuadrados medios de Anava para la variable altura de planta (cms) a 45 DDG y a Madurez fisiológica de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

Factor de Variación	GL	45 DDG CM	MADUREZ FISIOL. CM
Repeticiones	3	0.107	0.065
Sis. prepar. (A)	4	0.046 NS	0.111 NS
Error A	12	0.078	0.077
Genotipos (B)	1	0.080 NS	0.021 NS
A x B	4	0.062 NS	0.120 NS
Error	15	0.068	0.074
Total	39		
		C.V.=13.35%	C.V.=12.95%

NS : No significativo

ANEXO 13. Cuadrados medios de Anava para la variable grosor de tallo (cms) a 45 DDG y a madurez fisiológica de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

Factor de Variación	GL	45 DDG CM	MADUREZ FISIOL. CM
Repeticiones	3	0.997	0.852
Sis. prepar.(A)	4	0.454 NS	0.277 NS
Error A	12	0.218	0.210
Genotipo (B)	1	24.961 **	27.270 **
A x B	4	0.892 *	0.600 *
Error B	15	0.272	0.237
Total	39		



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

C.V.=29.04% C.V.=20.98

NS : No significativo

\*\* : Altamente significativo al nivel 1%

\* : significativo al nivel del 5%

ANEXO 14. Cuadrados medios de Anava para peso de mazorca y peso grano de mazorcas de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

Factor de Variación	PESO 5 MAZOR.		PESO GRANO 5M		
	GL	CM		CM	
Replicación	3	1764.2		3737.3	
Sis. preparac.(A)	4	13964.7	NS	24697.5	NS
Error A	12	9402.2		6930.0	
Genotipos (B)	1	954810.0	**	476330.6	**
Interacc. A x B	4	7145.9	NS	12902.5	NS
Error B	15	19170.4		18544.8	
Total	39				

C.V.= 13.73 %      C.V.= 18.18%

N.S.= No significativo

\*\* = Altamente significativo al nivel del 1%

\* = Significativo al nivel del 5%

ANEXO 15. Anava para peso promedio de 100 granos de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

---

Factor de Variación	GL	SC	CM	FC	F 5%
Replicación	3	60.899	20.300	2.05	0.16
Sistemas (A)	4	36.081	9.020	0.91	
Error A	12	118.425	9.869		
Genotipos (B)	1	669.942	669.942	45.94	0.00 **
Interacc. A x B	4	95.734	23.933	1.64	0.21 NS
Error B	15	218.759	14.584		
Total	39				

---

C.V. = 11.52%

N.S.= No significativo

\*\* = Altamente significativo al nivel del 1%

\* = Significativo al nivel del 5%

ANEXO 16. Cuadrados medios de Anava para las variables longitud de mazorca y diametro de mazorca de dos genotipos de maíz , influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

---

Factor de Variación	DIAM. MAZORCA		LONG. MAZORCA
	GL	CM	CM
Repetición	3	0.063	4.031
Sis. prepar. (A)	4	0.130 NS	6.345 NS
Error A	12	0.149	3.495
Genotipos (B)	1	212.320 **	30.420 *
Interacc. A x B	4	0.076 NS	11.495 NS
Error B	15	0.163	5.069
Total	39		

---

C.V.= 8.63%      C.V.= 13.16%

N.S.= No significativo

\*\* = Altamente significativo al nivel del 1%

\* = Significativo al nivel del 5%

ANEXO 17. Cuadrados medios de Anava para las variables No. Hileras/mazorca y No. Granos/hilera de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

Factores de Variación	No. H/M		No. G/H	
	GL	CM	CM	
Replicación	3	2.552	27.458	
Sis. prepar. (A)	4	1.343 NS	112.517 **	
Error A	12	3.379	26.607	
Genotipos (B)	1	55.125 **	114.005 *	
Interacc. A x B	4	10.313 **	55.968 NS	
Error B	15	2.275	37.586	
Total	39			
		C.V.=10.70%	C.V.=17.87%	

N.S.= No significativo

\*\* = Altamente significativo al nivel del 1%

\* = Significativo al nivel del 5%

ANEXO 18. Cuadrados medios de Anava para rendimiento de dos genotipos de maíz influenciados por cinco sistemas de preparación de suelo.

Factor de variación	GL	SC	CM	FC	F	5%
Replicación	3	12.08	4.02	0.14		
Sistemas (A)	4	79.36	19.84	0.71		
Error A	12	332.36	27.669			
Genotipos (B)	1	252.76	252.76	9.69	0.07	NS
A x B	4	117.61	29.40	1.12	0.38	NS
Error B	15	391.23	26.08			
Total	39					



DIRECTOR CENTRO  
INVESTIGACIONES  
FACULTAD DE AGRONOMIA

C.V. = 22.43%

NS = No significativo