

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales**

**Escuela de Ingeniería Agropecuaria**

**EVALUACIÓN DE SEMBRADORA Y HERRAMIENTAS PARA SIEMBRA EN  
LABRANZA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN MAÍZ (*Zea mays L*) DE  
ALTURA**

**Tesis de ingeniero agropecuario**

**Autor: MARIO PATRICIO AYALA GUDIÑO**

**DIRECTOR:**

**Ing. FRANKLIN VALVERDE, M.Sc.**

**Ibarra – Ecuador**

**2006**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales**

**Escuela de Ingeniería Agropecuaria**

**EVALUACIÓN DE SEMBRADORA Y HERRAMIENTAS PARA SIEMBRA EN  
LABRANZA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN MAÍZ (*Zea mays L*) DE  
ALTURA**

**Tesis de Ingeniero Agropecuario**

**Presentada al Comité Asesor como requisito parcial para obtener en título de:**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**APROBADA**

**COMITÉ ASESOR:**

**Ing. Franklin Valverde, M.Sc.** .....

**DIRECTOR**

**Ing. Carlos Cazco, M.Sc.** .....

**ASESOR**

**Ing. Galo Varela** .....

**ASESOR**

**Ing. Germán Terán** .....

**ASESOR**

**Ibarra – Ecuador**

**2006**

## **PRESENTACION**

**Las ideas, conceptos, tablas, datos, resultados y más informes que se presentan en esta investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.**

**MARIO PATRICIO AYALA**

## **DEDICATORIA**

**A Dios, por haberme iluminado siempre con su sabiduría.**

**A mi madre Hilda Esperanza Gudiño Vásquez, mis hermanos, Ana Gudiño y Luis Ayala, abuelita Josefa Vásquez, por ser los mejores maestros y amigos, quienes orientaron mi vida y me apoyaron con sacrificio para la culminación de mi carrera.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A todas las personas que aportaron con sus ideas, tiempo y trabajo para la realización de esta investigación, dejo constancia de agradecimiento:**

**Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)**

**A La Universidad Técnica del Norte y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuaria y Ambientales por dar la oportunidad de formarnos profesionalmente.**

**Al ingeniero Franklin Valverde director de Tesis.**

**A los Ingenieros Carlos Casco, Galo Varela y Germán Terán por sus consejos y apoyo.**

**Al agrónomo Rafael Parra por el apoyo brindado para la ejecución de este trabajo.**

<b>INDICE GENERAL</b>		<b>Pag.</b>
	Portada	i
	Página de aprobación	ii
	Presentación	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimiento	v
1	Introducción	1
1.1	Objetivos	5
1.1.1	Objetivo general	5
1.1.2	Objetivos específicos	5
1.2	Hipótesis	5
2	Revisión de literatura	6
2.1	Erosión en el ecuador	6
2.1.1	Causas de la erosión	7
2.1.2	Efectos de la erosión	8
2.2	clases de erosión	9
2.2.1	Erosión hídrica	9
2.2.2	Erosión eólica	10
2.2.3	Erosión antrópica	10
2.3	Sistemas de labranzas	10
2.3.1	Labranza convencional	11
2.3.1.1	Ventajas	12
2.3.1.2	Limitaciones	12
2.3.2	Labranza de conservación	13
2.3.3	Labranza cero	19
2.3.4	Labranza mínima	19
2.4	Arado	20
2.5.	Características físicas	22
2.5.1	Densidad aparente	22
2.5.2	Humedad del suelo	22
2.5.3	Compactación	23

3	Materiales y métodos	24
3.1	Materiales	24
3.2	Metodología	25
3.1.1	Ubicación	25
3.1.2	Características del suelo	25
3.1.3	Características agroclimáticas	26
3.2.1	Factor en estudio	27
3.2.2	Tratamientos	27
3.2.3	Diseño experimental	28
3.2.4	Características de las parcelas experimentales	28
3.2.5	Análisis estadístico	29
3.2.6	Análisis económico	29
3.3	Datos a tomarse y métodos de evaluación	30
3.3.1	Análisis químico de suelos	30
3.3.2	Análisis físico de suelos	30
3.3.2.1	Humedad gravimétrica	30
3.3.2.2	Densidad aparente	31
3.3.2.3	Compactación	31
3.3.2.4	Infiltración	31
3.3.3	Evaluación agronómica del cultivo de maíz	32
3.3.3.1	Porcentaje de emergencia	32
3.3.3.2	Altura de planta	32
3.3.3.3	Altura de inserción de la mazorca	32
3.3.3.4	Desarrollo radicular	32
3.3.3.5	Incidencia de malezas	33
3.3.3.6	Porcentaje de acame	32
3.3.3.7	Rendimiento	33
3.3.3.8	Materia seca de rastrojos	33
3.4	Métodos específicos del manejo del experimento	34
3.4.1	Selección del lote	34
3.4.2	Descripción del sistema de labranza	34

3.4.3	Fertilización	35
3.4.4	Labores culturales	36
3.4.5	Controles fitosanitarios	37
3.4.6	Cosecha	37
4	Resultados y discusión	38
5.	Conclusiones	107
6.	Recomendaciones	109
7.	Resumen	110
8.	Summary	114
9.	Bibliografía	118
10.	Anexos	124

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable humedad gravimétrica a la siembra de 0 a 15 cm de profundidad	38
Cuadro 2. Humedad gravimétrica a la siembra de 0 a 15 cm de profundidad	39
Cuadro 3. Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la siembra de 16 a 30 cm de profundidad.	40
Cuadro 4. Humedad gravimétrica a la siembra de 16 a 30 cm de profundidad.	40
Cuadro 5. Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la floración de 0 a 15 cm de profundidad	41
Cuadro 6. Humedad gravimétrica a la floración de 0 a 15 cm de profundidad	42
Cuadro 7. Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la floración (16-30) cm. lineal de profundidad.	42

Cuadro 8.	Humedad gravimétrica a la floración 16 a 30 cm de profundidad.	43
Cuadro 9.	Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la cosecha de 0 a 15 cm de profundidad.	45
Cuadro 10.	Humedad gravimétrica a la cosecha de 0 a 15 cm de profundidad.	45
Cuadro 11.	Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la cosecha de 16 a 30 cm de profundidad.	46
Cuadro 12.	Humedad gravimétrica la cosecha de 16 a 30 cm de profundidad.	47
Cuadro 13.	Análisis de varianza para densidad aparente a la siembra de 0 a 15 cm de profundidad	49
Cuadro 14.	Densidad aparente a la siembra de 0 a 15 cm de profundidad	50
Cuadro 15.	Análisis de varianza para densidad aparente a la siembra de 16 a 30 cm de profundidad.	52
Cuadro 16.	Densidad aparente a la siembra de 16 a 30 cm de profundidad.	52
Cuadro 17.	Análisis de varianza para densidad aparente a la cosecha de 0 a 15 cm de profundidad	53
Cuadro 18.	Densidad aparente a la cosecha de 0 a 15 cm de profundidad	54
Cuadro 19.	Análisis de varianza para densidad aparente a la cosecha de 16 a 30 cm de profundidad.	56
Cuadro 20.	Densidad aparente a la cosecha de 16 a 30 cm de profundidad.	56
Cuadro 21.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la siembra de 0 a 10 cm de profundidad.	57
Cuadro 22.	Compactación entre plantas a la siembra de 0 a 10 cm de profundidad.	58

Cuadro 23.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la siembra de 11 a 20 cm de profundidad	60
Cuadro 24.	Compactación entre plantas a la siembra de 11 a 20 cm de profundidad.	60
Cuadro 25.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la siembra de 21 a 30 cm de profundidad.	61
Cuadro 26.	Compactación entre plantas a la siembra de 21 a 30 cm de profundidad.	61
Cuadro 27.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la siembra de 31 a 40 cm de profundidad	62
Cuadro 28.	Compactación entre plantas a la siembra de 31 a 40 cm de profundidad	62
Cuadro 29.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la siembra de 41 a 50 cm de profundidad.	63
Cuadro 30.	Compactación entre plantas a la siembra de 41 a 50 cm de profundidad.	63
Cuadro 31.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la siembra de 0 a 10 cm de profundidad.	64
Cuadro 32.	Compactación entre surcos a la siembra de 0 a 10 cm de profundidad.	64
Cuadro 33.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la siembra de 11 a 20 cm de profundidad	65
Cuadro 34.	Compactación entre surcos a la siembra de (11-20) cm. lineal de profundidad	66
Cuadro 35.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la siembra de 21 a 30 cm de profundidad	67
Cuadro 36.	Compactación entre surcos a la siembra de 21 a 30 cm de profundidad	68

Cuadro 37.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la siembra de 31 a 40 cm de profundidad.	68
Cuadro 38.	Compactación entre surcos a la siembra de 31 a 40 cm de profundidad	69
Cuadro 39	Análisis de varianza compactación entre surcos a la siembra de 41 a 50 cm de profundidad	70
Cuadro 40.	Compactación entre surcos a la siembra de 41 a 50 cm de profundidad.	70
Cuadro 41.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la cosecha de 0 a 10 cm de profundidad	71
Cuadro 42.	Compactación entre plantas a la cosecha de 0 a 10 cm de profundidad	72
Cuadro 43.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la cosecha de 11 a 20 cm de profundidad.	73
Cuadro 44.	Compactación entre plantas a la cosecha de 11 a 20 cm de profundidad	74
Cuadro 45.	Análisis de varianza para la variable Compactación entre plantas a la cosecha de 21 a 30 cm de profundidad	75
Cuadro 46.	Compactación entre plantas a la cosecha de 21 a 30 cm de profundidad.	76
Cuadro 47.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la cosecha de 31 a 40 cm de profundidad.	77
Cuadro 48.	Compactación entre plantas a la cosecha de 31 a 40 cm de profundidad.	77
Cuadro 49.	Análisis de varianza para compactación entre plantas a la cosecha de 41 a 50 cm de profundidad.	78

Cuadro 50.	Compactación entre plantas a la cosecha de 41 a 50 cm. lineal de profundidad	78
Cuadro 51.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la cosecha de 0 a 10 cm de profundidad	79
Cuadro 52.	Compactación entre surcos a la cosecha de 0 a 10 cm de profundidad	79
Cuadro 53.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la cosecha de 11 a 20 cm de profundidad	80
Cuadro 54.	Compactación entre surcos a la cosecha de 11 a 20 cm de profundidad.	80
Cuadro 55.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la cosecha de 21 a 30 cm de profundidad	81
Cuadro 56.	Compactación entre surcos a la cosecha de 21 a 30 cm de profundidad	81
Cuadro 57.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la cosecha de 31 a 40 cm de profundidad.	82
Cuadro 58.	Compactación entre surcos a la cosecha de 31 a 40 cm de profundidad	83
Cuadro 59.	Análisis de varianza para compactación entre surcos a la cosecha de 41 a 50 cm de profundidad.	83
Cuadro 60.	Compactación entre surcos a la cosecha de 41 a 50 cm de profundidad.	84
Cuadro 61.	Infiltración labranza reducida	85
Cuadro 62.	Infiltración labranza cero	86
Cuadro 63.	Infiltración testigo labranza	87
Cuadro 64.	Análisis de varianza para % de Emergencia	89
Cuadro 65.	Porcentaje de Emergencia.	89
Cuadro 66.	Análisis de varianza para altura de planta a los 45 días	90
Cuadro 67.	Altura de planta a los 45 días	91

Cuadro 68.	Análisis de varianza para altura de planta a la floración masculina	91
Cuadro 69.	Altura de planta a la floración masculina	92
Cuadro 70.	Análisis de varianza para altura de inserción de la mazorca.	92
Cuadro 71.	Altura de inserción de la mazorca	93
Cuadro 72.	Análisis de varianza para desarrollo radicular profundo	94
Cuadro 73.	Desarrollo radicular profundo	94
Cuadro 74.	Análisis de varianza para desarrollo radicular radio	95
Cuadro 75.	Desarrollo radicular radio	95
Cuadro 76.	Análisis de varianza para incidencia de malezas predominantes	96
Cuadro 77.	Incidencia de malezas predominantes	96
Cuadro 78.	Análisis de varianza para incidencia de malezas secundarias	97
Cuadro 79.	Incidencia de malezas secundarias	97
Cuadro 80.	Análisis de varianza para incidencia de malezas totales	98
Cuadro 81.	Incidencia de malezas totales	98
Cuadro 82.	Análisis de varianza para % de acame a la cosecha	99
Cuadro 83.	% de acame a la cosecha	100
Cuadro 84.	Análisis de varianza para rendimiento	101
Cuadro 85.	Rendimiento	102
Cuadro 86.	Análisis de varianza para materia seca de rastrojos	104
Cuadro 87.	Materia seca de rastrojos	104
Cuadro 88.	Análisis Económico	105
Cuadro 89.	Análisis de Dominancia para tratamientos	106
Cuadro 90.	Tasa de retorno marginal	106

<b>LISTA DE GRAFICOS</b>	<b>Pág.</b>
Grafico 1. Efecto de sistemas de siembra sobre el porcentaje de humedad	44
Grafico 2. Efecto de sistemas de siembra sobre el porcentaje de humedad gravimetrica a la cosecha de maíz	48
Grafico 3. Efecto de sistemas de siembra sobre la densidad aparente $g/cm^3$ a la siembra de maíz	51
Grafico 4. Efecto de sistemas de siembra sobre la densidad aparente $g/cm^3$ a la cosecha de maíz	55
Grafico 5. Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación $Kgf/cm^2$ entre planta a la siembra de maíz	59
Grafico 6. Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación $Kgf/cm^2$ entre surcos a la siembra de maíz	66
Grafico 7. Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación $Kgf/cm^2$ entre plantas a la cosecha de maíz	72
Grafico 8. Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación $Kgf/cm^2$ entre plantas a la de maíz	74
Grafico 9. Efecto de lámina sobre los sistemas de siembra	88
Grafico 10. Efecto de infiltración sobre los sistemas de siembra.	88
Grafico 11. Efecto de sistemas de siembra sobres el % de acame antes de la cosecha de maíz	100

## I INTRODUCCIÓN

Antes de que el hombre primitivo se transformara de nómada en sedentario como resultado de sus incursiones en el campo de la agricultura, la Madre naturaleza actuaba y aún actúa como agricultor de labranza-cero. Basada en los tres ingredientes principales (suelo, humedad y luz solar), la naturaleza cubre la tierra de vegetación sin necesidad de labranza alguna. La producción de cultivos sin labranza tiene unos 7000 años, o sea es tan antigua como la agricultura (Violic, 1992)

El arado es sin duda alguna, una de las herramientas más antiguas aun en funcionamiento. Es fácil entender que el grado de deterioro que han sufrido los suelos en todo el mundo, es ocasionado por un inadecuado manejo y uso de herramientas agrícolas, las cuales deberían estar más involucradas en los procesos de conservación y mejoramiento de los suelos ( Crowwetto, 1992).

El uso prolongado de la labranza tradicional desarrolla un sistema ecológico abierto, en el cual se encuentra un severo desequilibrio con una constante pérdida de Carbono y nitrógeno orgánico, su biomasa es mínima y no es capaz de absorber las lluvias, todo lo cual provoca una fuerte erosión por escurrimiento superficial.

La erosión del suelo está entre las principales causas de la disminución de la productividad agrícola en los países en vías de desarrollo. La misma que es causada por el agua, viento y la inducida por el hombre, en esta última tiene la erosión por labranza, que en algunos casos, dependiendo de las condiciones de clima, suelo, pendiente, implementos de labranza etc., llega a ser mayor que la erosión hídrica

Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación han identificado que una de las principales causas de degradación de tierras en varias partes de América latina es la aplicación de técnicas de preparación de tierras y labranza

inadecuadas. Este problema está conduciendo a un rápido deterioro físico, químico y biológico de una gran porción de suelos, fuertes descensos en la productividad y deterioro del ambiente (FAO, 1992)

En el Ecuador, la erosión de los suelos es un problema que afecta aproximadamente al 50% de las tierras (12 355 500 ha). Más o menos 15% de las tierras degradadas, se encuentran en el callejón interandino y sobre las vertientes que lo bordean. En cuanto a las pérdidas de suelo por erosión, en tierras netamente agrícolas, la fundación natura calcula una pérdida de 80 TM/ha/año de la capa superficial del suelo, la erosión por labranza en suelos de ladera es provocado por el arado de discos (Vogel, 2000).

Mediante el laboreo del suelo, el hombre altera el equilibrio ecológico y provoca la erosión en forma más rápida y efectiva que bajo condiciones naturales. De hecho todos los procesos físicos de la naturaleza son acelerados y por tanto, también la erosión.

Los procesos erosivos activan las pérdidas de los constituyentes minerales del suelo. Las partículas mas afectadas son las más finas por su menor tamaño y peso. Esto muestra con claridad el efecto degradable de la erosión sobre la granulometría del suelo (Delgado, 1983)

En este sentido, la erosión del suelo representa un grave problema no solo para la agricultura sino para el ambiente, por reducir la capacidad productiva del suelo, y por generar y difundir un residuo en el que van adsorbidas numerosas sustancias que pueden contaminar (Giradles, 1995)

Entonces surge la alternativa de implementar la labranza conservacionista como labranza cero técnica apropiada en la conservación del suelo, ya que al ser un sistema ecológico que más se acerca a la perfección conservacionista del bosque, se puede considerar como un método de manejo semi – abierto el cual incluye un

procedimiento ecológico sostenido capaz de activar la biomasa, absorber las lluvias y evitar así el escurrimiento erosivo (Crovetto, 1992).

La labranza de conservación, puede decirse que es un nuevo concepto en el uso y manejo de los suelos, el cual permite sembrar cualquier grano casi sin remover o labrar el suelo. Se reemplazan tradicionales herramientas de labranza como arados, rastras, cinceles y cultivadoras de diversos tipos por sembradoras capaces de cortar rastrojos y raíces y dejar la semilla adecuadamente ubicada para su germinación y crecimiento (Crovetto, 1992).

Las maquinas sembradoras de labranza cero, hacen posible la siembra sin labranza previa del suelo. Su funcionamiento se basa normalmente en un corte que realiza un disco que simultáneamente siembra y fertiliza en forma localizada en el cual corta rastrojos y raíces formando así una angosta cama de semilla que facilita el desarrollo radicular y vegetativo de las plantas.

El espequeado es un sistema que consiste en hacer un hueco con la mínima remoción del suelo con un espeque. El sembrador determina la distancia de siembra. En cada hueco se coloca de 1 a 3 semillas de maíz. Dependiendo de la variedad.

En el trabajo conservacionista de suelos se ha observado que cada año se obtiene mayores rendimientos, una plena conservación del recurso fundamental. Una de las más importantes observaciones muestra la génesis de un nuevo suelo orgánico rico en humus, de color negro y fértil (Crovetto, 1992).

El maíz es sin duda uno de los grandes cultivos que se adaptan a la labranza cero, ya que tolera bien el monocultivo.

Un aspecto importante en los beneficios adicionales que puede originar una explotación de maíz de cero-labranza es el aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que rodea a las plantas, ya se sabe que la atmósfera contiene 0,03% de CO<sub>2</sub> y que su aumento puede estimular el desarrollo de las plantas y en forma especial al maíz considerando C4, se puede sugerir que el aumento de CO<sub>2</sub>, generado por los procesos respiratorios de la microbiología y meso fauna del suelo estimulados estos por la mayor cantidad de residuos sobre el suelo, pueden mejorar el desarrollo de las plantas de maíz y aumentar sus rendimientos, al lograr esto sintetizar una mayor cantidad de carbono ( Ciba- Gergy Agrochemicals, 1979)

La implementación de sistemas de labranza de conservación que implica el manejo de los rastrojos agrícolas se ha convertido en un verdadero arte, del cual depende en gran medida el éxito de la cero-labranza. La velocidad de mejorar, acumulación de materia orgánica esta regida por la cantidad y tipo de rastrojo clase de suelo, manejo agronómico. La cero - labranza no solo permite conservar sino que además contribuye a formar un nuevo suelo.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. General**

Determinar alternativas tecnológicas apropiadas para siembra de maíz en sistemas de labranza de conservación de suelos

### **1.1.2. Específicos**

- Probar la sembradora motriz (siembra directa de maíz) y herramientas tradicionales para labranza cero y mínima, para agricultores de la sierra ecuatoriana que utilizan tracción manual, animal y motriz.
- Evaluar el comportamiento agronómico del maíz en los diferentes sistemas de siembra de conservación.
- Evaluar las características físicas del suelo.
- Realizar el Análisis económico del presupuesto parcial.

## **1.2. Hipótesis**

$H_0$  = El tipo de herramienta y sembradora motriz utilizado en la siembra no afecta el comportamiento agronómico del cultivo de maíz de altura, así como tampoco las características físicas del suelo.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1. EROSIÓN EN EL ECUADOR

Vivero W (1998), señala que hay que reconocer el peligro de la erosión y la necesidad urgente de conservar el suelo.

Aunque el proceso de la erosión ha tenido lugar a lo largo de toda la historia de la agricultura, se ha intensificado considerablemente en la segunda mitad del siglo XX.

Martínez (2001), manifiesta que esto se ha producido fundamentalmente como consecuencia de un laboreo excesivo que deja el suelo desmenuzado, más susceptible al arrastre y sin ninguna protección frente a los agentes causantes de la erosión (las gotas de lluvia, el agua de escorrentía y el viento).

Los procesos erosivos muy activos y activos son muy propios de la Sierra, siendo el proceso dominante en invierno el escurrimiento que puede actuar solo o asociado con los movimientos en masa, y en verano la erosión eólica. En algunas zonas de la sierra, una vez que el suelo arable ha desaparecido la tierra es abandonada por los campesinos y la erosión prosigue sobre el subsuelo (Tayupanta, 1990).

A criterio de Vivero (1998), en la actualidad, las áreas activas y potencialmente afectadas por la erosión ocupan alrededor del 47.9% de la superficie del país. Se puede considerar que la erosión actual corresponde a las clases de intensidad erosiva, muy activa y activa, y a la asociación activa y potencial, o sea el 12.1% de la superficie del país. El 35.8% son procesos erosivos de intensidad potencial. Al emplear las calificativas “muy activa y activa”, hace referencia a todos los procesos que afectan, en forma generalizada y de manera intensiva en la actualidad a una parte significativa del terreno. En cambio, se usó la palabra

“potencial” para indicar que la erosión está presente pero en forma localizada, con el riesgo potencial de generalizarse.

### **2.1.1. Causas de la erosión**

Vivero (1998), indica que la erosión no se origina sobre fuertes pendientes sino que encuentra allí un medio favorable para su continuación. La erosión se inicia en forma general sobre pendientes menos fuertes y con un carácter ya grave; en la sierra se da el escurrimiento difuso que comienza a partir del 10% de pendiente y es rápidamente reemplazado por el escurrimiento concentrado desde 20% de pendiente. También se pueden observar taludes de erosión de 1 a 3 metros de alto, testigos de la obra conjunta entre el escurrimiento y los movimientos en masa, sobre pendientes de 10 a 15%.

Vivero (1998), explica que las causas de la erosión en el Ecuador, como en cualquier parte del mundo, se debe a dos clases de factores; los creadores de la erosión tales como: Los factores climáticos, precipitación y viento. Factores condicionantes como pendientes, las formaciones superficiales y el hombre son los que modifican las características de la vegetación natural.

Sin las precipitaciones y el viento, la erosión sería casi insignificante. El factor erosivo creador más agresivo es el agua de las precipitaciones porque actúa en el país con fuertes intensidades e importantes alturas pluviométricas, según las regiones, durante casi nueve meses. Durante los tres meses restantes del año es el viento el que origina una erosión notable.

Por otra parte, como factor condicionante el hombre es fundamental. Desde hace más de 400 años, sus prácticas agrícolas han agudizado la discrepancia entre el objetivo productivo y el ideal conservacionista. No se trata de negar el papel erosivo de las pendientes y de las formaciones superficiales, sino solamente de hacer resaltar la importancia del clima y del hombre Vivero, (1998).

### **2.1.2. Efectos de la erosión**

La erosión elimina la capa arable, provista de mejor estructura, mayor aireación y de una población activa de microorganismos. Una vez que dicha capa de suelo que contiene mayores cantidades de materia orgánica y nutrientes disponibles para las plantas se pierde, sólo permanece el subsuelo, menos productivo (Plaster, 2000).

Giráldez (1995), afirma que esta disminución de la productividad no suele ser muy acelerada, debido a que hay suelos con horizontes profundos comparados con el espesor de la capa perdida.

Plaster (2000), Indica que el espesor del perfil del suelo se reduce por la erosión, disminuyendo también la zona de crecimiento de la raíz teniendo como mayor consecuencia, la reducida capacidad de retención del agua. Este es un problema particular en la mayoría de los suelos poco profundos.

Martínez (2001), cuantifica estas pérdidas al estimar que solo en los últimos cuarenta años se ha perdido por este proceso un tercio de la tierra arable mundial y continúan perdiéndose buenas tierras para la agricultura a un ritmo de 10 millones de hectáreas al año.

Según Plaster (2000), los edafólogos siguen la regla empírica de que una hectárea, de la mayoría de las tierras, pueden afrontar una pérdida entre dos a diez toneladas de suelo cada año (para suelos profundos, fértiles y para suelos poco profundos con problemas de fertilidad respectivamente) y que la formación de suelo puede equilibrar esta pérdida. La media de pérdida de suelo por la erosión del agua en una tierra cultivada se estima en 7 toneladas por hectárea al año, muy cerca del límite.

Sin embargo, añadida a ésta cantidad, se encuentra la pérdida media de suelo de 5.8 toneladas por hectárea al año debida a la erosión eólica. La mayor parte de la erosión se produce en una tierra propensa a la misma. Aproximadamente el 21% de las tierras de labor sufre mayores pérdidas de suelo más allá del límite aceptable, debidas a la erosión hídrica. La FAO (2000).

Sin embargo, paradójicamente, a la vez que los suelos agrícolas se van agotando, el volumen de la producción debe seguir aumentando. La FAO (2000), calcula que los agricultores tendrán que producir 40% más de granos en el año 2020 para alimentar a la población mundial.

## **2.2. Clases de erosión**

### ***2.2.1. Erosión hídrica***

Marelli (1998), define a la erosión hídrica como la desagregación de las partículas primarias y agregados de la masa del suelo, por el impacto de la gota de lluvia o de la abrasión del escurrimiento y su transporte por salpicado o flujo de agua.

De Freitas (2000), manifiesta que el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo es el responsable por el 95% de la erosión hídrica. La energía cinética de la gota separa las partículas del suelo, que es la primera etapa del proceso erosivo. En un segundo momento, el agua de escorrentía moviéndose pendiente abajo promueve el movimiento de las partículas desagregadas. Esta es la segunda etapa del proceso erosivo o sea el transporte de las partículas de suelo desagregadas por el impacto de las gotas de lluvia. El material transportado finalmente se deposita en el punto mas bajo del terreno, en los caminos o va a un río. Esta es la última etapa del proceso erosivo conocida como deposición. Es posible concluir que el proceso de erosión ocurrirá solamente en el caso en que factores externos promuevan la desagregación del suelo.

### ***2.2.2. Erosión eólica***

Tayupanta y Córdova (1990), afirman que la fuerza ejercida por el viento sobre la superficie del terreno produce un movimiento de partículas del suelo, que son transportadas por saltación, deslizamiento superficial o suspensión, dependiendo del tamaño de las partículas, la duración velocidad y turbulencia del viento, de esta forma el suelo es sacado de su lugar de origen y depositado en las depresiones naturales del terreno, que generalmente son las zonas bajas y planas de las microcuencas hidrográficas.

### ***2.2.3. Erosión antrópica.***

Tayupanta y Córdova (1990), explican que los cambios en el paisaje producidos por el hombre son conocidos como erosión inducida, acelerada o antrópica. En este tipo de erosión, a más de las fuerzas naturales, interviene la acción del hombre, mediante el aprovechamiento de los recursos naturales. Un mal manejo y laboreo del suelo, destrucción de la cobertura vegetal, la realización de cultivos en áreas con pendientes pronunciadas, influyen en la erosión del suelo, degradándolo con mayor velocidad e intensidad. El mal uso de la maquinaria agrícola y la excesiva preparación de los terrenos rompe la estructura del suelo, baja la capacidad de infiltración y retención de agua, produce compactación de los estratos inferiores a la capa arable, los cuales se vuelven impermeables favoreciendo el escurrimiento superficial y la consecuente erosión.

## ***2.3. SISTEMAS DE LABRANZA***

Violic (1989), indica que este sistema se mantuvo balanceado en la naturaleza hasta que el hombre comenzó a remover el suelo, cultivarlo, y someterlo a la acción de las herramientas y maquinarias. Muchas de las áreas desérticas de la

tierra fueron creadas por el hombre como consecuencia del uso indebido de los suelos y de los implementos utilizados en la labranza de los mismos.

Violic (1989), definieron a la labranza como la manipulación química, física o biológica de los suelos para optimizar la germinación y emergencia de la semilla y el establecimiento de la plántula.

Los sistemas de labranza tendrán influencia en los rendimientos del cultivo pues afectarán una serie de características del suelo: la humedad disponible en la temporada de crecimiento, la temperatura, la erodabilidad, la fertilidad, el pH, la cantidad de residuos del cultivo anterior que quedan en la superficie, así como la compactación, la cantidad de materia orgánica y la incidencia de enfermedades, insectos, etc., sólo para nombrar las variables mas importantes Benítez (1992).

Según Benítez (1992), existen muchos criterios para clasificar a los sistemas de labranza, sin embargo para proporcionar un mejor conocimiento de las prácticas de labranza de mayor difusión en el país y en América Latina se clasifica a las labranzas por la intensidad de laboreo en labranza convencional y labranza de conservación.

### **2.3.1. Labranza Convencional**

Según la FAO (2000), el principio de la labranza convencional se basa en la inversión del suelo con el objetivo de controlar las malezas, seguido por varias operaciones para la preparación de la cama de siembra.

Entre algunas ventajas y desventajas de adoptar este sistema de labranza se menciona las siguientes:

### ***2.31.1 Ventajas.***

- Controla muy bien las malezas, menor costo de herbicidas.
- Permite el control de enfermedades e insectos al enterrar los rastrojos de cultivos.
- Facilita la incorporación de fertilizantes, cal, pesticidas y herbicidas pre-siembra.
- Facilita el aflojamiento del perfil, de capas compactadas y costras.

### ***2.3.1.2. Limitaciones.***

- Los suelos quedan desnudos, susceptibles al encostramiento, erosión hídrica y eólica.
- Requieren muchos equipos para las diferentes operaciones; a menudo se utilizan tractores pesados y grandes que aumentan la compactación, además de un mayor consumo de combustible.
- El alto número de labranzas resulta en la pérdida de humedad; aunque al comienzo de las labranzas el suelo tuviera un contenido de humedad apropiado para la germinación, al terminar la preparación de la cama de siembra podría estar demasiado seco para poder sembrar; entonces hay que esperar otra lluvia, por tanto es menos flexible cuando la época de siembra está perjudicada por el clima.
- El subsuelo puede eventualmente llegar a la superficie, lo cual a su vez, si las características físicas y químicas del subsuelo no fueran favorables, podría provocar problemas de germinación y del crecimiento inicial del cultivo.

- La inversión y las muchas labranzas del suelo resultan en un suelo blando y susceptible a la compactación. Al arar cada año a la misma profundidad se forma una zona compactada, el “piso de arado”. Esto es común cuando la superficie del suelo está seca pero el contenido de humedad a 20 cm. de profundidad es aún alto.

Violic (1989), afirma que en 1943, se comenzó a modificar el sistema tradicional de preparación del suelo, reemplazando el tradicional arado de vertedera por el de discos, lo que contribuyó a reducir la erosión del suelo, ya que este nuevo implemento dejaba sobre la superficie, un mayor contenido de rastrojo.

Posteriormente el descubrimiento de muchos herbicidas de gran eficacia y el diseño de nuevos equipos de labranza permitieron modificar grandemente los sistemas tradicionales de preparación del suelo, siembra, fertilización, control de malezas y otras operaciones, y poner a disposición de los agricultores toda una gama de alternativas a la labranza convencional con base en el arado de vertedera. El nuevo sistema se conoció como labranza de conservación

### **2.3.2. Labranza de Conservación**

Giráldez (1995), define al laboreo de conservación como las técnicas que permiten pasar de una agricultura “exclusivamente productivista” a una agricultura sostenible de una forma más eficaz e inmediata.

Plaster (2000), cuantificó lo dicho anteriormente, al enunciar que el laboreo de conservación reduce la erosión hídrica por lo menos de un 40 a un 50 por ciento.

Normalmente se refiere a un sistema de labranza que no invierte el suelo y que retiene rastrojos sobre la superficie. Otra definición es “cualquier sistema de labranza o siembra que mantenga al menos 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos después de la siembra, para reducir la erosión hídrica”

Bolaños (1998), expresa que las condiciones físicas que favorecen la adopción de sistemas de labranza de conservación son:

- Suelos con susceptibilidad a la erosión. Con una cantidad apropiada de mantillo, es una medida efectiva para reducir la erosión y mejorar la estructura.
- Suelos de textura gruesa y alta porosidad. Suelos francos, bien drenados y porosos responden bien a la labranza cero.
- Suelos con alta actividad biológica. La presencia de micro y macro-organismos del suelo ayudan a la estructuración, porosidad y estabilidad del sistema.
- Suelos con problemas de sequía y dificultad para conservar el agua. Este sistema es muy eficiente en el uso de este recurso.

A juicio de Violic (1989), la labranza de conservación no involucra en absoluto el uso del arado de vertedera, este implemento define la principal diferencia entre labranza convencional y labranza de conservación, pues al invertir el suelo incorpora la mayor parte de los residuos vegetales. Sin embargo, la principal diferencia entre ambos sistemas la da el Centro de Información de la Labranza de Conservación de los EE.UU. al recomendar que, para calificar como sistema de labranza de conservación, el sistema considerado debe permitir que, después de la siembra, no menos del 30% de la superficie del suelo debe quedar cubierta con residuos vegetales, que constituyen el mantillo. Esta definición se contrapone con la idea generalizada, pero errónea, de definir labranza de conservación sólo en función de los implementos usados en la preparación del suelo o del número de labores.

La FAO (2000) señala que la agricultura de conservación es una técnica que beneficia a todos, en distintos aspectos.

Para el agricultor:

- La producción es más estable, particularmente en los años secos, al mejorar la infiltración del agua.
- Las investigaciones presentan rendimientos equivalentes entre sistemas convencionales y de conservación, en algunos casos mayores bajo labranza cero, especialmente en zonas con déficit de humedad.
- Reduce los costos de reparación y mantenimiento de la maquinaria, así como el consumo y costo de combustible (hasta un 40-50% debido al número limitado de operaciones: sólo una pasada para la preparación y la siembra); elevándose las ganancias

Para el ambiente y la comunidad:

- Menor erosión y en consecuencia menor contaminación del agua.
- Las situaciones meteorológicas extremas producen repercusiones menores (huracanes, sequías, etc.), reforzando la seguridad alimentaria.
- Retención de carbono en la materia orgánica acumulada en los suelos a partir de los residuos agrícolas y la cubierta previa.

Para el suelo:

- Reduce los riesgos de erosión y por lo tanto se puede implementar en pendientes mucho mayores que bajo labranza convencional como se detalla a continuación.

Efecto de labranzas según la pendiente sobre la escorrentía y pérdida de suelo de terrenos cultivados con maíz en Nigeria.

Pendiente %	Barbecho desnudo		Arado		Labranza Cero	
	Escorr.	Erosión	Escorr.	Erosión	Escorr.	Erosión
	%	(mg/ha)	%	(mg/ha)	%	(mg/ha)
1	18.8	0.2	8.3	0.04	1.2	0.001
5	20.2	3.6	8.8	2.16	1.8	0.001
10	17.5	12.5	9.2	0.39	2.1	0.005
15	21.5	16.0	13.3	3.92	2.2	0.002

**FUENTE:** Citado por Barber. Los principales tipos de labranza. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Roma: FAO.

- Reducción del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo por la cubierta vegetal, lo que atenúa la rotura de agregados y la formación de costra superficial o “sello”, que podría reducir la infiltración del agua.

- Reducción de la velocidad de la escorrentía sobre la superficie del suelo que disminuye su capacidad de transporte, propiciando la sedimentación de las partículas arrastradas Martínez, A.; González, E.; Holgado (2001).
- Con el tiempo los productos de la descomposición de los residuos de cosechas sirven para alimentar a los macro y micro-organismos que incrementan su actividad y se desarrollan en la capa superficial del suelo, pues mejoran la porosidad y estructura del mismo Naderman, G.; Vieira, M. (1992).
- Aumenta el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial, estimulando la actividad biológica; la mayor actividad de la macrofauna resulta en una mejor estructura y mayor macroporosidad.
- Mejora la infiltración del agua, al no perturbar la superficie del suelo, se preservan los canales de la superficie formados por los gusanos de tierra y otros macroorganismos

Barber (1999) indica que aunque el laboreo de conservación ha tenido éxito y ha sido ampliamente adoptado por los agricultores de países en desarrollo, tiene algunas limitaciones según

- No es apto para suelos degradados o severamente erosionados.
- No es apto para suelos muy susceptibles a la compactación o para suelos endurecidos debido a que no puede aflojar las capas compactadas que perjudican la emergencia, el desarrollo inicial del cultivo y el crecimiento de las raíces.

- No es apto para suelos mal drenados, o arcillosos y masivos debido a las dificultades de crear buenas condiciones para la germinación
- No es apto para suelos infestados con malezas, debido a los problemas de control, ya que no es posible efectuar controles mecánicos.
- Es más difícil incorporar pesticidas contra insectos del suelo y fertilizantes fosforados que tienen que ser colocados bajo tierra, debido a la presencia de rastrojo; sin embargo, las sembradoras de siembra directa pueden modificarse de modo que pueda colocar fertilizantes bajo tierra (mediante unidades adicionales de discos cortadores y discos abresurcos).
- Pueden surgir problemas con enfermedades y plagas debidos a la persistencia de rastrojos sobre el suelo que crean un mejor ambiente para su desarrollo.
- No es apto cuando no se puede tener una buena cobertura de rastrojos sobre el suelo
- Este sistema requiere operadores más capacitados

Según Barnett (1989), en este sistema se cumplen los objetivos de corto plazo, es decir los que afectarán al cultivo inmediato (efectos que maximizan la infiltración y retención de agua, reducen la erosión, y controlan las malezas), así como los objetivos a largo plazo relacionados con las propiedades físicas y químicas del suelo a través del tiempo (relacionadas con la reducción de la tasa de descomposición de la materia orgánica y control de la erosión), con un número mínimo de operaciones incluyendo, por definición, sistemas que van desde labranza cero hasta labranza reducida.

### **2.3.3. *Labranza cero***

La “no labranza” o “labranza cero” se refiere a un método de siembra o técnica específica que no requiere ninguna preparación de cama de siembra, con excepción de una inyección de nutrientes y un método para abrir el suelo colocando la semilla a la profundidad deseada Naderman, G; Vieira, M (1992).

Con este método el suelo apenas se perturba. Sembradoras especializadas abren un hoyo a través de los residuos, insertan el fertilizante, la semilla y cierran la abertura. Aproximadamente el 90 por ciento de la superficie del suelo, no se toca. Los herbicidas anteriores a la emergencia se utilizan para el control de malas hierbas. Este método es el que mejor controla la erosión y preserva la materia orgánica del suelo.

A criterio de Bolaños (1989) la labranza cero ha contribuido a una mayor macroporosidad e infiltración, debido a una mejor continuidad del sistema poroso a través del suelo, gracias a la presencia de mayor contenido de materia orgánica, en este sistema de labranza los suelos no se disturbán y la presencia de microcanales y canales hechos por raíces, gusanos y otros miembros de la fauna del suelo, aumentan considerablemente la infiltración y aireación de estos suelos.

### **2.3.4. *Labranza Mínima***

Sheng (1990), define a este tipo de labranza, como la manipulación mínima del suelo necesaria para la producción de cosechas. Consiste en labrar sólo las zonas de cultivo para la plantación de semillas, la germinación y establecimiento del cultivo. Como perturba muy poco los suelos, la erosión se reduce a un mínimo.

Gil (1991) señala que la implementación de sistemas de labranza mínima, es una alternativa tecnológica que controla la erosión y contribuye a la realización de una agricultura sostenible donde las condiciones así lo permitan.

La rotación de cultivos y el uso de abonos verdes son prácticas que acompañan con éxito a los sistemas de labranza de conservación del suelo. Al rotar cultivos se interrumpen los ciclos biológicos de plagas, se controla mejor enfermedades y malas hierbas (reduciendo el consumo de herbicidas y pesticidas). Los abonos verdes por su parte son base fundamental para una agricultura sostenible, generando rastrojo que a la vez actúa como cobertura muerta, incrementando así el aporte de materia orgánica. Posteriormente, los microorganismos en especial, harán la descomposición y mineralización, formando el producto final más importante, el humus. La tasa de descomposición depende de su composición química (relación C/N) especialmente, y de la actividad de los microorganismos. Es muy útil para suelos con pendientes y degradados Zérega, L. (1998).

## **2.4 ARADO**

La función básica del arado ha cambiado poco desde la época en que los hombres primitivos empujaban palos de horquilla a través del suelo, hace miles de años. Las aleaciones de acero han reemplazado a la madera y los tractores han reemplazado la fuerza muscular de hombres y animales, pero el propósito sigue siendo el de descompactar, remover y airear el suelo con una inversión mínima. Buckingham (1976),

El arado de cincel es una herramienta que permite labrar el suelo, sin invertirlo entremezclando superficialmente los restos vegetales, también es una herramienta óptima para efectuar labores conservacionistas; además favorece ciertos procesos como la infiltración del agua de lluvia, mejor conservación de la humedad, reducción de la erosión, etc. Si se desea efectuar una labor profunda, el cincel está capacitado para trabajar aproximadamente hasta los 30 cm, siendo

importante aclarar que el trabajo debe hacerse en dos pasadas, en casos extremos tres (Maroni Y Medera, 1989).

El arado para tracción animal es un implemento de estructura simple y liviana, diseñado para realizar fisuras o pequeñas zanjas en suelos secos; la fuerza de tracción que requiere este implemento depende del tipo de suelo, siendo mayor el esfuerzo en suelos pesados y pedregosos.

Los arados de cincel están diseñados para penetrar en suelos firmes, desmenuzar capas compactas y partir grandes terrones. La superficie partida y abierta atrapa y mantiene el agua de la lluvia, al mismo tiempo que resista la erosión del viento; la mayor parte del residuo de la cosecha se deja sobre la superficie, donde ayuda a reducir la evaporación y la erosión (Buckingham, 1976).

La velocidad de funcionamiento depende del tamaño del arado de cincel, de la potencia disponible, de las condiciones del suelo y de los resultados deseados. Las velocidades más rápidas desmenuzan y pulverizan más y forman más camellones, que puede ser conveniente para mantener al agua y reducir la erosión del viento. Sin embargo, para la preparación de la sementera, una velocidad un poco más lenta dejará el suelo mejor preparado y requerirá menos trabajo adicional antes del sembrado (Buckingham, 1976).

En las parcelas que cuentan con riego, el arado de cincel puede utilizarse para favorecer la infiltración del agua y así ablandar el suelo para su preparación antes de la siembra. El arado de cincel puede utilizarse para cosechar agua cuando los cultivos estén en pie, como es el caso de los cultivos de cobertura (cultivos forrajeros), los cuales permanecen en campo por más de un año.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 2.5.1. Densidad aparente

Es la relación entre la masa (secada al horno a 105 °C, secado de 24 a 48 horas) de las partículas del suelo y el volumen total, incluyendo el espacio poroso que ocupan (Forsythe, 1980). Estas medidas tienen los siguientes usos:

- a. Transformar los porcentajes de humedad gravimétrica del suelo en términos de humedad volumétrica y consecuentemente calculada la lamina de agua en el suelo.
- b. Permite calcular la porosidad total de un suelo cuando se conoce la densidad de las partículas.
- c. Estima el grado de compactación de los suelos por medio del cálculo de la porosidad, también estima la masa de la capa arable (Saenz, R. 1991).

$$D_b = M_s/V_t$$

Donde:

$D_b$  = Densidad aparente.

$M_s$  = Masa de suelo seco.

$V_t$  = Volumen total.

### 2.5.2. Humedad del suelo

Se puede expresar gravimétricamente con base en la masa, o volumétricamente con base en el volumen.

La humedad gravimétrica es la forma básica de expresar la humedad del suelo y se entiende por ella la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo, frecuentemente se expresa como un porcentaje.

$$\% \text{ Hg} = (\text{Mag}/\text{Ms}) * 100$$

Donde:

Hg = Humedad gravimétrica

Mag = masa del agua

Ms = masa de los sólidos

La masa del suelo secada al horno es la masa de suelo puesto en el horno hasta que pierda toda el agua y se mantenga una masa constante, generalmente esto se logra a 105 grados centígrados por 24 horas, en este estado se le denomina suelo seco. Esta masa secada al horno se usa como base para calcular el contenido de humedad por su naturaleza constante y reproducible bajo varias condiciones ambientales. Por la misma razón se usa como base para expresar contenidos del suelo, tales como CIC, MO y otros análisis químicos.

La humedad volumétrica se puede considerar como la lámina de agua contenida en una unidad de profundidad de suelo; esta forma es muy practica para considerar la humedad de acuerdo a la terminología del riego y de la lluvia (Forsythe, 1980).

$$\% \text{ de humedad volumétrica} = \frac{\text{Volumen de agua en el suelo}}{\text{Volumen total del suelo}} \times 100$$

### **2.5.3. Compactación**

El impacto de las gotas de lluvia y la dispersión de las partículas del suelo compactan el suelo y forman costras. Esta costra a menudo consta de dos partes, una muy delgada (más o menos 0.1 mm) en forma de estrato no poroso y una zona de hasta 5 mm de partículas finas no deslavadas, el suelo de la zona no deslavada es más denso que el suelo de abajo (Kirkby, 1994).

## III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Materiales

#### Campo

- Maíz = INIAP 122 Chaucho mejorado
- Estacas
- Piola
- Espeques
- Flexómetro
- Barreno
- Bombas de mochila
- Insumos
- Libro de campo

#### Oficina

- Hojas
- Esferográfico
- Cuaderno

#### Equipos

- Sembradora
- Penetrómetro
- Estufa
- Balanza
- Computadora
- Cámara fotográfica

## 3.2. Metodología

### 3.2 Características generales

#### 3.2.1 Ubicación

##### Ubicación del ensayo

<b>Ubicación</b>	<b>Localidad</b>
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	Chaltura
Localidad	La Pradera
Lugar	Granja “La Pradera” — UTN
Latitud	0° 22´Norte
Longitud	78° 11´Oeste

#### 3.2.2 Características del suelo

##### Características físicas

<b>Característica</b>	<b>Imbabura Granja “La Pradera”</b>
Pendiente	5%
Drenaje	Regular
Textura	Franco

### Características químicas

<b>Característica</b>	<b>Imbabura Granja “La Pradera”</b>
N	110.00 ppm A
P	90.00 ppm A
S	15.00 ppm M
K	0.64 meq/100 ml A
Ca	8.40 meq/100 ml A
Mg	3.20 meq/100 ml A
Zn	1.80 ppm B
Cu	8.60 ppm A
Fe	44.00 ppm A
Mn	12.70 ppm M
B	0.80 ppm B
PH	7.4 Práct. neutro
MO	1.4% B

**B = Bajo                      M= Medio                      A= Alto**

### 3.2.3 Características agroclimáticas

El lugar de investigación presenta las siguientes características:

<b>Característica</b>	<b>Imbabura Granja “La Pradera”</b>
Altitud	2350 m.s.n.m.
Temperatura media anual	16°C
Precipitación media anual	752 mm
Humedad relativa	69%
Clasif. Ecológica de Holdridge	bs MB

### 3.3.1. Factor en estudio

Los factores en estudio están comprendidos por la sembradora mecánica y Herramientas manuales utilizadas en los sistemas de siembra, estos son los siguientes:

- Sembradora motriz.
- Azadón pequeño.
- Arado de madera.
- Espeque.
- Labranza convencional (testigo)
- Control de malezas.

### 3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por tres sistemas de labranza los mismos que detallamos a continuación.

<b>Tratamiento</b>	<b>Sistemas de labranza</b>	<b>Herramientas de siembra</b>
1	Mínima	sembradora motriz
2	Mínima	azadón surco + atrazina
3	Mínima	Azadón - surco
4	Mínima	yunta arado-reja tiburón
5	labranza cero	Azadón - hoyo
6	labranza cero	Espeque + atrazina
7	labranza cero	Espeque
8	labranza convencional	Testigo

### 3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones

### 3.3.4 Características de las parcelas experimentales

- Numero de unidades experimentales = 24
  
- Unidad experimental: 8 m de largo por 4.8 m de ancho, dando un área total de (38.4 m<sup>2</sup>), por 6 surcos.
  
- Área neta: Conformada por 6.8 m de largo y 3.2 m de ancho quedando un área de (21.76 m<sup>2</sup>). Se eliminó los surcos laterales de la parcela, cosechando los 4 surcos centrales; en cada extremo de los surcos centrales se eliminarán 3 plantas de maíz.
  
- Forma: Rectangular.
  
- Distancia entre: surcos : 0.8 m  
Plantas: 0.2 m
  
- Área total del ensayo: 1306 m<sup>2</sup>
  
- Área neta del ensayo: 921.6 m<sup>2</sup>

### 3.3.5 Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza

#### ADEVA

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L.</b>
Total	23
Repeticiones	2
Tratamientos	7
Error	14

Coefficiente de variación en %

Análisis funcional

En caso de las variables con diferencias significativas, se utilizó la prueba de significación de Tukey al 5%.

### 3.3.6 Análisis económico

Se realizó de acuerdo a la metodología del presupuesto parcial del CIMMYT, 1988. Para ello es necesario tomar el tiempo empleado en las labores: preparación del suelo, fertilización, siembra, aplicación de herbicida, deshierbas, aporque y cosecha, de acuerdo a cada tratamiento. La preparación del suelo se evaluó en una parcela grande y para las variables restantes se utilizó una subparcela. Las actividades se expresarán en horas/ha.

### **3.4. Datos a tomarse y métodos de evaluación**

#### **3.4.1 Análisis químico de suelos**

Antes de la instalación del ensayo se tomó una muestra de suelo para el análisis químico completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y materia orgánica), el mismo que se realizó en el laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA), con el fin de determinar la recomendación de fertilización edáfica óptima para el cultivo.

#### **3.4.2 Análisis físico de suelos**

Se evaluó las siguientes variables:

##### **3.4.2.1 Humedad gravimétrica**

La humedad se midió al momento de la siembra, a la floración, y a la cosecha del maíz. Se tomó muestras de suelo en cada parcela neta con un barreno de torniquete realizando dos muestreos (entre surcos y entre plantas) a dos profundidades (0-15, 16-30 cm) cada uno. La determinación se realizó por el método gravimétrico expresando la humedad en porcentaje con la siguiente fórmula:

$$P_w = ((PSH - PSS)/PSS) \times 100$$

Donde:  $P_w$  = Porcentaje gravimétrico de agua

PSH = Peso del suelo húmedo

PSS = Peso del suelo seco

### **3.4.2.2 Densidad aparente**

La densidad aparente se determinó al inicio y a la cosecha a dos profundidades (0-15 y 16-30 cm).

Se utilizó cilindros de 68.19 cc de volumen (método diseñado por Uhland). Los datos se obtuvieron en  $\text{g/cm}^3$  mediante la siguiente fórmula:

$$Da = Ms/Vt$$

Donde: Da = Densidad aparente

Ms = Masa de suelo seco al horno a 105 °C

Vt = Volumen total del cilindro

### **3.4.2.3 Compactación**

Se evaluó con dos mediciones al inicio y a la cosecha (entre surcos y entre plantas) a cinco profundidades: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 y 41-50 cm. en cada parcela neta. Se utilizó el penetrómetro de lectura directa en  $\text{kgf/cm}^2$

### **3.4.2.4 Infiltración**

Se evaluó la capacidad de penetrar el agua por los macro y micro poros y grietas del suelo por el método de cilindros, el cual consiste en colocar dos cilindros, uno dentro del otro llenos de agua en la parcela neta y colocamos en medio de los dos una regla graduada y determinamos la cantidad de agua infiltrada a 1,5 y 10 minutos.

### **3.4.3 Evaluación Agronómica del cultivo de maíz**

Se evaluaron las siguientes variables:

#### **3.4.3.1 Porcentaje de emergencia**

Entre los 15 y 20 días después de la siembra se contó el número de plantas que han emergido por parcela neta y se expresó en porcentaje.

#### **3.4.3.2 Altura de planta**

La altura de planta se expresó en cm. Se evaluaron a los 45 días de la siembra y floración. Se tomó la altura de 10 plantas de maíz elegidas al azar de cada parcela neta. Se midió la altura desde el cuello hasta el punto más elevado que alcance la planta.

#### **3.4.3.3 Altura de inserción de la mazorca**

A la cosecha, se midió en cm. la distancia existente desde la base de la planta hasta la base de la mazorca en el sitio de inserción.

#### **3.4.3.4 Desarrollo radicular**

Por el método de trinchera, al momento de la floración del maíz se realizó la medición de la profundidad y diámetro que alcanzaron las raíces y se expresó en cm lineales.

#### **3.4.3.5 Incidencia de malezas**

Se determinó a la instalación del ensayo a los 45 días, floración y cosecha de forma cuantitativamente, por cada parcela neta

#### **3.4.3.6 Porcentaje de acame**

A la madurez fisiológica en el campo, se determinó el número de plantas acamadas, y se restó del número total de plantas existentes por parcela neta y se expresó en %

#### **3.4.3.7 Rendimiento expresado en Kg/ha**

A la madurez fisiológica, en el campo, con una balanza, se determinó el rendimiento de grano de maíz para cada tratamiento en estudio en kg/parcela neta. Para determinar el porcentaje de humedad se tomó muestras de grano de maíz, luego se ajustó al 14% de humedad y se expresó los resultados en kg/ha.

#### **3.4.3.8 Materia seca de rastrojos**

A la cosecha del maíz, se evaluará la cantidad de residuos que se restituyen al suelo por parcela neta en Kg de materia seca/ha. Para obtener estos resultados se tomará una muestra de rastrojo y se registra peso fresco de los rastrojos, se colocará en la estufa a 60°C por 24 horas y se tomará peso seco para determinar luego la cantidad de materia seca.

$\% \text{Rastrojo} = ((\% \text{ de materia seca} / 100) * \text{peso fresco de 2 surcos} * (10000 / 10,88) / 1000) \%$

Donde: % de materia seca = peso seco/peso fresco

### **3.5. Métodos Específicos de Manejo del Experimento**

#### **3.5.1 Selección del lote**

El lote en el que se instaló el ensayo estuvo en barbecho (descanso) y con rastrojo de avena del ciclo anterior. Estos residuos, de acuerdo al sistema de labranza, en parte fueron incorporados al suelo y otros quedaron en la superficie del mismo (mulch) para protegerlo de la erosión del suelo, reducir la presencia de malezas, mantener la humedad, incrementar las poblaciones de macro y microorganismos del suelo e incorporar materia orgánica.

#### **3.5.2 Descripción del sistema de labranza.**

Inicialmente se procedió a la delimitación e instalación del ensayo utilizando estacas. A continuación se procedió a la preparación del suelo de acuerdo a cada sistema de labranza. En el sistema de labranza convencional se procedió de acuerdo a como la realiza el agricultor, así en Imbabura, se preparó el suelo aflojando la tierra con azadón y luego se realizó el surcado con la yunta utilizando un arado de reja tiburón.

En los sistemas de labranza mínima y cero, se mantuvo el rastrojo sobre el suelo y en pre siembra (8 días antes de la siembra) se realizó la aplicación del herbicida Roundup (i.a. Glifosato), 2 a 4 litros/ ha

En labranza mínima se realizó un rayado superficial con azadón pequeño, previo a la siembra, mientras que en la labranza cero no se realizó ninguna labor de remoción del suelo.

La semilla de maíz se desinfectó con vitavax con dosis de 3g/kg de semilla.

Empleando cuatro semillas de maíz se realizó la siembra a 0.80 m entre surcos y 0.2 entre sitios, obteniéndose un alto porcentaje de población, luego se realizó un raleo, dejando una planta por sitio.

Previa a la calibración de la maquina se procedió a la fertilización y siembra directa con la maquina de tracción motriz.

Con la yunta utilizando la reja tiburón se procedió abrir un pequeño surco el mismo que fue de 15 cm. de ancho y de 10 cm. de profundidad.

Utilizando una azada se procedió a abrir hoyos de 0.10 m de ancho y de 0.10 m. de profundidad con la ayuda de una piola señalada de 0.2 entre sitios

Empleando un espeque se procedió a abrir hoyos de 0.05 m. de ancho y de 0.10 m. de profundidad con la ayuda de una piola señalada de 0.2 m entre sitios.

### **3.5.3 Fertilización**

Se fertilizó de acuerdo a la recomendación de fertilización, según el análisis químico de suelos, como fuentes se utilizó 18-46-0, sulphomag urea y nitrato de amonio. El fósforo, potasio y azufre se aplicó a la siembra, el Nitrógeno se fraccionó para 3 aplicaciones a la siembra, 35 días y 70 días y finalmente se sembró de acuerdo a la distancia propuesta.

En la labranza convencional, el fertilizante se aplicó a chorro continuo al fondo del surco y se incorporó con rastrillo para luego proceder a la siembra. En las

parcelas de labranza mínima, el fertilizante se aplicó a chorro continuo al fondo del pequeño surco, se lo tapó con un poco de tierra y luego se colocó la semilla. En la labranza cero, se realizaron hoyos con la ayuda de una pala recta sólo en el sitio de siembra y se colocó el fertilizante en el fondo del hoyo, se tapó con tierra y a continuación se colocó la semilla.

Al aporque, en la labranza convencional, se aplicó nitrato de amonio (20 kg N/ha) a chorro continuo a (0.05 a 0.10 m) de las plantas y se incorporó con el azadón. En las labranzas mínima y cero se aplicó el nitrato de amonio en corona a 5-10 cm de las plantas sin incorporarla.

#### **3.5.4 Labores culturales**

Después de la siembra se aplicó linuron (1-1.5 Kg/ha) mas gramoxone (2 litros / ha) y a los 30 a 40 días después de la siembra se aplicó 2-4D amina (480) con dosis de 2-3 litros / ha

En el sistema convencional, se controló las malezas con una aplicación en pre-emergencia (2- 3 días después de la siembra) del herbicida Afalón (i.a. Linurón 0.5 kg/ha) en toda la parcela sembrada. En adelante los controles fueron manuales utilizando azadón.

Los controles para malezas se realizó por igual en sistemas de labranza mínima y cero aplicando en pre-emergencia el herbicida Afalón sólo en el sitio removido a la siembra y a los 21-45 días el herbicida Gramoxone ( Paraquat 2 kg/ha) en aplicaciones dirigidas utilizando pantalla, con la posibilidad de hacer una segunda aplicación de ser necesario.

### **3.5.5 Controles fitosanitarios**

Para los controles fitosanitarios especialmente para insectos como el trozador, se controló con Orthene con dosis de 2 g/litro (en bomba de 20 litros de agua agregar 40 g de producto), y para el gusano de la mazorca se aplicó controles con aceite comestible al 70% de la floración.

Para controlar el ataque de gusanos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*) se procedió de acuerdo con la recomendación del Programa de Maíz del INIAP, realizando aplicaciones de aceite comestible de origen vegetal, con aceitero, en el lugar de salida de los pelos del choclo (estigmas). La aplicación se realizó cuando una tercera parte de las plantas mostraron sus mazorcas con pelo.

### **3.5.6 Cosecha**

La cosecha se realizó a la madurez comercial, se determinó el peso de mazorcas en kg/ parcela neta, luego se aplicó la fórmula para transformarla a kg/ha de grano y se ajustó al 14% de humedad

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan a continuación:

### 4.1 HUMEDAD G RAVIMETRICA

#### 4.1.1 Humedad gravimétrica a la siembra

En el análisis de varianza, cuadro 1, se observa diferencia no significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 5.80 % lo que garantiza la validez de los resultados y la media de 13.89 % de humedad gravimétrica.

De estos resultados se puede deducir que no existió una diferencia significativa entre la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas, debido a que se instaló el ensayo en condiciones similares de humedad gravimétrica por la presencia de lluvias en la zona

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para humedad gravimétrica (%) a la siembrade maíz de 0 a 15 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	11.36	23				
<b>BLOQUES</b>	1.20	2	0.602	0.93 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1.05	7	0.150	0.23 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	9.10	14	0.650			

CV = 5.80 %

Media = 13.892 %

ns : No significativo

**Cuadro 2.** Humedad gravimétrica (%) a la siembra de maíz de 0 a 15 cm de profundidad

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	13.733
T2	Azadón surco + atrazina	14.333
T3	Azadón – surco	13.833
T4	Yunta arado-reja tiburón	13.833
T5	Azadón hoyo	13.567
T6	Espeque + atrazina	13.867
T7	Espeque	13.967
T8	Testigo	14.000

En el análisis de varianza, cuadro 3, se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 3.62% aceptable para este tipo de investigación y la media de 19.11 % de humedad gravimétrica

La no significación indica que el ensayo se instaló en condiciones similares de humedad gravimétrica por la presencia de lluvias en la zona

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para humedad gravimétrica (%) a la siembra de maíz de 16 a 30 cm. de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	16.05	23				
<b>BLOQUES</b>	0.48	2	0.241	0.50 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	8.85	7	1.265	2.64 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	6.71	14	0.479			

C. V. = 3.62 %

Media = 19.113 %

ns : no significativo

**Cuadro 4.** Humedad gravimétrica (%) a la siembra de maíz de 16 a 30 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	19.600
T2	Azadón surco + atrazina	18.833
T3	Azadón – surco	19.133
T4	Yunta arado-reja tiburón	20.133
T5	Azadón hoyo	19.667
T6	Espeque + atrazina	18.200
T7	Espeque	18.833
T8	Testigo	18.500

#### 4.1.2 Humedad gravimétrica a la floración

EL análisis de varianza, cuadro 5, presenta diferencia no significativa entre tratamientos El coeficiente de variación fue de 27.43% por que existió variación

numérica de repeticiones de un mismo tratamiento, la media de 12.78 % de humedad gravimétrica.

Se puede observar que no existió una diferencia significativa entre la maquina de siembra directa y las herramientas utilizadas por condiciones de humedad similares.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para humedad gravimétrica (%) a la floración de maíz de 0 a 15 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	587.47	23				
<b>BLOQUES</b>	340.65	2	170.325	13.86**	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	74.80	7	10.685	0.87 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	172.02	14	12.287			

C. V. = 27.43 %  
 Media = 12.780 %

\*\* : significativo al 1%

ns: no significativo

**Cuadro 6.** Humedad gravimétrica (%) a la floración de maíz de 0 a 15 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	15.367
T2	Azadón surco + atrazina	14.567
T3	Azadón – surco	11.103

T4	Yunta arado-reja tiburón	11.837
T5	Azadón hoyo	13.103
T6	Espeque + atrazina	13.270
T7	Espeque	13.460
T8	Testigo	9.533

En el análisis de varianza, cuadro 7, se detecta diferencia significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 7.17%, aceptable para este tipo de investigación y la media de 15.864 %.

Con estos resultados se puede decir que no existió uniformidad de humedad gravimétrica entre tratamientos.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para humedad gravimétrica (%) a la floración de maíz de 16 a 30 cm. de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	104.86	23				
<b>BLOQUES</b>	11.28	2	5.640	4.37*	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	75.51	7	10.787	8.36* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	18.07	14	1.291			

C. V. = 7.17%

Media = 15.864 %

\* : significativo al 5 %

\*\* : significativo al 1%

**Cuadro 8.** Humedad gravimétrica (%) a la floración de maíz de 16 a 30 cm. de profundidad.

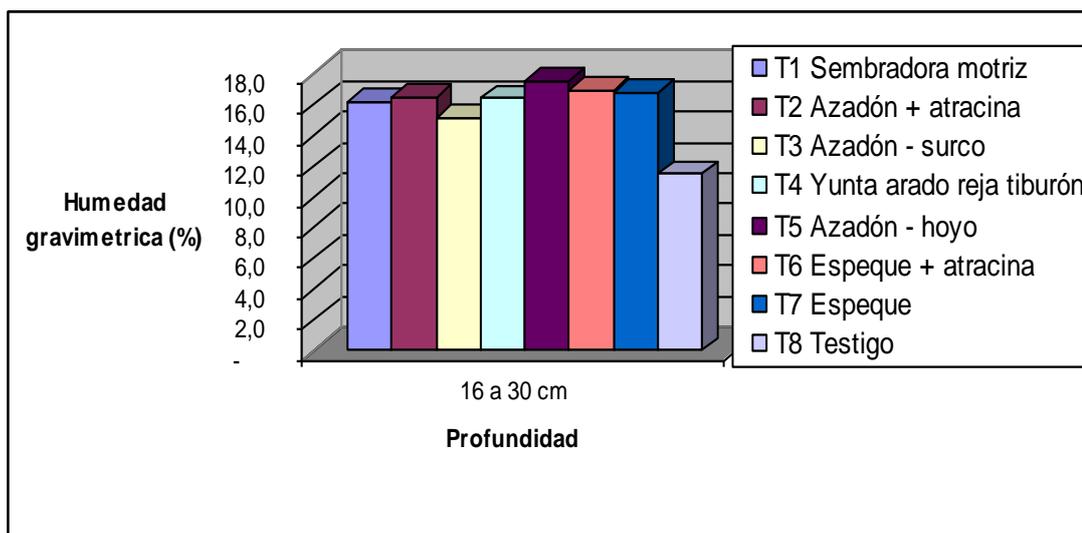
TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE	PROMEDIOS %	RANGOS
--------------	-----------------	-------------	--------

SIEMBRA			
T1	Sembradora motriz	16.167	a
T2	Azadón surco + atrazina	16.400	a
T3	Azadón – surco	15.133	a
T4	Yunta arado-reja tiburón	16.400	a
T5	Azadón - hoyo	17.500	a
T6	Espeque + atrazina	16.933	a
T7	Espeque	16.767	a
T8	Testigo	11.467	b

La prueba Tukey al 5%, indica la presencia de dos rangos, de los cuales los tratamientos que presentan el rango **a**, son los de mayor humedad y el tratamiento que ocupa el rango **b** es el que menor humedad gravimétrica presentó a la floración

Bolaños (1989), menciona que los tratamientos que conforman las labranzas de conservación y mínima captan porcentajes más altos de humedad ya que disminuyen la evaporación del agua, gracias al rastrojo que queda en la superficie del suelo, que permite regular la humedad. Al no ser removido el suelo, los residuos vegetales impiden el impacto directo de los rayos solares con las partículas del suelo, lo cual reduce el calentamiento del suelo por consiguiente la evaporación.

Porcentaje de humedad gravimétrica (%) a la floración de maíz de 16 a 30cm de profundidad



**Grafico 1.** Efecto de sistemas de siembra sobre el porcentaje de humedad gravimetrica a la floración de maíz

En el gráfico 1 de 16 a 30 cm. de profundidad se observa al tratamiento T5 (Azadón-Hoyo) con una media de 17.50 % de humedad gravimétrica seguido por el T6 (espeque + atrazina) con una media de 16.90 %, en el tratamiento T8 (Testigo) se obtuvo el menor porcentaje de humedad siendo la media de 11.50 %

#### 4.1.1.3 Humedad gravimétrica a la cosecha

En el análisis de varianza, cuadro 9, se observa diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 6.99%, lo que garantiza la validez de los resultados y la media de 12.94 %

Lo cual significa que no existió uniformidad de humedad entre tratamientos que conforman los diferentes sistemas de labranzas.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	71.72	23				
<b>BLOQUES</b>	2.29	2	1.145	1.40 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	57.97	7	8.282	10.12* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	11.46	14				

C. V. = 6.99 %

Media = 12.942 %

ns : no significativo

\*\* : significativo al 1%

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para humedad gravimétrica (%) a la cosecha de maíz de 0 a 15 cm. de profundidad.

**Cuadro 10.** Humedad gravimétrica (%) a la cosecha de maíz de 0 a 15 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %	RANGOS
T1	Sembradora motriz	13.400	a
T2	Azadón surco + atrazina	13.300	a
T3	Azadón – surco	13.567	a
T4	Yunta arado-reja tiburón	13.167	a
T5	Azadón - hoyo	13.467	a
T6	Espeque + atrazina	14.200	a
T7	Espeque	13.533	a
T8	Testigo	8.900	b

La prueba Tukey al 5%, detecta la presencia de dos rangos, determinando que los tratamientos que ocupan el rango **a**, presentaron mayor humedad mientras que el tratamiento que ocupa el rango **b** es aquel que presentó menor humedad gravimétrica a la cosecha de 0 a 15 cm de profundidad.

A mayor remoción del suelo se obtendrá menor porcentaje de humedad

Según lo expresado por Bolaños (1989), los tratamientos que conforman las labranzas de conservación y mínima captan porcentajes más altos de humedad ya que disminuyen la evaporación del agua, gracias al rastrojo que queda en la superficie del suelo, que permite regular la humedad.

En el análisis de varianza, cuadro 11, se observa diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 6.71%, aceptable para este tipo de investigación y la media de 14.346

Lo que se deduce que no existió uniformidad de humedad gravimétrica entre tratamientos.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para humedad gravimétrica (%) a la cosecha de maíz de 16-30 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	90.26	23				
<b>BLOQUES</b>	1.35	2	0.675	0.73 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	75.92	7	10.846	11.69* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	12.59	14				

C. V. = 6.71 %

Media = 14.346 %

ns: no significativo

\*\* : significativo al 1 %

**Cuadro 12.** Humedad gravimétrica (%) la cosecha de maíz de 16 a 30 cm de profundidad.

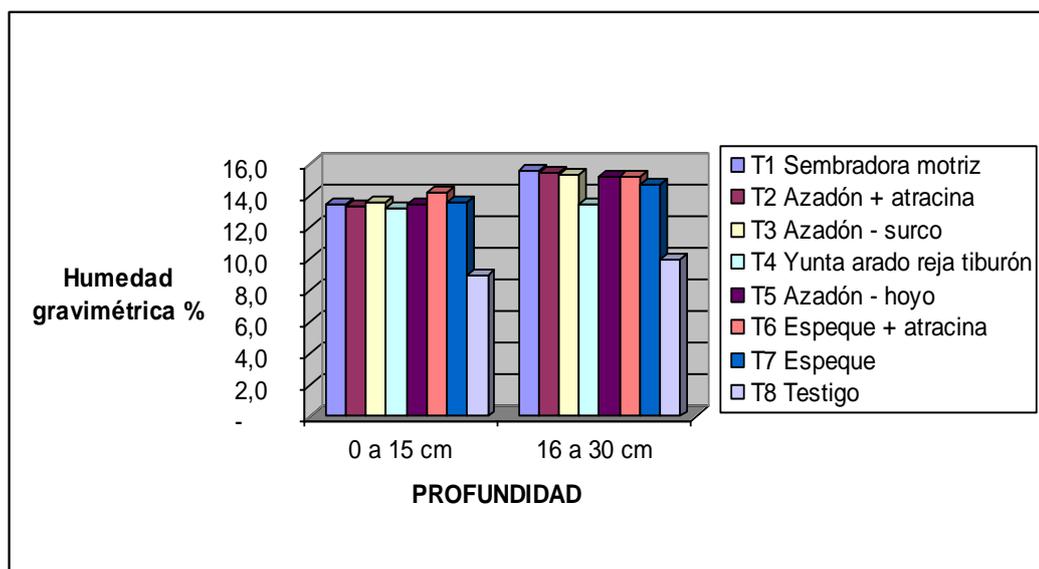
TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE	PROMEDIOS %	RANGOS
--------------	-----------------	-------------	--------

SIEMBRA			
T1	Sembradora motriz	15.533	a
T2	Azadón surco + atrazina	15.433	a
T3	Azadón – surco	15.367	a
T4	Yunta arado-reja tiburón	13.500	a
T5	Azadón hoyo	15.167	a
T6	Espeque + atrazina	15.200	a
T7	Espeque	14.633	a
T8	Testigo	9.933	b

La prueba Tukey al 5%, determina la presencia de dos rangos, indicando que los tratamientos que ocupan el rango **a**, presentaron mayor humedad gravimétrica siendo los tratamientos de labranza de conservación, y el T8 (testigo) ocupa el rango **b** presentando menor humedad gravimétrica a la cosecha a una profundidad de 16-30 cm lineales.

Los resultados obtenidos corroboran por lo expresado por Bolaños (1989), los tratamientos que conforman las labranzas de conservación y mínima captan porcentajes más altos de humedad. Al no ser removido el suelo, los residuos vegetales impiden el impacto directo de los rayos solares con las partículas del suelo, lo cual reduce el calentamiento del suelo por consiguiente la evaporación.

Humedad gravimétrica (%) a la cosecha de maíz a dos profundidades.



**Grafico 2.** Efecto de sistemas de siembra sobre el porcentaje de humedad gravimetrica a la cosecha de maíz

En el gráfico 2 de 0-15 cm. de profundidad se observa al tratamiento T6 (espeque + atrazina) con una media de 14.20 % de humedad gravimétrica, seguido de los tratamiento T3 (azadón-surco) con una media de 13.60 %, en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo el menor porcentaje de humedad siendo la media de 8.90%. De 16-30 cm de profundidad se observa al tratamiento T1 (sembradora motriz) y T2 (azadón +atrazina) con un media de 15.50 % de humedad gravimétrica seguido por el T3 (azadón - surco) con una media de 15.30 %, en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo el menor porcentaje de humedad siendo la media de 9.90 %

#### 4.2. DENSIDAD APARENTE

#### 4.2.1 Densidad aparente a la siembra

El análisis de varianza, cuadro 13, presenta diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 5.88 %, el que garantiza la validez de los resultados y la media de 1.092 g/cm<sup>3</sup>

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para densidad aparente a la siembra g/cm<sup>3</sup> del cultivo de 0 a 15 cm de profundidad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	0.20	23				
<b>BLOQUES</b>	0.02	2	0.010	2.34 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	0.13	7	0.018	4.38* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	0.06	14	0.004			

C. V. = 5.88 %

Media = 1.092 g/cm<sup>3</sup>

Ns : no significativo

\*\* : significativo al 1%

**Cuadro 14.** Densidad aparente g/cm<sup>3</sup> a la siembra de maíz de 0 a 15 cm de profundidad

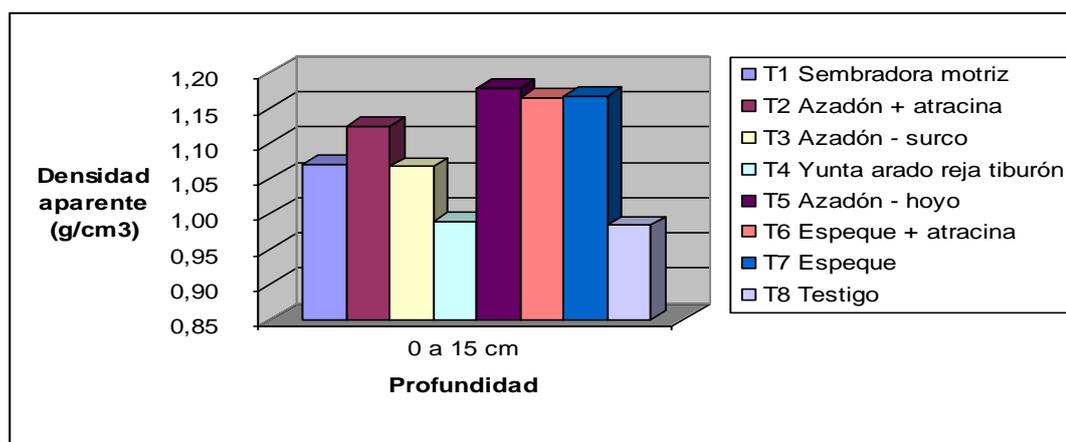
TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS g/cm <sup>3</sup>	RANGOS
--------------	-------------------------	-----------------------------	--------

T1	Sembradora motriz	1.070	abc
T2	Azadón surco + atrazina	1.123	abc
T3	Azadón – surco	1.067	abc
T4	Yunta arado-reja tiburón	0.990	bc
T5	Azadón - hoyo	1.177	a
T6	Espeque + atrazina	1.163	abc
T7	Espeque	1.167	ab
T8	Testigo	0.983	c

La prueba Tukey al 5%, indica la presencia de tres rangos, la mayor densidad aparente ocupa el T5 (azadón – hoyo) que tiene el rango **a**, con una media de 1.177 g/cm<sup>3</sup> mientras que el T8 (testigo) ocupa el rango **c**, presenta menor densidad aparente con una media de 0.98 g/cm<sup>3</sup>

Estos resultados concuerdan con Bolaños (1989), los valores menores se presentan en la capa superficial del suelo, lo que se explica que si existe remoción del suelo la densidad aparente será menor.

Densidad aparente g/cm<sup>3</sup> a la siembra del cultivo de 0 a 15 cm. de profundidad.



**Grafico 3.** Efecto de sistemas de siembra sobre la densidad aparente a la siembra

En el gráfico 3 de 0-15 cm. de profundidad se observa al tratamiento T5 (azadón – hoyo) con una media de  $1.18 \text{ g/cm}^3$  seguido del tratamiento T7 (espeque) con una media de  $1.17 \text{ g/cm}^3$  en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo la menor densidad aparente siendo la media de  $0.98 \text{ g/cm}^3$ .

En el análisis de varianza, cuadro 15, se observa diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 3.94 % aceptable para este tipo de investigación y la media de  $1.306 \text{ g/cm}^3$ .

Lo que se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la densidad aparente a esa profundidad.

**Cuadro 15.** Análisis de varianza para densidad aparente  $\text{g/cm}^3$  a la siembra del cultivo de 16 a 30 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	0.07	23				
<b>BLOQUES</b>	0.02	2	0.011	4.16*	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	0.01	7	0.01	0.50 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	0.04	14	0.003			

---

C. V. = 3.94%

Media = 1.306 g/cm<sup>3</sup>

---

\*: significativo al 5%

ns: no significativo

**Cuadro 16.** Densidad aparente g/cm<sup>3</sup> a la siembra de maíz de 16 a 30 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS g/cm <sup>3</sup>
T1	Sembradora motriz	1.300
T2	Azadón surco + atrazina	1.293
T3	Azadón – surco	1.343
T4	Yunta arado-reja tiburón	1.317
T5	Azadón hoyo	1.277
T6	Espeque + atrazina	1.307
T7	Espeque	1.323
T8	Testigo	1.290

#### 4.2.2 Densidad aparente a la cosecha

En el análisis de varianza, cuadro 17, se observa diferencia significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 4.46 %, lo que garantiza la validez de estos resultados y la media de 1.183 g/cm<sup>3</sup>.

Con estos resultados se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas alteran la densidad aparente a esa profundidad por que existe una remoción del suelo.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para densidad aparente  $\text{g/cm}^3$  a la cosecha del cultivo de 0 a 15 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	0.15	23				
<b>BLOQUES</b>	0.00	2	0.001	0.47 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	0.10	7	0.015	5.35* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	0.04	14	0.003			

C. V. = 4.46%

Media =  $1.183 \text{ g/cm}^3$

\*\* : significativo al 1%

ns: no significativo

**Cuadro 18.** Densidad aparente  $\text{g/cm}^3$  a la cosecha de maíz de 0 a 15 cm de profundidad

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS $\text{g/cm}^3$ .	RANGOS
T1	Sembradora motriz	1.190	a

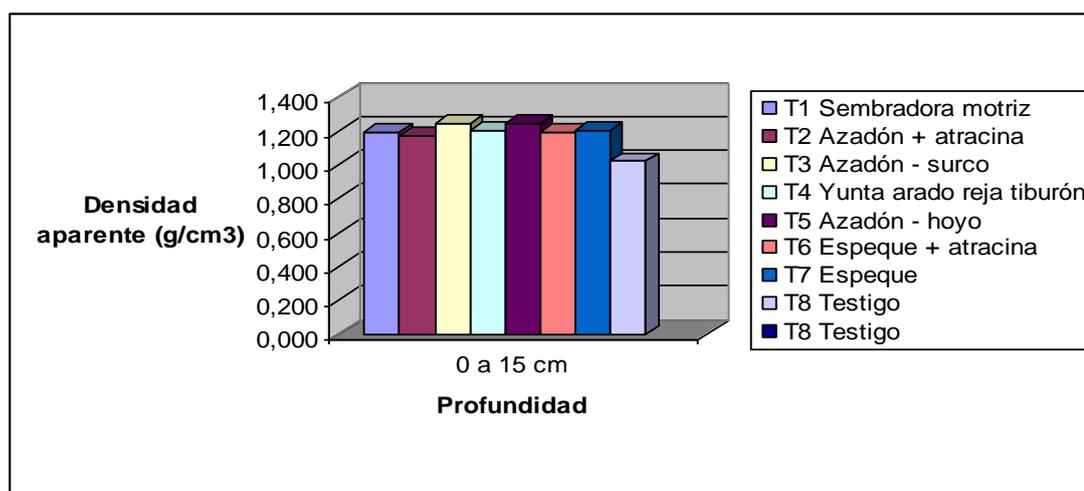
T2	Azadón surco + atrazina	1.173	a b
T3	Azadón – surco	1.240	a
T4	Yunta arado-reja tiburón	1.203	a
T5	Azadón hoyo	1.247	a
T6	Espeque + atrazina	1.190	a
T7	Espeque	1.200	a
T8	Testigo	1.020	b

La prueba Tukey al 5%, indica la presencia de dos rangos, los tratamientos de que ocupan el rango **a**, presentan mayor densidad aparente siendo el T5 (azadón – hoyo) el que tuvo mayor densidad aparente y el T8 (testigo) ocupa el rango **b** presentó menor densidad aparente a la cosecha a una profundidad de 0 a 15 cm de profundidad.

Bolaños (1989), expresa que los valores menores se presentan en la capa superficial del suelo, lo que explica que si existe remoción del suelo la densidad aparente será menor.

Fernández, (1981) manifiesta que, densidades altas significan suelos con menor porosidad y mayor compactación,

Densidad aparente  $\text{g/cm}^3$  a la cosecha del cultivo de 0 a 15 cm. de profundidad.



**Grafico 4.** Efecto de sistemas de siembra sobre la densidad aparente a la cosecha

En el gráfico 4 de 0-15 cm. de profundidad se observa al tratamiento T5 (azadón-hoyo) con una media de 1.247 g/cm<sup>3</sup>. seguido del tratamiento T3 (azadón-surco) con una media de 1.240 g/cm<sup>3</sup>. en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo la menor densidad aparente siendo la media de 1.020 g/cm

En el análisis de varianza, cuadro 19, se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 4.93 %, aceptable para este tipo de investigación y la media de 1.308 g/cm<sup>3</sup>.

Lo se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la densidad aparente a esa profundidad.

**Cuadro 19.** Análisis de varianza para densidad aparente g/cm<sup>3</sup> a la cosecha de maíz de 16 a 30 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	0.07	23				
<b>BLOQUES</b>	0.00	2	0.001	0.34 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	0.01	7	0.002	0.38 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	0.06	14	0.004			

C. V. = 4.93%

Media = 1.308 g/cm<sup>3</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 20.** Densidad aparente a la cosecha g/cm<sup>3</sup> del cultivo 16 a 30 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS g/cm <sup>3</sup> .
T1	Sembradora motriz	1.343
T2	Azadón surco + atrazina	1.283
T3	Azadón – surco	1.337
T4	Yunta arado-reja tiburón	1.297
T5	Azadón hoyo	1.293
T6	Espeque + atrazina	1.303
T7	Espeque	1.287
T8	Testigo	1.320

#### 4.3. COMPACTACION

### 4.3.1 Compactación a la siembra

El análisis de varianza, cuadro 21, indica diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 17.71%, aceptable para este tipo de investigación la media de 38.542 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 21.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra del cultivo de 0 a 10 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	5823.96	23				
<b>BLOQUES</b>	64.58	2	32.292	0.69 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	5107.29	7	729.613	15.66* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	652.08	14	46.577			

C. V. = 17.71%

Media = 38.542 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns : no significativo

\*\* : significativo al 1%

**Cuadro 22.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra de maíz de 0 a 10 cm de profundidad.

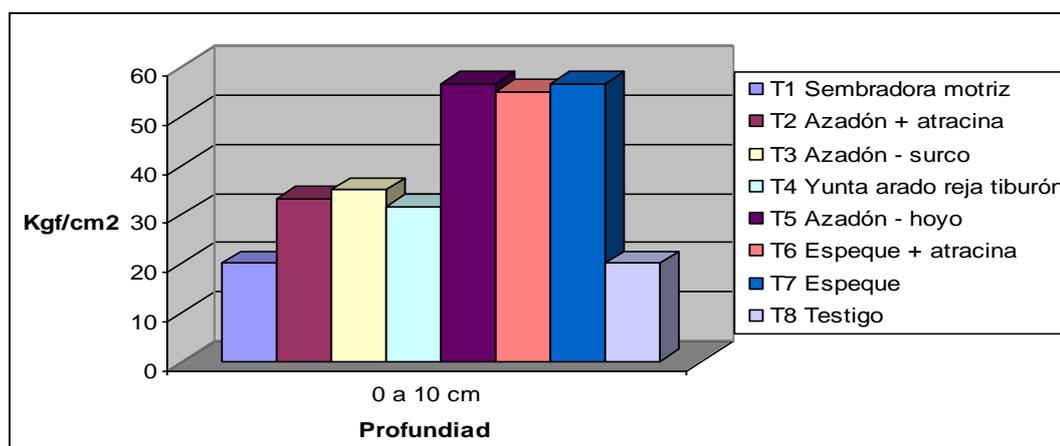
TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS RANGOS Kgf/cm <sup>2</sup>
--------------	-------------------------	--------------------------------------

T1	Sembradora motriz	20.000	b
T2	Azadón surco + atrazina	33.333	b
T3	Azadón – surco	35.000	b
T4	Yunta arado-reja tiburón	31.667	b
T5	Azadón hoyo	56.667	a
T6	Espeque + atrazina	55.000	a
T7	Espeque	56.667	a
T8	Testigo	20.000	b

La prueba Tukey al 5%, determina la presencia de dos rangos, ocupando el rango **a**, los tratamientos que conforman la labranza cero presentando mayor compactación y ocupando el rango **b** los tratamientos de labranza mínima y testigo con menor compactación entre plantas a la siembra de 0 a 10 cm de profundidad.

Quiroga (1998), indica que en los tratamientos de labranza de conservación del suelo mayor será la resistencia a la penetración, por lo que no existe una remoción del suelo.

Compactación entre plantas a la siembra del cultivo de 0 a 10 cm. de profundidad.



**Grafico 5.** Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación entre planta a la siembra de maíz

En el gráfico 5 de 0 a 10 cm. de profundidad se observa al tratamiento T5 (azadón hoyo) y T7 (espeque) con una media de 56.67 Kgf/cm<sup>2</sup> seguido del tratamiento T6 (espeque + atrazina) con una media de 55.00 Kgf/cm<sup>2</sup> en el tratamiento T1 (sembradora motriz) y T8 (testigo) se obtuvo la menor compactación siendo la media de 20.00 Kgf/cm<sup>2</sup>.

En el análisis de varianza, cuadro 23, se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 13.61 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 93.958 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Lo cual significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 23.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra del cultivo de 11 a 20 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	3648.96	23				
<b>BLOQUES</b>	127.08	2	63.542	0.39 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1232.29	7	176.042	1.08 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	2289.58	14	163.542			

C. V. = 13.61%

Media = 93.958 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns : no significativo

**Cuadro 24.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra de (11-20) cm. lineal de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	85.000
T2	Azadón surco + atrazina	96.667
T3	Azadón – surco	101.667
T4	Yunta arado-reja tiburón	91.667
T5	Azadón hoyo	98.333
T6	Espeque + atrazina	93.333
T7	Espeque	103.333
T8	Testigo	81.667

El análisis de varianza, cuadro 25, presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 10.93 % el que garantiza la validez de los resultados y la media de 172.500 Kgf/cm<sup>2</sup>

Con estos resultados se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad

**Cuadro 25.** Análisis de varianza compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra del cultivo de 21 a 30 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	9050.00	23				
<b>BLOQUES</b>	625.00	2	312.500	0.88 ns	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	3450.00	7	492.857	1.39 ns	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	4975.00	14	355.357			

C. V. = 10.93%

Media = 172.500 Kg/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 26.** Compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra de maíz de 21 a 30 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kg/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	171.667
T2	Azadón surco + atrazina	178.333
T3	Azadón – surco	150.000
T4	Yunta arado-reja tiburón	170.000
T5	Azadón hoyo	181.667
T6	Espeque + atrazina	183.333
T7	Espeque	186.667
T8	Testigo	158.333

En el análisis de varianza, cuadro 27, se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 19.93 %, aceptable para este tipo de investigación y la media de 203.875 Kg/cm<sup>2</sup>

Se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 27.** Análisis de varianza compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra del cultivo de 31 a 40 cm de profundidad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	37340.63	23				
<b>BLOQUES</b>	8006.25	2	4003.125	2.61 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	7857.29	7	1122.470	0.73 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	21477.08	14	1534.077			

C. V. = 19.93%

Media = 203.875 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 28.** Compactación entre plantas a la siembra de (31-40) cm. lineal de profundidad

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	196.667
T2	Azadón surco + atrazina	203.333
T3	Azadón – surco	183.333
T4	Yunta arado-reja tiburón	198.333
T5	Azadón hoyo	226.667
T6	Espeque + atrazina	231.667
T7	Espeque	228.333
T8	Testigo	186.667

En el análisis de varianza, cuadro 29, se observa diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 10.12 %, el que garantiza la validez de los resultados y la media de 245.208 Kgf/cm<sup>2</sup>

Lo cual indica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 29.** Análisis de varianza compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la siembra de maíz de 41 a 50 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	21273.96	23				
<b>BLOQUES</b>	1858.33	2	929.167	1.51 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	10790.62	7	1541.518	2.50 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	8625.00	14	616.071			

C. V. = 10.12%

Media = 245.208 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 30.** Compactación entre plantas a la siembra del cultivo de 41 a 50 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	230.000
T2	Azadón surco + atrazina	246.667
T3	Azadón – surco	221.667
T4	Yunta arado-reja tiburón	258.333
T5	Azadón hoyo	275.000
T6	Espeque + atrazina	238.333
T7	Espeque	275.000
T8	Testigo	216.667

El análisis de varianza, cuadro 31, indica diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 14.4 %, aceptable para este tipo de investigación y la media de 67.8333 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 31.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra de maíz de 0 a 10 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	3269.33	23				
<b>BLOQUES</b>	569.08	2	284.542	2.95 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1351.33	7	193.048	2.00 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	1348.92	14	96.351			

C. V. = 14.4%

Media = 67.833 Kgf/cm<sup>2</sup>.

ns: no significativo

**Cuadro 32.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra del cultivo de 0a10 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	69.667
T2	Azadón surco + atrazina	68.333
T3	Azadón – surco	73.333
T4	Yunta arado-reja tiburón	71.333
T5	Azadón hoyo	78.333
T6	Espeque + atrazina	56.667
T7	Espeque	70.000
T8	Testigo	55.000

En el análisis de varianza, cuadro 33, se detecta diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de

variación fue de 17.68 %, aceptable para este tipo reinvestigación y la media de 55.83 Kgf/cm<sup>2</sup>

Los resultados obtenidos determinan que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 33.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra de maíz de 11 a 20 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	38083.33	23				
<b>BLOQUES</b>	4539.58	2	2269.792	2.99 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	22916.67	7	3273.810	4.31**	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	10627.08	14	759.077			

C. V. = 17.68%

Media = 155.833 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

\*\* : significativo al 1%

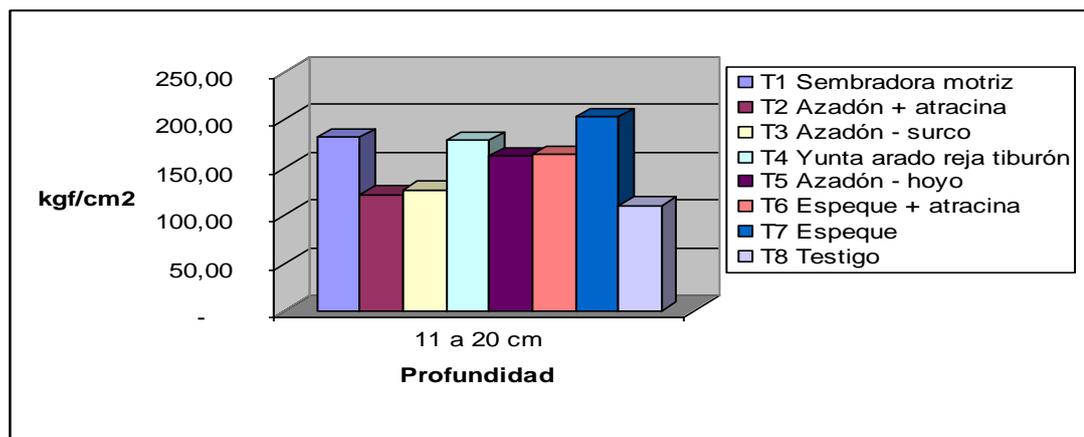
**Cuadro 34.** Compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra del maíz de 11 a 20 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kg/cm <sup>2</sup>	RANGOS
T1	Sembradora motriz	181.667	ab
T2	Azadón surco + atrazina	121.667	b
T3	Azadón – surco	126.667	ab
T4	Yunta arado-reja tiburón	178.333	ab
T5	Azadón hoyo	161.333	ab
T6	Espeque + atrazina	163.333	ab
T7	Espeque	203.333	a
T8	Testigo	110.000	b

La prueba Tukey al 5%, indica la presencia de dos rangos, ocupando el rango **a** los tratamientos que conforman las labranzas mínima y cero, el T7 (espeque) tuvo la mayor compactación con 203.33 Kg/cm<sup>2</sup> y el rango **b** con menor compactación el T8 (testigo) con 110.00 Kg/cm<sup>2</sup>

Quiroga (1998), manifiesta que en los tratamientos donde existió remoción del suelo la resistencia a la penetración fue menor.

Compactación entre surcos a la siembra del cultivo de 11 a 20 cm de profundidad.



**Gráfico 6.** Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación entre surcos a la siembra de maíz

En el gráfico 6 de 11-20 cm de profundidad se observa al tratamiento T7 (espeque) con un media de 203.33 Kgf/cm<sup>2</sup> seguido por la T1 (sembradora motriz) con una media de 181.67 Kgf/cm<sup>2</sup> en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo la menor compactación siendo la media de 110.00 Kgf/cm<sup>2</sup>

El análisis de varianza, cuadro 35, presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 14.21 %, aceptable para este tipo de investigación la media de 208.542 Kgf/cm<sup>2</sup>

Lo cual explica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 35.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra del cultivo de 21 a 30 cm de profundidad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	28073.96	23				
<b>BLOQUES</b>	7527.08	2	3763.542	4.29*	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	8257.29	7	1179.613	1.34 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	12289.58	14	877.827			

C. V. = 14.21%

Media = 208.542 Kgf/cm<sup>2</sup>

\*: significativo al 5%

ns: no significativo

**Cuadro 36.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra del maíz de 21 a 30 cm de profundidad

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	213.333
T2	Azadón surco + atrazina	171.667
T3	Azadón – surco	188.333
T4	Yunta arado-reja tiburón	205.000
T5	Azadón hoyo	223.333
T6	Espeque + atrazina	228.333
T7	Espeque	226.667
T8	Testigo	211.667

En el análisis de varianza, cuadro 37, se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 16.09 %, aceptable para este tipo de investigación y la media de 225.625 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad

**Cuadro 37.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra de maíz de 31 a 40 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	36765.63	23				
<b>BLOQUES</b>	1368.75	2	684.375	0.52 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	16948.96	7	2421.280	1.84 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	18447.92	14	1317.708			

---

C. V. = 16.09%

Media = 225.625 Kgf/cm<sup>2</sup>

---

ns: no significativo

**Cuadro 38.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra del cultivo de 31 a 40cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	231.667
T2	Azadón surco + atrazina	175.000
T3	Azadón – surco	215.000
T4	Yunta arado-reja tiburón	216.667
T5	Azadón hoyo	270.000
T6	Espeque + atrazina	228.333
T7	Espeque	253.333
T8	Testigo	215.000

---

En el análisis de varianza, cuadro 39, se observa diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 12.5 %, el que garantiza la validez de los resultados y la media de 260.625 Kgf/cm<sup>2</sup>

Lo cual indica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 39.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra de maíz de 41 a 50 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

---

<b>TOTAL</b>	19715.63	23				
<b>BLOQUES</b>	643.75	2	321.875	0.30 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	4198.96	7	599.851	0.56 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	14872.92	14	1062.351			

C. V. = 12.51%

Media = 260.625 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 40.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la siembra del cultivo de 41 a 50 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	246.667
T2	Azadón surco + atrazina	243.33
T3	Azadón – surco	256.667
T4	Yunta arado-reja tiburón	276.667
T5	Azadón hoyo	280.000
T6	Espeque + atrazina	256.667
T7	Espeque	273.333
T8	Testigo	251.667

#### 4.3.2 Compactación a la cosecha

El análisis de varianza, cuadro 41 presenta diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 14.93 %, aceptable para este tipo de investigación y la media de 43.542 Kgf/cm<sup>2</sup>

Lo cual significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas si alteran la compactación a esa profundidad por lo que a esa profundidad hubo remoción del suelo en cada tratamiento.

**Cuadro 41.** Análisis de varianza para compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha de maíz de 0 a 10 cm de profundidad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	6323.96	23				
<b>BLOQUES</b>	8.33	2	4.167	0.10 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	8723.96	7	817.708	19.35* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	591.67	14	42.262			

C. V. = 14.93%

Media = 43.542 Kg/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

\*\* : significativo al 1%

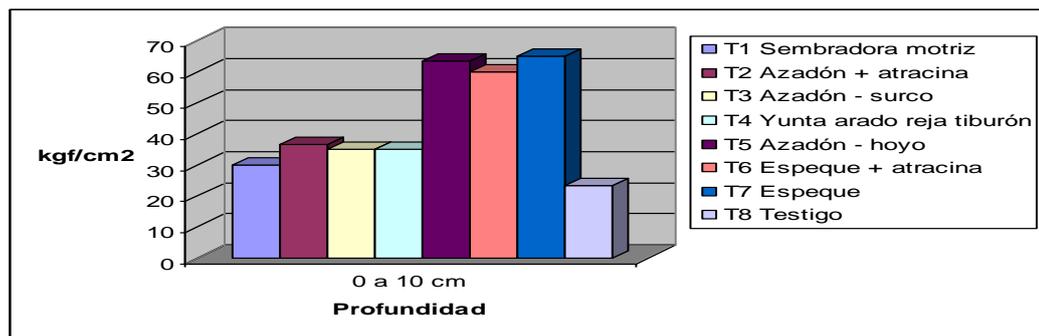
**Cuadro 42.** Compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha de maíz de 0 a 10 cm. l de profundidad

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kg/cm <sup>2</sup>	RANGOS
T1	Sembradora motriz	30.000	b
T2	Azadón surco + atrazina	36.667	b
T3	Azadón – surco	35.000	b
T4	Yunta arado-reja tiburón	35.000	b
T5	Azadón hoyo	63.333	a
T6	Espeque + atrazina	60.000	a
T7	Espeque	65.000	a
T8	Testigo	23.333	b

La prueba Tukey al 5%, indica la presencia de dos rangos, ocupando el primer rango los tratamientos T7, T5 y T6 con una media de 65.00, 66.33 y 60.00 Kg/cm<sup>2</sup>

Quiroga (1998), deduce que en los tratamientos de labranza de conservación del suelo donde no existió remoción del suelo mayor será la resistencia a la penetración.

Compactación entre plantas a la cosecha del cultivo de 0-10 cm de profundidad.



**Grafico 7.** Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha de maíz

En el gráfico 6 de 0-10 cm. de profundidad se observa al tratamiento T7 (espeque) con una media de 65.00 Kg/cm<sup>2</sup> seguido del tratamiento T5 (azadón-hoyo) con una media de 63.33 Kg/cm<sup>2</sup>, en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo la menor compactación siendo la media de 23.33 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el análisis de varianza, cuadro 43 se detecta diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 14.35%, aceptable para este tipo de investigación y la media de 109.167 Kg/cm<sup>2</sup>

Significa que los resultados obtenidos con la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 43.** Análisis de varianza para compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha del cultivo de 11 a 2 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	12233.33	23				
<b>BLOQUES</b>	1514.58	2	757.292	3.09 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	7283.33	7	1 040.476	4.24* *	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	3435.42	14	245.387			

C. V. = 14.35%

Media = 109.167 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

\*\* : significativo al 1%

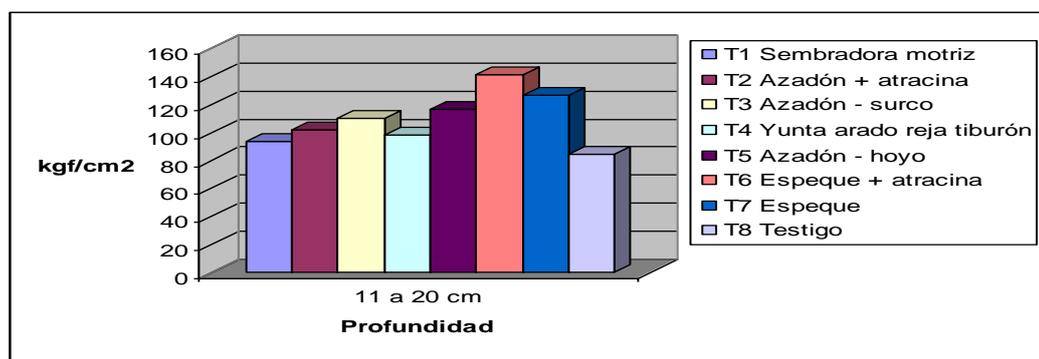
**Cuadro 44.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha del maíz de 11 a 20 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>	RANGOS
T1	Sembradora motriz	93.333	b
T2	Azadón surco + atrazina	101.667	ab
T3	Azadón – surco	110.000	ab
T4	Yunta arado-reja tiburón	98.333	ab
T5	Azadón hoyo	116.667	ab
T6	Espeque + atrazina	141.667	a
T7	Espeque	126.667	ab
T8	Testigo	85.000	b

La prueba Tukey al 5%, indica la presencia de dos rangos, determinando que los tratamientos de rango a, son los que presentan mayor compactación

Quiroga (1998), indica que en los tratamientos donde existe remoción del suelo la resistencia a la penetración es menor.

Compactación entre plantas a la cosecha de 11-20 cm. de profundidad.



**Grafico 8.** Efecto de sistemas de siembra sobre la compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la de maíz

En el gráfico de 11 a 20 cm de profundidad se observa al tratamiento T6 (espeque + atracina) con un media de 141.67 Kg/cm<sup>2</sup> seguido por el T7 (espeque) con una media de 126.67 Kg/cm<sup>2</sup> en el tratamiento T8 (testigo) se obtuvo la menor compactación siendo la media de 85.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el análisis de varianza, cuadro 45 se observa diferencia no significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 26.71 % por que existió variación numérica de repeticiones de un mismo tratamiento y la media de 170.875 Kg/cm<sup>2</sup>

Lo cual significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 45.** Análisis de varianza para compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha del cultivo de 21 a 30 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	40726.63	23				
<b>BLOQUES</b>	6241.00	2	3120.500	1.50 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	5316.63	7	759.518	0.36 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	29169.00	14	2083.500			

C. V. = 26.71%

Media = 170.875 Kg/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 46.** Compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha del cultivo de 21 a 30 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kg/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	171.667
T2	Azadón surco + atrazina	179.000
T3	Azadón – surco	163.333
T4	Yunta arado-reja tiburón	171.667
T5	Azadón hoyo	185.000
T6	Espeque + atrazina	136.333
T7	Espeque	186.667
T8	Testigo	173.333

En el análisis de varianza, cuadro 47 no se detecta diferencia significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 15.84 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 226.667 Kg/cm<sup>2</sup>

Por lo que se puede expresar que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 47.** Análisis de varianza para compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha de maíz de 31 a 40 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	33083.33	23				
<b>BLOQUES</b>	6639.58	2	3319.792	2.58 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	8400.00	7	1200.000	0.93 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	18043.75	14	1288.839			

C. V. = 15.84%

Media = 226.667 Kg/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 48.** Compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha del cultivo de 31 a 40 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kg/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	216.667
T2	Azadón surco + atrazina	221.667
T3	Azadón – surco	198.333
T4	Yunta arado-reja tiburón	230.000
T5	Azadón hoyo	250.000
T6	Espeque + atrazina	238.333
T7	Espeque	253.333
T8	Testigo	205.000

El análisis de varianza, cuadro 49 no indica diferencia significativa entre tratamientos y entre bloques. El coeficiente de variación fue de 12.79% el que garantiza la validez de los resultados la media de 264.167 Kg/cm<sup>2</sup>

Con estos resultados se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 49.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha de maíz de 41 a 50 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	29283.33	23				
<b>BLOQUES</b>	3252.08	2	1626.042	1.42 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	10050.00	7	1435.714	1.26 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	15981.25	14	1141.518			

C. V. = 12.79%

Media = 264.167 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 50.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre plantas a la cosecha del cultivo de 41 a 50 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	280.000
T2	Azadón surco + atrazina	235.000
T3	Azadón – surco	245.000
T4	Yunta arado-reja tiburón	270.000
T5	Azadón hoyo	291.667
T6	Espeque + atrazina	256.667
T7	Espeque	290.000
T8	Testigo	245.000

En el análisis de varianza, cuadro 51 se observa diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 13.77 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 73.542 Kgf/cm<sup>2</sup>

Lo cual implica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 51.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 0 a 10 cm de profundidad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	3723.96	23				
<b>BLOQUES</b>	714.58	2	357.292	3.48 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1573.96	7	224.851	2.19 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	1435.42	14	102.530			

C. V. = 13.77%

Media = 73.542 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 52.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha del cultivo de 0 a 10 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	75.000
T2	Azadón surco + atrazina	73.333
T3	Azadón – surco	80.000

T4	Yunta arado-reja tiburón	78.333
T5	Azadón hoyo	85.000
T6	Espeque + atrazina	61.667
T7	Espeque	75.000
T8	Testigo	60.000

El análisis de varianza, cuadro 53 presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 21.06 % por que existió variación numérica de repeticiones de un mismo tratamiento y la media de 171.875 Kgf/cm<sup>2</sup>

Por cual se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 53.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 11 a 20 cm de profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	53940.63	23				
<b>BLOQUES</b>	10806.25	2	5403.125	4.12*	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	24790.63	7	3451.518	2.70 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	18343.75	14	1 310.268			

C. V. = 21.06%

Media = 171.875 Kgf/cm<sup>2</sup>

\*: significativo al 5%

ns: no significativo

**Cuadro 54.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 11 a 20 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	186.667
T2	Azadón surco + atrazina	148.333

T3	Azadón – surco	135.000
T4	Yunta arado-reja tiburón	198.333
T5	Azadón hoyo	186.667
T6	Espeque + atrazina	178.333
T7	Espeque	221.667
T8	Testigo	120.000

En el análisis de varianza, cuadro 55 se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 17.08 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 221.875 Kg/cm<sup>2</sup>

Lo cual significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

**Cuadro 55.** Análisis de varianza para compactación Kg/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 21 a 30 cm de profundidad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	49340.63	23				
<b>BLOQUES</b>	22800.00	2	11400.000	7.94**	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	6440.63	7	920.089	0.64 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	20100.00	14	1435.714			

C. V. = 17.08%

Media = 221.875 Kg/cm<sup>2</sup>

\*\* : significativo al 1%

ns: no significativo

**Cuadro 56.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha del cultivo de 21 a 30 cm de profundidad

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	230.000
T2	Azadón surco + atrazina	185.000
T3	Azadón – surco	216.667
T4	Yunta arado-reja tiburón	218.333
T5	Azadón hoyo	233.333
T6	Espeque + atrazina	233.333
T7	Espeque	241.667
T8	Testigo	216.667

En el análisis de varianza, cuadro 57 se observa diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 15.21 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 1249.583 Kgf/cm<sup>2</sup>

Significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	33545.83	23				
<b>BLOQUES</b>	1064.58	2	532.292	0.37 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	12312.50	7	1758.929	1.22 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	20168.75	14	440.625			

C. V. = 15.21%

Media = 249.583 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns: no significativo

**Cuadro 57.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 31 a 40 cm de profundidad.

**Cuadro 58.** Compactación entre surcos a la cosecha de maíz de 31 a 40 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	248.333
T2	Azadón surco + atrazina	226.667
T3	Azadón – surco	230.000
T4	Yunta arado-reja tiburón	233.333
T5	Azadón hoyo	290.000
T6	Espeque + atrazina	256.667
T7	Espeque	280.000
T8	Testigo	231.667

En el análisis de varianza, cuadro 59 se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 8.39 % el que garantiza la validez de los resultados y la media de 279.458 Kgf/cm<sup>2</sup>

Se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la compactación a esa profundidad.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	13923.96	23				
<b>BLOQUES</b>	477.08	2	238.542	0.44 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	5907.29	7	843.899	1.57 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	7539.58	14	538.542			

C. V. = 8.39%

Media = 279.458 Kgf/cm<sup>2</sup>

ns : no significativo

**Cuadro 59.** Análisis de varianza para compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 41 a 50 cm de profundidad.

**Cuadro 60.** Compactación Kgf/cm<sup>2</sup> entre surcos a la cosecha de maíz de 41 a 50 cm de profundidad.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Kgf/cm <sup>2</sup>
T1	Sembradora motriz	286.667
T2	Azadón surco + atrazina	260.000
T3	Azadón – surco	263.333
T4	Yunta arado-reja tiburón	286.667
T5	Azadón hoyo	293.333
T6	Espeque + atrazina	273.333
T7	Espeque	296.667
T8	Testigo	251.667

#### 4.4 Infiltración

#### Registro de datos para cálculo de infiltración

**Cuadro 61. Infiltración labranza reducida.**

INFILTRACION							
LABRANZA REDUCIDA							
TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua (cm)	Nivel de recu-peracion del agua (cm)	Lamina infiltra-da intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRA-CION INSTANTANEA	
						mm/min	mm/Hr
A	B=(A i+1 - Ai)	C	D	E=(Ci+1 -Ci)	F= Fi-1 +Ei)	G= Ei/Bi	H=G*60
0	0	18,00		0,00	0,00		
1	1	17,00		10,00	10,00	10,000	600,000
2	1	16,50		5,00	15,00	5,000	300,000
3	1	16,00		5,00	20,00	5,000	300,000
4	1	15,80		2,00	22,00	2,000	120,000
5	1	15,40		4,00	26,00	4,000	240,000
10	5	14,20		12,00	38,00	2,400	144,000
15	5	13,30		9,00	47,00	1,800	108,000
20	5	12,70		6,00	53,00	1,200	72,000
25	5	12,30		4,00	57,00	0,800	48,000
30	5	11,60		7,00	64,00	1,400	84,000
40	10	10,70		9,00	73,00	0,900	54,000
50	10	9,80		9,00	82,00	0,900	54,000
60	10	9,10		7,00	89,00	0,700	42,000
70	10	8,50	18,3	6,00	95,00	0,600	36,000
80	10	16,80		15,00	110,00	1,500	90,000

95	15	15,60	12,00	122,00	0,800	48,000
110	15	14,80	8,00	130,00	0,533	32,000
125	15	13,90	9,00	139,00	0,600	36,000
145	15	13,20	7,00	146,00	0,467	28,000
160	15	12,50	7,00	153,00	0,467	28,000

**Cuadro 62. Infiltración labranza cero.**

INFILTRACION							
LABRANZA CERO							
TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua (cm)	Nivel de recuperacion del agua (cm)	Lamina infiltrada intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
		C	D	E=(Ci+1 -Ci)	F= Fi-1 +Ei)	mm/min	mm/Hr
A	B=(A i+1 - Ai)	C	D	E=(Ci+1 -Ci)	F= Fi-1 +Ei)	G= Ei/Bi	H=G*60
0	0	16,50		0,00	0,00		
1	1	16,00		5,00	5,00	5,000	300,000
2	1	15,70		3,00	8,00	3,000	180,000
3	1	15,10		6,00	14,00	6,000	360,000
4	1	15,00		1,00	15,00	1,000	60,000
5	1	14,90		1,00	16,00	1,000	60,000
10	5	14,20		7,00	23,00	1,400	84,000
15	5	13,50		7,00	30,00	1,400	84,000
20	5	12,90		6,00	36,00	1,200	72,000
25	5	12,30		6,00	42,00	1,200	72,000
30	5	11,90		4,00	46,00	0,800	48,000
40	10	11,00		9,00	55,00	0,900	54,000
50	10	10,20		8,00	63,00	0,800	48,000
60	10	9,50		7,00	70,00	0,700	42,000
70	10	8,90		6,00	76,00	0,600	36,000
80	10	8,20		7,00	83,00	0,700	42,000
95	15	7,40		8,00	91,00	0,533	32,000
110	15	6,60		8,00	99,00	0,533	32,000
125	15	5,80		8,00	107,00	0,533	32,000
145	15	5,40		4,00	111,00	0,267	16,000
160	15	4,80		6,00	117,00	0,400	24,000

**Cuadro 63. Infiltración testigo labranza convencional.**

INFILTRACION							
LABRANZA CONVENCIONAL							
TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua (cm)	Nivel de recu-peracion del agua (cm)	Lamina infiltrada intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						mm/min	mm/Hr
A	B=(A i+1 - Ai)	C	D	E=(Ci+1 -Ci)	F= Fi-1 +Ei)	G= Ei/Bi	H=G*60
0	0	15,50		0,00	0,00		
1	1	14,80		7,00	7,00	7,000	420,000
2	1	14,30		5,00	12,00	5,000	300,000
3	1	14,10		2,00	14,00	2,000	120,000
4	1	13,80		3,00	17,00	3,000	180,000
5	1	13,40		4,00	21,00	4,000	240,000
10	5	12,60		8,00	29,00	1,600	96,000
15	5	11,90		7,00	36,00	1,400	84,000
20	5	11,30		6,00	42,00	1,200	72,000
25	5	10,90		4,00	46,00	0,800	48,000
30	5	10,50		4,00	50,00	0,800	48,000
40	10	9,70		8,00	58,00	0,800	48,000
50	10	9,20		5,00	63,00	0,500	30,000
60	10	8,70		5,00	68,00	0,500	30,000
70	10	8,00		7,00	75,00	0,700	42,000
80	10	7,70	15	3,00	78,00	0,300	18,000
95	15	13,50		15,00	93,00	1,000	60,000
110	15	12,70		8,00	101,00	0,533	32,000
125	15	12,50		2,00	103,00	0,133	8,000
145	15	11,80		7,00	110,00	0,467	28,000

### Lamina vs tiempo en los sistemas de labranzas.

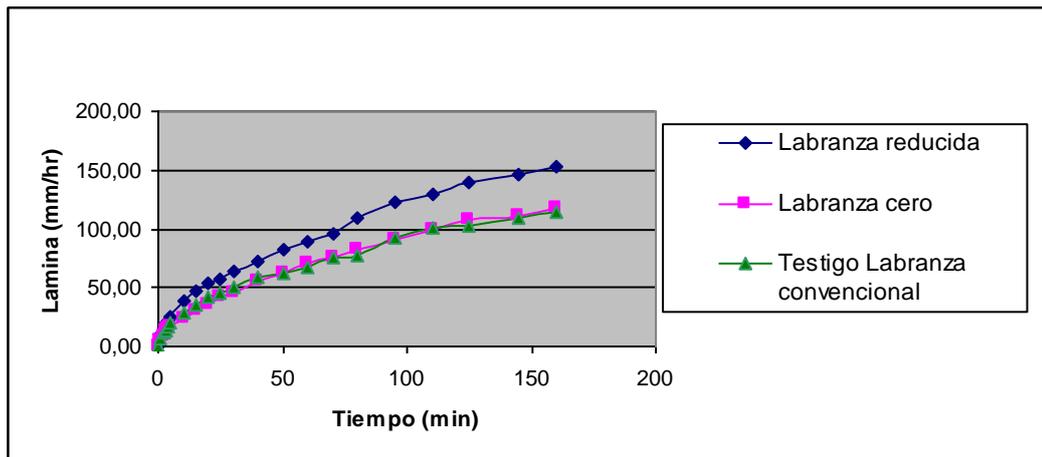
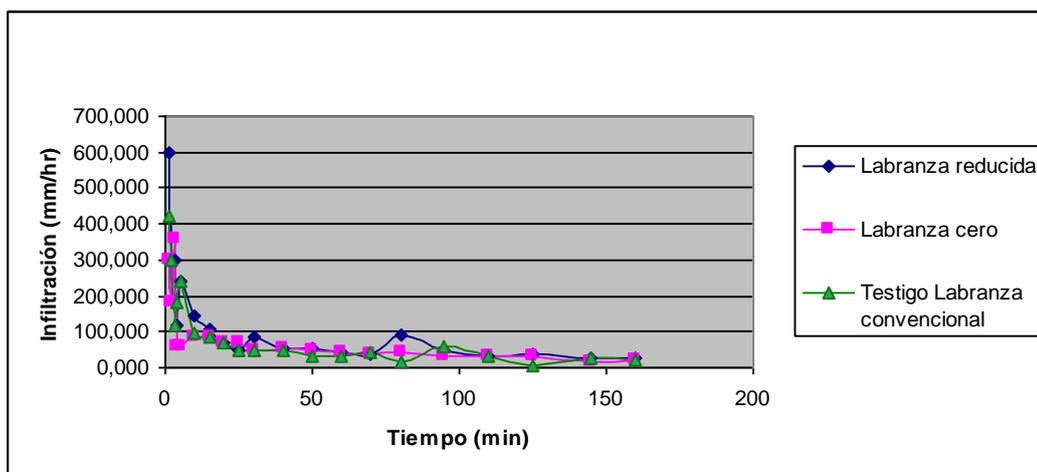


Gráfico 9. Efecto de lámina sobre los sistemas de siembra

### Infiltración vs tiempo en los sistemas de labranzas



**Gráfico 10. Efecto de infiltración sobre los sistemas de siembra**

En el gráfico 9 se observa que en los sistemas de labranza mínima y cero la lámina de agua fue mayor debido a que la cubierta de residuos no permite la incidencia directa de los rayos solares

En el gráfico 10 se observa que La labranza reducida presenta mayor infiltración, a largo plazo esto significa más agua disponible y menor escorrentía.

#### 4.5 Porcentaje de emergencia antes del raleo

El análisis de varianza, cuadro 64 indica diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 4.56 % el que garantiza la validez de los resultados y la media de 83.172 %.

Se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran el % de emergencia de la semilla.

**Cuadro 64.** Análisis de para varianza % de emergencia de maíz

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

TOTAL	325.67	23				
BLOQUES	5.82	2	2.909	0.20 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
TRATAMIENTOS	118.05	7	16.864	1.17 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
ERROR	201.80	14	14.414			

C. V. = 4.56%

Media = 83.172 %

ns: no significativo

**Cuadro 65.** % de Emergencia de maíz.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	82.270
T2	Azadón surco + atrazina	82.013
T3	Azadón – surco	85.417
T4	Yunta arado-reja tiburón	80.337
T5	Azadón hoyo	81.240
T6	Espeque + atrazina	87.483
T7	Espeque	81.957
T8	Testigo	84.207

#### 4.6 Altura de planta

#### 4.6.1 Altura de planta a los 45 días

El análisis de varianza, cuadro 66 presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 10.80 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 266.839 cm. lineales.

Lo cual indica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la altura de planta a los 45 días.

**Cuadro 66.** Análisis de varianza para altura cm de planta a los 45 días.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	1517.16	23				
<b>BLOQUES</b>	42.36	2	21.178	0.41 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENT</b>	745.52	7	106.503	2.04 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	729.28	14	52.091			

C. V. = 10.80%

Media = 66.839 cm.

ns : no significativo

**Cuadro 67.** Altura cm de planta a los 45 días.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS cm
T1	Sembradora motriz	76.137
T2	Azadón surco + atrazina	67.263
T3	Azadón – surco	70.663
T4	Yunta arado-reja tiburón	56.440
T5	Azadón hoyo	64.383
T6	Espeque + atrazina	68.720
T7	Espeque	61.930
T8	Testigo	69.173

#### 4.6.2 Altura de planta a la floración masculina

El análisis de varianza, cuadro 68 indica diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 13.26 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 252.817 cm. lineales.

Con estos resultados se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la altura de planta a la floración masculina.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	21942.29	23				
<b>BLOQUES</b>	1182.66	2	591.330	0.53 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	5020.37	7	717.195	0.64 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	5739.26	14	1124.233			

ns: no significativo

C. V. = 13.26%

---

Media = 252.817 cm.

**Cuadro 68.** Análisis de varianza para altura de planta cm a la floración masculina.

**Cuadro 69.** Altura de planta cm a la floración masculina.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS cm
T1	Sembradora motriz	269.600
T2	Azadón surco + atrazina	259.033
T3	Azadón – surco	259.767
T4	Yunta arado-reja tiburón	226.533
T5	Azadón hoyo	253.433
T6	Espeque + atrazina	261.167
T7	Espeque	231.267
T8	Testigo	261.733

#### 4.7 Altura de inserción de la mazorca.

En el análisis de varianza, cuadro 70 se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 8.23 % el que garantiza la validez de los resultados y la media de 137.075 cm. lineales.

Significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran la altura de inserción a la mazorca.

---

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F cal.</b>	<b>F tab.</b>
					<b>5% 1%</b>

---

<b>TOTAL</b>	2540.90	23				
<b>BLOQUES</b>	411.72	2	205.861	1.62 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	349.77	7	49.916	0.39 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	1779.77	14	127.126			

C. V. = 8.23%

Media = 137.075 cm.

ns: no significativo

**Cuadro 70.** Análisis de varianza para altura de inserción de la mazorca.

**Cuadro 71.** Altura de inserción de la mazorca.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS cm
T1	Sembradora motriz	142.767
T2	Azadón surco + atrazina	129.433
T3	Azadón – surco	140.533
T4	Yunta arado-reja tiburón	135.533
T5	Azadón hoyo	136.100
T6	Espeque + atrazina	137.800
T7	Espeque	139.433
T8	Testigo	135.000

#### 4.8 Desarrollo radicular profundo

El análisis de varianza, cuadro 72 presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 10.33% aceptable para este tipo de investigación y la media de 16.315 cm. lineales.

Lo cual indica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran el desarrollo radicular profundo.

**Cuadro 72.** Análisis de varianza para desarrollo radicular cm profundo.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	64.26	23				
<b>BLOQUES</b>	14.77	2	7.385	2.60 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	9.75	7	1.393	0.49 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	39.74	14	2.839			

C. V. = 10.33%  
Media = 16.315

ns: no significativo

**Cuadro 73:** Desarrollo radicular cm profundo.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS cm
T1	Sembradora motriz	17.083
T2	Azadón surco + atrazina	15.817
T3	Azadón – surco	15.717
T4	Yunta arado-reja tiburón	16.667
T5	Azadón hoyo	17.000
T6	Espeque + atrazina	16.533
T7	Espeque	15.150

T8	Testigo	16.550
----	---------	--------

#### 4.9. Desarrollo radicular radio

En el análisis de varianza, cuadro 74 no se detecta diferencias significativas para tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 23.22 % por que existió variación numérica de repeticiones de un mismo tratamiento y la media de 7.919 cm

Lo cual significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran el desarrollo radicular radio.

**Cuadro 74.** Análisis de varianza para desarrollo radicular cm radio.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	62.93	23				
<b>BLOQUES</b>	6.40	2	3.201	0.95 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	9.21	7	1.316	0.39 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	47.31	14	3.380			

C. V. = 23.22 %

---

Media = 7.919 cm.

---

Ns: no significativo

---

**Cuadro 75.** Desarrollo radicular cm radio.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS cm
T1	Sembradora motriz	7.667
T2	Azadón surco + atrazina	8.000
T3	Azadón – surco	7.367
T4	Yunta arado-reja tiburón	8.683
T5	Azadón hoyo	7.383
T6	Espeque + atrazina	7.300
T7	Espeque	9.117
T8	Testigo	7.833

---

#### 4.10. INSIDENCIA DE MALEZAS

El análisis de varianza, cuadro 76 indica diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 34.80 % por que existió variación numérica de repeticiones de un mismo tratamiento y la media de 38.500 %

Se deduce que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran el la presencia de malezas predominantes.

---

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F cal.</b>	<b>F tab.</b>
					<b>5% 1%</b>

---

<b>TOTAL</b>	3696.00	23				
<b>BLOQUES</b>	286.00	2	143.375	0.80 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	896.00	7	128.00	0.71 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	2513.25	14	179.518			

C. V. = 34.80 %  
Media = 38.500 %

ns: no significativo

**Cuadro 76.** Análisis de varianza para incidencia de malezas % predominantes

**Cuadro 77.** Incidencia de malezas % predominantes.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	39.333
T2	Azadón surco + atrazina	38.333
T3	Azadón – surco	47.667
T4	Yunta arado-reja tiburón	39.667
T5	Azadón hoyo	42.667
T6	Espeque + atrazina	42.333
T7	Espeque	29.000
T8	Testigo	29.000

El análisis de varianza, cuadro 78 presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 51.18 % por que existió variación numérica de repeticiones de un mismo tratamiento y la media de 6.500

Se observa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran el la presencia de malezas secundarias.

**Cuadro 78.** Análisis de varianza para incidencia de malezas % secundarias.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	192.00	23				
<b>BLOQUES</b>	15.75	2	7.875	0.71 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	21.33	7	3.048	0.28 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	154.92	14	11.065			

C. V. = 51.18  
Media = 6.500 %  
ns: no significativo

**Cuadro 79.** Incidencia de malezas % secundarias.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	8.333
T2	Azadón surco + atrazina	6.000
T3	Azadón – surco	5.000
T4	Yunta arado-reja tiburón	6.667
T5	Azadón hoyo	7.333
T6	Espeque + atrazina	6.000
T7	Espeque	6.000
T8	Testigo	6.667

En el análisis de varianza, cuadro 80 se detecta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 27.93 % por que existió variación numérica de repeticiones de un mismo tratamiento y la media de 45.500 %

Lo cual indica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no alteran el la presencia de malezas totales.

**Cuadro 80.** Análisis de varianza para incidencia de malezas % totales.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	3620.00	23				
<b>BLOQUES</b>	259.00	2	129.500	0.80 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1100.00	7	157.143	0.97 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	2261.00	14	161.500			

C. V. = 27.93 %  
Media = 45.500 %

ns : no significativo

**Cuadro 81.** Incidencia de malezas totales.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	47.667
T2	Azadón surco + atrazina	44.333
T3	Azadón – surco	56.667
T4	Yunta arado-reja tiburón	46.333
T5	Azadón hoyo	50.000
T6	Espeque + atrazina	48.333
T7	Espeque	35.000
T8	Testigo	35.667

**4.11 Porcentaje de acame a la cosecha**

En el análisis de varianza, cuadro 82 se observa diferencia significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 18.81 % aceptable para este tipo de investigación y la media de 17.482 %

Por lo cual se puede deducir que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas alteran el % de acame a la cosecha.

**Cuadro 82.** Análisis de varianza para % de acame a la cosecha.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	516.80	23				
<b>BLOQUES</b>	63.59	2	31.796	2.94 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	301.89	7	43.127	3.99*	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	151.32	14	10.808			

C. V. = 18.81%

Media = 17.482 %

ns: no significativo

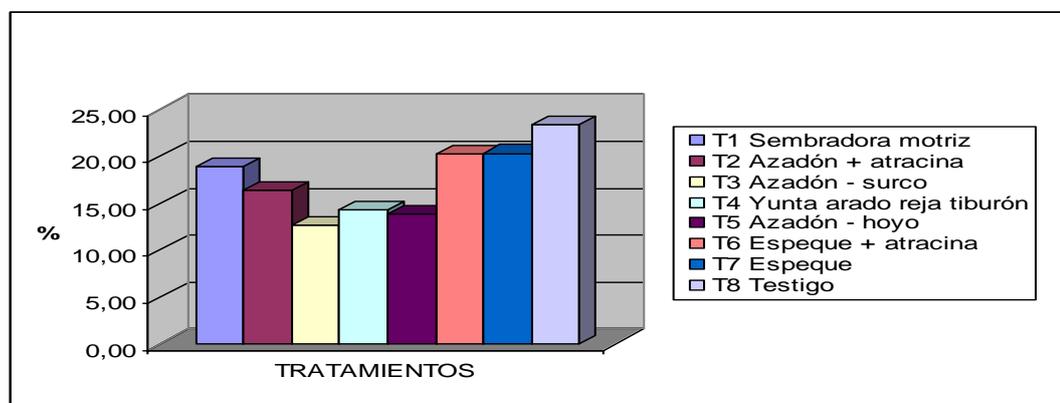
**Cuadro 83.** Porcentaje de acame a la cosecha de maíz

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS	RANGOS %
T1	Sembradora motriz	18.917	ab
T2	Azadón surco + atrazina	16.337	ab
T3	Azadón – surco	12.683	b
T4	Yunta arado-reja tiburón	14.233	ab
T5	Azadón hoyo	13.783	b
T6	Espeque + atrazina	20.237	ab
T7	Espeque	20.320	ab
T8	Testigo	23.373	a

La prueba de tukey al 5%, indica la presencia de dos rangos, ocupando el primer rango el tratamiento (testigo) con una media de 23.24 % y al tratamiento (azadón – surco) con un media de 12.68 % ocupando el menor % de acame

Indica que en los tratamientos donde existió mayor humedad del suelo el % de plantas acamadas fue mayor.

Porcentaje de acame antes de la cosecha.



**Grafico 11.** Efecto de sistemas de siembra sobre el % de acame a la cosecha de maíz

En el gráfico se observa al tratamiento (testigo) con una media de 23.34%, seguido del tratamiento (espeque) con una media de 20.32%. en el tratamiento (azadón- surco) se obtuvo el menor % de acame siendo la media de 12.68 %.

#### 4.12. RENDIMIENTO

El análisis de varianza, cuadro 84, no detecta diferencias significativas para tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de variación fue de 9.47%, aceptable para la validez de la investigación y la media de 3.170 Tn/ha

Significa que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no afecta al rendimiento.

**Cuadro 84.** Análisis de varianza para rendimientoote grano de maíz al 14 % de humedad

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.
					5% 1%

<b>TOTAL</b>	2.78	23				
<b>BLOQUES</b>	0.30	2	0.151	1.67 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1.21	7	0.173	1.92 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	1.26	14	0.090			

C. V. = 9.47%

Media = 3.170 Tn/ha

ns: no significativo

### Cuadro 85. Rendimiento.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS Tn/ha
T1	Sembradora motriz	3.037
T2	Azadón surco + atrazina	3.320
T3	Azadón – surco	3.113
T4	Yunta arado-reja tiburón	3.417
T5	Azadón hoyo	3.143
T6	Espeque + atrazina	3.577
T7	Espeque	2.863
T8	Testigo	2.933

Los resultados expuestos reflejan que los rendimientos no se ven afectados por las prácticas de conservación de suelos, y que por tanto constituyen alternativas tecnológicas que permiten obtener rendimientos similares al sistema tradicional, pero con la gran ventaja de disminuir la erosión y degradación de los suelos.

El INIAP reporta en sus informes anuales, no haberse detectado una influencia de los sistemas de labranza sobre los rendimientos evaluados en años anteriores y en las localidades investigadas.

Experimentos en los que se han comparado situaciones de labranza en años de lluvia normal, la labranza de conservación ha dado rendimientos iguales a aquellos obtenidos bajo labranza convencional, pero en años de sequía, los tratamientos de labranza de conservación los han superado consistentemente de acuerdo con Violic principalmente por que además de conservar el suelo, estos sistemas conservan el agua gracias al rastrojo que disminuye su evaporación.

Investigaciones de larga duración como las realizadas por Jones citado por Olmos et al, mencionan que tanto el crecimiento de la planta como el rendimiento de grano de maíz, generalmente es mayor al disminuir el nivel de labranza. Estos mismos autores encontraron rendimientos de 18 a 39% superiores bajo labranza cero, comparado con labranza tradicional en un período de 6 años. En Estados Unidos con tecnologías conservacionistas mas modernas, Quarles citado por Olmos et al, encontró una clara tendencia de mayor producción en labranza cero que en otros tratamientos de labranza reducida y labranza convencional en producción de maíz en suelos arcillosos del noreste de Missouri. De igual forma en un ensayo realizado durante 12 años Kleine y Puricelli encontraron que los rendimientos bajo siembra directa fueron similares o inferiores a la labranza convencional, pero a partir del octavo año, se observan marcadas diferencias a favor de la siembra directa.

Lo citado anteriormente muestra que este tipo de sistemas de conservación llegan a estabilizarse, a largo plazo lo que se manifiesta tanto en el rendimiento, como en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

#### **4.13 Materia seca de rastrojos**

El análisis de varianza, cuadro 86 presenta diferencia no significativa entre tratamientos y diferencia no significativa entre bloques. El coeficiente de

variación fue de 7.23 % el que demuestra la validez de los resultados y la media de 4.588 % MO

Lo cual indica que la máquina de siembra directa y las herramientas utilizadas no afecta en la obtención de materia seca de rastrojo.

**Cuadro 86.** Análisis de varianza para materia seca % de rastrojos.

F.V.	SC	GL	CM	F cal.	F tab.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	3.33	23				
<b>BLOQUES</b>	0.13	2	0.064	0.58 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
<b>TRATAMIENTOS</b>	1.66	7	0.237	2.15 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
<b>ERROR</b>	1.54	14	0.110			

C. V. = 7.23%

Media = 4.588 %

ns: no significativo

**Cuadro 87.** Materia seca de rastrojos.

TRATAMIENTOS	HERRAMIENTAS DE SIEMBRA	PROMEDIOS %
T1	Sembradora motriz	4.207
T2	Azadón surco + atrazina	4.873
T3	Azadón – surco	4.920
T4	Yunta arado-reja tiburón	4.660
T5	Azadón hoyo	4.487
T6	Espeque + atrazina	4.873
T7	Espeque	4.330
T8	Testigo	4.357

#### 4.14. ANALISIS ECONOMICO.

**Cuadro 88.** Análisis económico, del ensayo evaluación de sembradora y herramientas para siembra en labranza de conservación de suelos en maíz de altura, realizado en la Provincia de Imbabura (CIMMYT, 1998)

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>Rendimiento medio kg/ha</b>	3067,0	3320,0	3113,0	3417,0	3143,0	3577,00	2863,0	2933,0
<b>Rendimiento ajustado</b>	2760,3	2988,0	2801,7	3075,3	2828,7	3219,3	2576,7	2639,7
<b>Beneficio Bruto de campo (\$/ha)</b>	4140,5	4482,0	4202,6	4613,0	4243,1	4829,0	3865,1	3959,6
<b>Costo hervicida (\$/ha)</b>	28,9	11,0	28,9	28,9	28,9	11,0	28,9	5,9
<b>Costo costales(\$/ha)</b>	5,5	5,9	5,6	6,1	5,6	6,4	5,1	5,3
<b>Costos Mano de Obra (\$/ha)</b>	215,5	205,0	241,0	244,0	231,0	250,0	228,0	299,0
<b>Total Costos que Varían</b>	249,9	221,9	275,5	279,0	265,5	267,4	262,0	310,2
<b>Beneficios Netos (\$/ha)</b>	3890,5	4260,1	3927,1	4334,0	3977,6	4561,6	3603,0	3649,4

En el cuadro 88, al realizar el análisis económico mediante el presupuesto parcial del (CIMMYT, 1988), se eliminó los tratamientos T1, T7, T5, T3, T4, y T8 por tener menores beneficios netos y mayores costos que varían

**Cuadro 89** Análisis de dominancia para tratamientos

Tratamientos	Total de costos que varían \$/ha	Beneficios netos \$/ha	Dominancia
<b>T2</b>	221,9	4260,1	
<b>T1</b>	249,9	3890,5	D
<b>T7</b>	262,0	3603,0	D
<b>T5</b>	265,5	3977,6	D
<b>T6</b>	267,4	4561,6	
<b>T3</b>	275,5	3927,1	D
<b>T4</b>	279,0	4334,0	D
<b>T8</b>	310,2	3649,4	D

**Cuadro 90.** Tasa de retorno marginal.

Tratamientos	Total de costos que varían (USD)	Beneficios Netos (USD)	TRM %
T2	221.9	4260.1	
T6	267.4	4561.6	15.09

## V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados de la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

- Los sistemas de labranza (cero y mínima ) no influyeron en el comportamiento agronómico del cultivo: porcentaje de emergencia, altura de planta, altura de inserción de la mazorca y desarrollo radicular
- Los tratamientos que conforman los sistemas de labranza de conservación mínima y cero son alternativas validas y rentables para el control de la erosión de suelos en los que se siembra maíz.
- Los sistemas de labranza mínima y cero no influye en la incidencia de malezas.
- Los tratamientos que conforman los sistemas de conservación presentaron menor porcentaje de acame que la labranza convencional.
- Los sistemas de labranza mínima, cero y convencional no influyeron en los rendimientos obtenidos
- Económicamente el tratamiento 6 siembra con espeque + atrazina perteneciente al sistema de labranza cero tuvo una tasa de retorno marginal del 15.09 %, la labranza convencional económicamente tuvo los costos que varían más elevados.

- A mayor remoción del suelo se obtiene menor densidad aparente y a mayor profundidad se encuentra mayor compactación.
- Variables físicas como: humedad gravimétrica, densidad aparente y compactación no se vieron influenciadas por los sistemas de labranza mínima y cero.
- La lámina acumulada más elevada se presentó bajo labranza de conservación y mas claramente en labranza reducida que en la labranza convencional.

## VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones sugeridas a continuación han sido formuladas en base a las conclusiones presentadas en este documento y a las necesidades encontradas.

- Validar, capacitar, difundir y realizar ensayos con los agricultores y productores de maíz sobre los sistemas de Labranza Mínima y Cero. Considerando que además de no disminuir los ingresos, conservan el recurso suelo evitando la erosión y degradación del mismo.
- Apoyar el uso de sistemas de labranza de conservación (mínima o reducida), con el fin de reducir la erosión del suelo causada por labranzas primarias de preparación.
- Continuar con la investigación de sistemas de labranza reducida, probar otras investigaciones con cobertura vegetal en diferentes zonas y tipos de suelos.
- Evaluar nuevas alternativas de control de malezas en los sistemas de Labranza de Conservación de suelos.
- Realizar labranzas de conservación para evitar con el tiempo la degradación de la estructura y la reducción de la tasa de infiltración en el suelo.
- Difundir y realizar ensayos con el pequeño agricultor y demostrar los efectos de los sistemas de labranza mínima y cero sobre los rendimientos.

## VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la provincia de Imbabura, en la parroquia de San José de Chaltura, a 1350 m.s.n.m., y una temperatura media de 16.4 ° C.

Evaluar la sembradora y herramientas para siembra en labranza de conservación de suelos en maíz (*Zea maíz L*) de altura fue el objetivo principal de la investigación.

El trabajo de campo se realizó en un lapso de 6 meses.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 8 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento la unidad experimental fue 38.4 m<sup>2</sup>. Se evaluó mediante análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. Los factores en estudio están comprendidos por la sembradora y Herramientas utilizadas en los sistemas.

Los tratamientos fueron los siguientes:

<b>Tratamiento</b>	<b>Sistemas de labranza</b>	<b>HERRAMIENTAS DE SIEMBRA</b>
1	Mínima	sembradora motriz
2	Mínima	azadón surco + atrazina
3	Mínima	Azadón - surco
4	Mínima	yunta arado-reja tiburón
5	labranza cero	Azadón - hoyo
6	labranza cero	Espeque + atrazina
7	labranza cero	Espeque
8	labranza convencional	Testigo

### **Variables analizadas:**

- Humedad Gravimétrica
- Densidad aparente
- Compactación
- Infiltración
- Porcentaje de emergencia
- Altura de planta a los 45 días
- Altura de planta a la floración
- Altura de inserción de la mazorca
- Desarrollo radicular
- Incidencia de malezas
- Porcentaje de acame
- Rendimiento
- Materia seca de rastrojo

La humedad gravimétrica a la floración de 16 a 30 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos y al 5% para bloques, los tratamientos que alcanzaron el mayor porcentaje de humedad son T5 y T6 con una media de 17.50 y 16.93 % respectivamente.

La humedad gravimétrica a la cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, los tratamientos que alcanzaron el mayor porcentaje de humedad son T6 y T3 con una media de 14.20 y 13.57 % respectivamente.

La humedad gravimétrica la cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, los tratamientos que alcanzaron el mayor porcentaje de humedad son T1 y T2 con una media de 15.53 y 15.43 % respectivamente.

La densidad aparente a la siembra de 0 a 15 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, los tratamientos que alcanzaron la mayor densidad aparente son T5 y T7 con una media de 1.177 y 1.167 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

La densidad aparente cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, los tratamientos que alcanzaron la mayor densidad aparente son T5 y T3 con una media de 1.247 y 1.240 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

La compactación entre plantas a la siembra de 0 a 10 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, los tratamientos que alcanzaron la mayor compactación son T5 y T7 con una media de 56.67 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

La compactación entre surcos a la siembra de 11 a 20 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, el tratamientos que alcanzó la mayor compactación es T7 con una media de 203.3 Kg/cm<sup>2</sup>.

La compactación entre plantas a la cosecha de 0 a 10 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, el tratamientos que alcanzó la mayor compactación es T7 con una media de 65.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

La compactación entre plantas a la cosecha de 11 a 20 cm. de profundidad. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, el tratamientos que alcanzó la mayor compactación es T6 con una media de 141.7 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las tasas de infiltración más elevadas se presentaron bajo labranza de conservación y mas claramente en labranza cero que en la labranza convencional.

El porcentaje de emergencia fue entre 80.377 y 84.207 %

La altura de planta a los 45 días fue entre 56.440 y 76.137, a la floración fue 226.553 y 269.600 y a la inserción de la mazorca fue 129.433 y 142.767 cm. lineales respectivamente.

El porcentaje de acame a la cosecha. Presentó diferencia significativa al 1% para tratamientos, el tratamiento que alcanzó la mayor % de acame es T8 con una media de 23.34 %.

El tratamiento que alcanzó mayor rendimiento medio fue el T6 con 3.577 tn/ha así como también tuvo los costos que varía más bajos de 267.4USD

## VIII. SUMMARY

The present investigation was carried out in the Experimental Farm “ La Pradera”, located in the province of Imbabura, in the parish of San José of Chaltura, to 1350 m.s.n.m., and one average temperature of 16.4 ° C.

To evaluate the sembradora and tools for siembra in farm of conservation of floors in maíz (*Zea maíz L*) of height it was the main objective of the investigation.

The field work was carried out in a lapse of 6 months.

The design of complete blocks was used at random (DBCA) with 8 treatments and three repetitions for treatment the experimental unit was 38.4 m<sup>2</sup>. It was evaluated by means of variance analysis and test from Tukey to 5%. The factors in study are understood by the sembradora and Tools used in the systems.

The treatments were the following ones:

<b>Treatment</b>	<b>Systems of farm</b>	<b>HERRAMIENTAS DE SIEMBRA</b>
1	Minimun	sembradora motriz
2	Minimun	hoe furrow + atrazina
3	Minimun	Hoe - furrow
4	Minimun	yoke of oxen plow-grill shark
5	Farm zero	Hoe - hole
6	Fam zero	Espeque + atrazina
7	Fam zero	Espeque
8	farm conventional	Witness

Analyzed variables:

- Humidity Gravimétrica
- Apparent density
- Compactación
- Infiltration
- Emergency percentage
- Plant height to the 45 days
- Plant height to the floración
- Height of insert of the ear
- I develop radicular
- Incidence of overgrowths
- Percentage of it flattens
- Yield
- Dry matter of stubble

The humidity gravimétrica to the floración 16 30 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments and to 5% for blocks, the treatments that reached the biggest percentage of humidity are respectively T5 and T6 with a stocking of 17.50 and 16.93%.

The humidity gravimétrica to the crop 0 15 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that reached the biggest percentage of humidity are respectively T6 and T3 with a stocking of 14.20 and 13.57%.

The humidity gravimétrica the crop 16 30 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that reached the biggest percentage of humidity are respectively T1 and T2 with a stocking of 15.53 and 15.43%.

The apparent density to the siembra 0 15 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that reached the biggest apparent density are respectively T5 and T7 with a stocking of 1.177 and 1.167 g/cm<sup>3</sup>.

The density apparent crop 0 15 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that reached the biggest apparent density are respectively T5 and T3 with a stocking of 1.247 and 1.240 g/cm<sup>3</sup>.

The compactación among plants to the siembra of 0 10 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that reached the biggest compactación are T5 and T7 with a stocking of 56.67 Kgf/cm<sup>2</sup>. respectively.

The compactación among furrows to the siembra of 11 20 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that it reached the biggest compactación are T7 with a stocking of 203.3 Kgf/cm<sup>2</sup>.

The compactación among plants to the crop of 0 10 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that it reached the biggest compactación are T7 with a stocking of 65.00 Kgf/cm<sup>2</sup>.

The compactación among plants to the crop of 11 20 cm. deep. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that it reached the biggest compactación are T6 with a stocking of 141.7 Kgf/cm<sup>2</sup>.

The emergency percentage was between 80.377 and 84.207%

The plant height to the 45 days was between 56.440 and 76.137, to the floración it was 226.553 and 269.600 and to the insert of the ear fue 129.433 and 142.767 cm. lineal drespectivamente.

The percentage of it flattens to the crop. It presented significant difference to 1% for treatments, the treatments that it reached the biggest% of it flattens it is T8 with a stocking of 23.34%.

The treatment that reached bigger half yield was the T6 with 267.4 tn/ha.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. BARBER, R. 1999. Conceptos básicos. Experiencias adquiridas y transmisión de agricultor a agricultor de tecnologías conservacionistas. Manejo de suelos y cultivos en zonas de ladera de América Central. Roma: FAO. p. 11-12.
2. BARNETT, J. 1989. Tendencias de adopción en sistemas de labranza de conservación. In Labranza de conservación en maíz. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo. México. p. 13.
3. BENITES, J. 1992. Clasificación de los sistemas de labranza. In Manual de sistemas de labranza para América Latina. Roma: FAO. p. 7.
4. BOLAÑOS, J. 1989. Suelos en relación a labranza de conservación: Aspectos físicos. In Labranza de conservación en maíz. México: CIMMYT. p. 28-29-36-37-40.
5. BUCKINGHAM, F. 1976. Fundamentos de funcionamiento de Maquinaria (Cultivo). 368p.
6. CIMMYT, 1988 La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. Programa de Economía. México-México.
7. CROWWETTO, C. 1992. Cero labranza; compromiso hombre-naturaleza. spi. Chile.
8. CROWWETTO, C. 1999. Agricultura de conservación; el grano para el hombre, la paja para el suelo

9. CROWWETTO, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Concepción (Chile). sp.
10. DE ANSORENA, F. 1995. La empresa de servicios agraria y el laboreo de conservación. Agricultura; revista agropecuaria. Num. 759. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
11. DE LA PUERTA, C. 2001. Al dictado de las medidas agroambientales, laboreo de conservación. Agricultura, revista agropecuaria. Año LXX. Septiembre, Num. 831. Editorial Agrícola española, S.A. Madrid.
12. DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS. 1992. Informe anual. INIAP EESC. Quito-Ecuador.
13. DE FREITAS, V. 2000. Recuperación, conservación y manejo de suelos: concepto y procesos. In Manejo de suelos en pequeñas fincas. Roma: FAO. N° 77. p. 11, 13.
14. FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO 66. Introducción. Roma.
15. FORSYTHE, W. 1980. Manual de laboratorio. Física de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 212 p.
16. GIL, L. 1991. Adaptación de una sembradora para labranza mínima. CIAE. Anzoátegui. FONAIAP. Caracas (Venezuela). sp.

17. GIRÁLDEZ., J. 1995. Laboreo de conservación. Revista Agropecuaria. Madrid (España): ed. Agrícola Española. N° 759. p. 842-843.
18. GARCÍA, L. 2001. El uso de herbicidas y las medidas agro-ambientales. Agricultura, revista agropecuaria. Año LXX. Septiembre, Num. 831. Editorial Agrícola española, SA. Madrid.
19. HERNÁNDEZ, L. y PARRA, R. 1993. Guía técnica para el control químico de malezas en los principales cultivos de la sierra ecuatoriana. Boletín técnico No. 70. INIAP-EESC. Ecuador.
20. 2002. Informes Anuales. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Quito (Ec). p. 4-9.
21. INEC, MAG, SICA. 2000. III Censo nacional agropecuario; resultados nacionales y provinciales. Volumen 1. Ecuador.
22. INPOFOS. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. PPI. Quito - Ecuador.
23. KIRKBY, M. Erosión de suelos. Editorial Limusa, S.A. Tercera impresión. México. 375 p.
24. KLEINE, C.; PURICELLI, C. 1998. Comparación de los rendimientos y algunos parámetros químicos luego de varios años bajo labranza convencional y siembra directa en el sudoeste de Buenos Aires. Arg. s.p.

25. MARONI, J Y MEDERA, R. 1989. Manual práctico de maquinas para la labranza. Editorial Hemisferio sur S.A. Primera edición. Buenos Aires – Argentina. 187 p
26. MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ, E.; HOLGADO A. 2001. Situación Actual de la Agricultura de Conservación. Revista Agropecuaria. Madrid (España): ed. Agrícola Española. N° 831. p. 660.
27. NADERMAN, G.; VIEIRA, M. 1992. Labranza de conservación. In Manual de sistemas de labranza para América Latina. Roma: FAO. N° 66. p. 32, 38.
28. OLMOS, D.; GÓMEZ, E.; VALDEZ, L.; ALEMAN, D.; ARELLANO, J.; RÍOS, A.; ARÉVALO, A.; MEDINA, T. 1996. Manejo de malezas en maíz bajo labranza de conservación en la parte central de México. sp.
29. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 2000. Labranza de conservación.¿fin del arado?. s.p.
30. (<http://www.fao.org/Noticias/2000/000501-s.htm>). 27 de febrero del 2003.
31. PAEZ, Z, Juan C. 1996. Introducción a la evaluación del impacto ambiental
32. MARELLI, H. 1998. La siembra directa como práctica conservacionista. In Siembra Directa. Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario. p. 134, 136.

33. PLA SENTÍS, I.; RUSSO, J. 1992. Elección del sistema de labranza. In Manual de sistemas de labranza para América Latina. Roma: FAO. p. 9.
34. PLASTER, E. 2000. La Ciencia del Suelo y su Manejo. Madrid (España). p. 116-117, 125, 126, 127, 318-320, 269-273.
35. SILVA, E. DOBRONSKY, J. CAVIEDES, M. YÁNEZ, C. ZAMBRANO, J. HEREDIA, J. 2000. Variedad de maíz blanco harinoso para la provincia de Chimborazo; INIAP-102 “Blanco blandito mejorado”. Plegable divulgativo No. 181. INIAP, Programa de Maíz. GTZ. Quito-Ecuador.
36. TAYUPANTA, J.; CÓRDOVA J. 1990. Algunas alternativas agronómicas y mecánicas para evitar la pérdida del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito (Ec). p. 2, 4.
37. VIOLIC, A. D. 1989. Labranza de convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo. México. p. 5, 6, 7.
38. VIOLIC, A. D.; PALMER, A.; KOCHER, F. 1989. Control de malezas en maíz: Experiencias del CIMMYT en la labranza de conservación en el trópico bajo de Veracruz, México. In Labranza de conservación en maíz. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo. México. p. 129.
39. VIVERO, W. 1998. Prácticas de Conservación de Suelos. In III Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable de Montañas. 3ª. ed. Quito (Ec). p. 361-367.

40. VILELA, A. GONZÁLEZ, E. HOLGADO, A. 2001. Situación actual de la agricultura de conservación. Agricultura, revista agropecuaria. Año LXX. Septiembre, Num. 831. Editorial Agrícola española, SA. Madrid.
41. VOGEL, A. 2000. Causas, efectos y formas de erosión de los suelos serranos. Manejo y conservación de suelos: la degradación del suelo y los cambios históricos. CAMAREN. Quito.
42. ZÉREGA, L. 1998. Agricultura Sostenible y Abonos verdes. Tierra Fértil. (<http://www.tierrafertil.com.py/abonoverde.htm>). 13 de enero del 2004.

**IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES DEL PROYECTO “EVALUACIÓN DE SEMBRADORA  
Y HERRAMIENTAS PARA SIEMBRA EN LABRANZA DE  
CONSERVACIÓN DE SUELOS EN MAÍZ (*Zea maíz l*) DE ALTURA”**

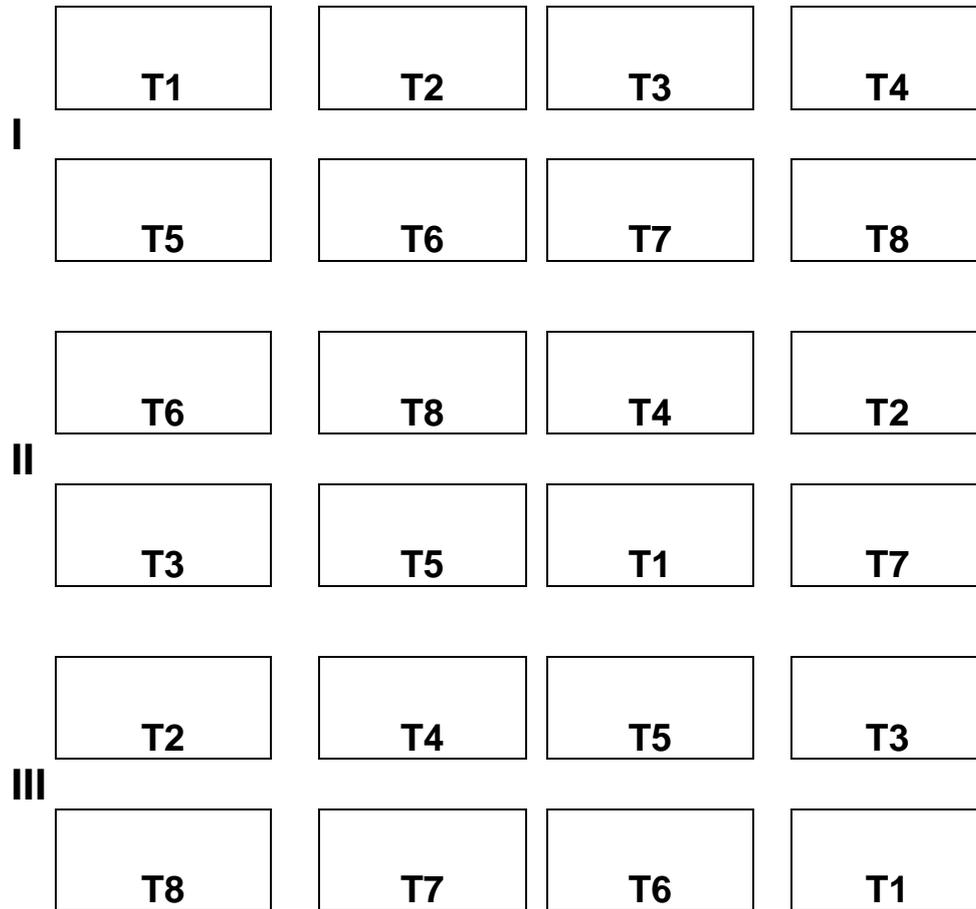
Factores ambientales		Acciones		Delimitación del terreno	Toma de muestra del suelo	Preparación del terreno	Siembra	Riego	Fertilización	Labores culturales	Controles fitosanitarios	Cosecha	Trilla	Afecciones Positivas	Afecciones Negativas	Agregación de impactos
		Delimitación del terreno	Toma de muestra del suelo													
BIOTICO	Suelo					-5 7			+9 10	+7 9	+4 6			3	1	142
	Agua															
	Clima															
	Aire															
BIOTICO	Flora							+8 9	+5 5	+7 9				3	0	160
	Fauna															
	Microflora															
	Microfauna		+4 4	-3 5										1	1	1
	Cultivo de maíz			+8 9	+8 7	+8 9	+10 10	+9 10	+8 9					6	0	462
SOCIOECONÓMICO	Salud															
	Trabajo	+4 2		+6 7	+4 5	+5 8	+6 7	+5 6	+4 4	+3 4	+6 8			9	0	258
	Actividad Económica	+3 5		+5 7	+4 4	+3 4	+3 5	+5 5	+4 5		+8 9			8	0	210

Afectaciones positivas	2	1	3	3	4	5	5	4	1	2
Afectaciones negativas	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Agregación de impactos	23	16	99	92	196	272	271	132	12	120

COMPROBACION
<b>1233</b>

El factor medioambiental mas beneficiado es el cultivo de maíz con un valor de 1233, la más afectada es la microfauna con un valor de 1, por lo tanto esta investigación en todas sus etapas produjo un balance beneficioso para el ambiente

## ESQUEMA ORGANIZADO DEL ENSAYO EN EL CAMPO



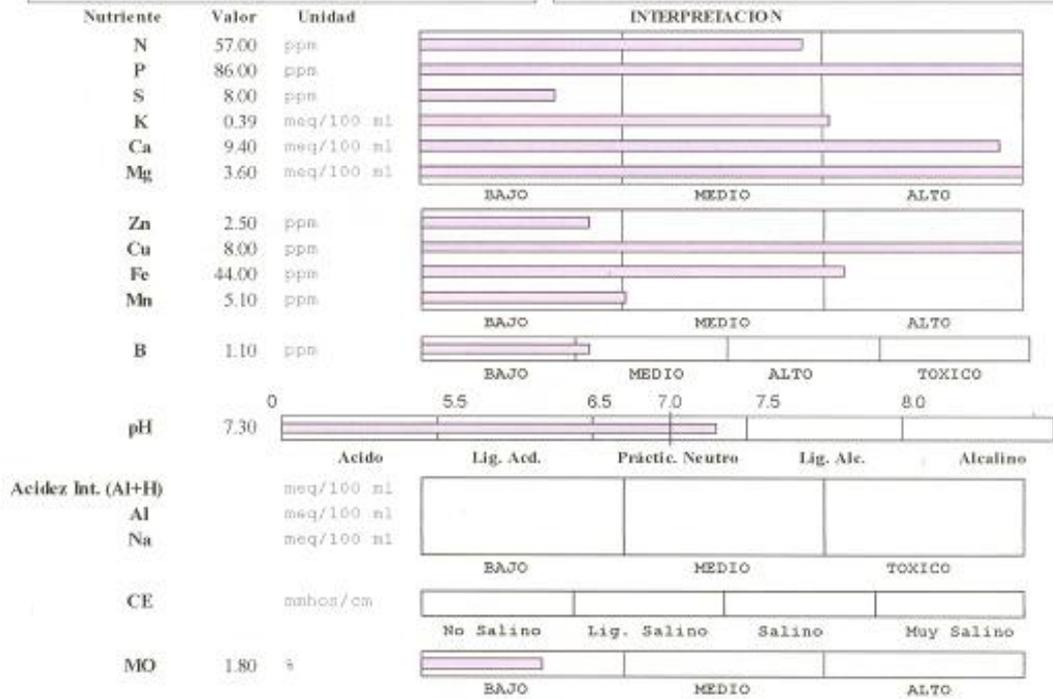
# ANALISIS DE SUELO

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : UTN Dirección: CHALTURA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : LA PRADERA Provincia : IMBABURA Cantón : ANTONIO ANTE Parroquia : CHALTURA Ubicación :
--	---

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL LOTE</b></p> Cultivo Actual : Maíz Cultivo Anterior : Descanso Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE AS	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> N° Reporte : 2,769 N° Muestra Lab. : 43088 Fecha de Muestreo: 10/11/2003 Fecha de Ingreso : 13/11/2003 Fecha de Salida : 20/11/2003
---	--



<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg</b>	(meq/100ml)	%	ppm	%			Clase Textural
<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	$\Sigma$ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.6	9.2	33.3	13.4						

*[Signature]*

RESPONSABLE LABORATORIO

*[Signature]*

LABORATORISTA

## FOTOGRAFIAS

**Fotografía 1.** Maquinaria de siembra directa utilizada en el ensayo.



**Fotografía 2.** Labranza mínima. Tratamiento T1 sembradora motriz



**Fotografía 3.** Labranza mínima. Tratamiento T2 azadón + atrazina.



**Fotografía 4.** Labranza mínima. Tratamiento T3 azadón – surco



**Fotografía 5.** Labranza mínima. Tratamiento T4 yunta arado reja tiburón



**Fotografía 6.** Labranza cero. Tratamiento T5 azadón –hoyo



**Fotografía 7.** Labranza cero. Tratamiento T6 espeque + atrazina



**Fotografía 8.** Labranza cero. Tratamiento T7 espeque.



**Fotografía 9.** Riego del ensayo



**Fotografía 10.** Maduración del fruto



**Fotografía 11.** Fruto seco del ensayo



**Fotografía 12.** Prueba de Infiltración con los cilindros



## BASE DE DATOS

### HUMEDAD GRAVIMETRICA

Humedad gravimétrica a la siembra de (0-15)cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	13,5	14,2	13,5
LM Azadón + atrazina	15,0	13,5	14,5
LM Azadón - surco	13,5	14,5	13,5
LM Yunta arado- reja tiburón	14,1	13,2	14,2
LC Azadón- hoyo	13,4	14,5	12,8
LC Espeque + atrazina	14,5	13,2	13,9
LC Espeque	12,9	15,5	13,5
TLC Testigo	13,5	15,0	13,5

Humedad gravimétrica a la siembra de (16-30)cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	19,5	19,2	20,1
LM Azadón + atrazina	18,5	19,5	18,5
LM Azadón - surco	19,5	18,4	19,5
LM Yunta arado- reja tiburón	20,8	18,5	21,1
LC Azadón- hoyo	20,1	19,2	19,7
LC Espeque + atrazina	18,2	18,5	17,9
LC Espeque	18,5	19,5	18,5
TLC Testigo	18,5	18,5	18,5

Humedad gravimétrica a la floración de (0-15)cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	14,2	15,5	16,4
LM Azadón + atrazina	15,2	16,5	12,0
LM Azadón - surco	15,1	17,2	15,0
LM Yunta arado- reja tiburón	14,0	16,5	15,0
LC Azadón- hoyo	16,0	17,6	15,7
LC Espeque + atrazina	18,0	17,6	14,2
LC Espeque	17,0	16,4	16,9
TLC Testigo	9,5	10,5	8,6

Humedad gravimétrica a la floración de (16-30)cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	16,5	15,5	16,5
LM Azadón + atrazina	15,2	15,0	19,0
LM Azadón - surco	15,1	13,4	16,9
LM Yunta arado- reja tiburón	15,0	16,2	18,0
LC Azadón- hoyo	17,5	18,2	16,8
LC Espeque + atrazina	15,8	16,5	18,5
LC Espeque	17,0	16,4	16,9
TLC Testigo	12,5	10,2	11,7

Humedad gravimétrica a la cosecha de (0-15)cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	12,0	13,2	15,0
LM Azadón + atrazina	13,1	13,3	13,5
LM Azadón - surco	13,7	12,7	14,3
LM Yunta arado- reja tiburón	12,5	14,5	12,5
LC Azadón- hoyo	13,4	14,5	12,5
LC Espeque + atrazina	14,6	14,6	13,4
LC Espeque	12,5	14,0	14,1
TLC Testigo	8,5	9,5	8,7

Humedad gravimétrica a la cosecha de (16-30)cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	15,5	15,6	15,5
LM Azadón + atrazina	14,3	14,1	17,9
LM Azadón - surco	14,2	16,0	15,9
LM Yunta arado- reja tiburón	14,1	13,5	12,9
LC Azadón- hoyo	15,8	14,6	15,1
LC Espeque + atrazina	14,9	16,0	14,7
LC Espeque	14,2	14,5	15,2
TLC Testigo	10,0	9,6	10,2

## DENSIDAD APARENTE

Densidad aparente a la siembra de (0-15) cm lineal			
TRATAMIENTOS	I	II	III
LM Sembradora motriz	1,18	1,05	0,98
LM Azadón + atrazina	1,22	1,1	1,05
LM Azadón - surco	1,15	0,95	1,1
LM Yunta arado- reja tiburón	1,04	0,92	1,01
LC Azadón- hoyo	1,18	1,15	1,2
LC Espeque + atrazina	1,16	1,15	1,18
LC Espeque	1,18	1,22	1,1
TLC Testigo	0,95	1,02	0,98

Densidad aparente a la siembra de (16,30) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	1,30	1,25	1,35
LM	Azadón + atrazina	1,35	1,23	1,30
LM	Azadón - surco	1,28	1,35	1,40
LM	Yunta arado- reja tiburón	1,35	1,25	1,35
LC	Azadón- hoyo	1,30	1,25	1,28
LC	Espeque + atrazina	1,37	1,20	1,35
LC	Espeque	1,37	1,35	1,25
TLC	Testigo	1,34	1,23	1,30

Densidad aparente a la cosecha de (0-15) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	1,14	1,28	1,15
LM	Azadón + atrazina	1,25	1,09	1,18
LM	Azadón - surco	1,25	1,25	1,22
LM	Yunta arado- reja tiburón	1,18	1,24	1,19
LC	Azadón- hoyo	1,22	1,25	1,27
LC	Espeque + atrazina	1,15	1,19	1,23
LC	Espeque	1,18	1,17	1,25
TLC	Testigo	0,98	1,08	1

Densidad aparente a la cosecha de (16-30) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	1,28	1,44	1,31
LM	Azadón + atrazina	1,33	1,32	1,20
LM	Azadón - surco	1,40	1,29	1,32
LM	Yunta arado- reja tiburón	1,36	1,28	1,25
LC	Azadón- hoyo	1,23	1,34	1,31
LC	Espeque + atrazina	1,35	1,30	1,26
LC	Espeque	1,23	1,30	1,33
TLC	Testigo	1,35	1,25	1,36

**COMPACTACION A LA SIEMBRA**

Compactación entre plantas (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	10	20	30
LM	Azadón + atrazina	35	30	35
LM	Azadón - surco	30	35	40
LM	Yunta arado- reja tiburón	35	30	30
LC	Azadón- hoyo	65	50	55
LC	Espeque + atrazina	50	60	55
LC	Espeque	45	65	60
TLC	Testigo	20	25	15

Compactación entre plantas (11-20) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	85	80	90
LM	Azadón + atrazina	110	85	95
LM	Azadón - surco	115	90	100
LM	Yunta arado- reja tiburón	90	85	100
LC	Azadón- hoyo	90	120	85
LC	Espeque + atrazina	95	100	85
LC	Espeque	120	90	100
TLC	Testigo	70	80	95

Compactación entre plantas (21-30) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	145	190	180
LM	Azadón + atrazina	150	180	205
LM	Azadón - surco	165	130	155
LM	Yunta arado- reja tiburón	180	160	170
LC	Azadón- hoyo	175	190	180
LC	Espeque + atrazina	170	200	180
LC	Espeque	195	205	160
TLC	Testigo	150	175	150

Compactación entre plantas (31-40) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	115	270	205
LM	Azadón + atrazina	145	260	205
LM	Azadón - surco	160	190	200
LM	Yunta arado- reja tiburón	160	260	175
LC	Azadón- hoyo	250	200	230
LC	Espeque + atrazina	250	245	200
LC	Espeque	250	230	205
TLC	Testigo	180	200	180

Compactación entre plantas (41-50) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	190	280	220
LM	Azadón + atrazina	220	270	250
LM	Azadón - surco	210	210	245
LM	Yunta arado- reja tiburón	250	250	275
LC	Azadón- hoyo	270	275	280
LC	Espeque + atrazina	260	260	195
LC	Espeque	275	270	280
TLC	Testigo	210	240	200

Compactación entre surcos (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	75	60	74
LM	Azadón + atrazina	85	50	70
LM	Azadón - surco	65	70	85
LM	Yunta arado- reja tiburón	80	60	74
LC	Azadón- hoyo	85	75	75
LC	Espeque + atrazina	50	60	60
LC	Espeque	55	70	85
TLC	Testigo	60	45	60

Compactación entre surcos (11-20) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	120	235	190
LM	Azadón + atrazina	90	140	135
LM	Azadón - surco	105	115	160
LM	Yunta arado- reja tiburón	165	175	195
LC	Azadón- hoyo	180	150	155
LC	Espeque + atrazina	155	170	165
LC	Espeque	190	250	170
TLC	Testigo	95	130	105

Compactación entre surcos (21-30) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	150	215	275
LM	Azadón + atrazina	200	140	175
LM	Azadón - surco	165	210	190
LM	Yunta arado- reja tiburón	150	240	225
LC	Azadón- hoyo	190	235	245
LC	Espeque + atrazina	220	205	260
LC	Espeque	210	220	250
TLC	Testigo	200	225	210

Compactación entre surcos (31-40) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	175	260	260
LM	Azadón + atrazina	190	155	180
LM	Azadón - surco	180	270	195
LM	Yunta arado- reja tiburón	185	215	250
LC	Azadón- hoyo	270	270	270
LC	Espeque + atrazina	280	215	190
LC	Espeque	275	275	210
TLC	Testigo	215	230	200

Compactación entre surcos (41-50) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	190	280	270
LM	Azadón + atrazina	250	285	195
LM	Azadón - surco	220	290	260
LM	Yunta arado- reja tiburón	290	270	270
LC	Azadón- hoyo	270	290	280
LC	Espeque + atrazina	280	240	250
LC	Espeque	275	275	270
TLC	Testigo	265	210	280

**COMPACTACIÓN A LA COSECHA**

Compactación entre plantas (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	25	35	30
LM	Azadón + atrazina	35	45	30
LM	Azadón - surco	30	35	40
LM	Yunta arado- reja tiburón	40	30	35
LC	Azadón- hoyo	70	65	55
LC	Espeque + atrazina	65	50	65
LC	Espeque	60	70	65
TLC	Testigo	20	25	25

Compactación entre plantas (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	90	110	80
LM	Azadón + atrazina	120	85	100
LM	Azadón - surco	125	110	95
LM	Yunta arado- reja tiburón	95	120	80
LC	Azadón- hoyo	120	120	110
LC	Espeque + atrazina	130	170	125
LC	Espeque	100	150	130
TLC	Testigo	85	90	80

Compactación entre plantas (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	125	200	190
LM	Azadón + atrazina	132	220	185
LM	Azadón - surco	180	140	170
LM	Yunta arado- reja tiburón	155	150	210
LC	Azadón- hoyo	185	190	180
LC	Espeque + atrazina	180	195	210
LC	Espeque	210	150	200
TLC	Testigo	200	140	180

Compactación entre plantas (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	180	250	220
LM	Azadón + atrazina	160	280	225
LM	Azadón - surco	175	205	215
LM	Yunta arado- reja tiburón	220	280	190
LC	Azadón- hoyo	260	250	240
LC	Espeque + atrazina	280	265	170
LC	Espeque	290	250	220
TLC	Testigo	200	215	200

Compactación entre plantas (0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	280	300	260
LM	Azadón + atrazina	250	290	165
LM	Azadón - surco	250	225	260
LM	Yunta arado- reja tiburón	240	270	300
LC	Azadón- hoyo	290	300	285
LC	Espeque + atrazina	300	280	190
LC	Espeque	300	290	280
TLC	Testigo	225	260	250

Compactación entre surcos(0-10) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	80	65	80
LM	Azadón + atrazina	90	55	75
LM	Azadón - surco	70	75	95
LM	Yunta arado- reja tiburón	90	65	80
LC	Azadón- hoyo	90	80	85
LC	Espeque + atrazina	55	65	65
LC	Espeque	60	75	90
TLC	Testigo	65	50	65

Compactación entre surcos(11-20) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	130	250	180
LM	Azadón + atrazina	75	170	200
LM	Azadón - surco	110	125	170
LM	Yunta arado- reja tiburón	180	190	225
LC	Azadón- hoyo	200	190	170
LC	Espeque + atrazina	170	185	180
LC	Espeque	195	290	180
TLC	Testigo	90	160	110

Compactación entre surcos(21-30) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	160	230	300
LM	Azadón + atrazina	215	150	190
LM	Azadón - surco	180	230	240
LM	Yunta arado- reja tiburón	160	250	245
LC	Azadón- hoyo	150	290	260
LC	Espeque + atrazina	200	220	280
LC	Espeque	225	200	300
TLC	Testigo	165	245	240

Compactación entre surcos(31-40) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	185	280	280
LM	Azadón + atrazina	250	200	230
LM	Azadón - surco	190	290	210
LM	Yunta arado- reja tiburón	200	230	270
LC	Azadón- hoyo	290	290	290
LC	Espeque + atrazina	300	230	240
LC	Espeque	300	300	240
TLC	Testigo	230	250	215

Compactación entre surcos(41-50) cm lineal

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	270	300	290
LM	Azadón + atrazina	230	300	250
LM	Azadón - surco	230	300	260
LM	Yunta arado- reja tiburón	280	290	290
LC	Azadón- hoyo	290	290	300
LC	Espeque + atrazina	300	250	270
LC	Espeque	300	300	290
TLC	Testigo	275	230	250

% de emergencia

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	86,67	80,21	81,25
LM	Azadón + atrazina	85,42	81,67	78,95
LM	Azadón - surco	85,42	83,33	87,5
LM	Yunta arado- reja tiburón	73,75	84,17	83,21
LC	Azadón- hoyo	83,33	80,54	79,85
LC	Espeque + atrazina	89,5	86,45	86,5
LC	Espeque	80,2	78,5	87,08
TLC	Testigo	79,5	86,67	86,45

Altura de planta a los 45 días

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	67,18	76,51	84,72
LM	Azadón + atrazina	75,44	61,35	65
LM	Azadón - surco	73,88	64,59	73,42
LM	Yunta arado- reja tiburón	53,72	65	50,6
LC	Azadón- hoyo	69,11	55,8	68,24
LC	Espeque + atrazina	70,1	65	71,06
LC	Espeque	60,2	55,8	69,79
TLC	Testigo	64,87	77,65	65

Altura de planta a la floración

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	296	242,8	270
LM	Azadón + atrazina	275,8	235,8	265,5
LM	Azadón - surco	262	272	245,3
LM	Yunta arado- reja tiburón	246,6	268	265
LC	Azadón- hoyo	269	255,3	236
LC	Espeque + atrazina	254	275,5	254
LC	Espeque	265	240,5	288,3
TLC	Testigo	245,8	268,4	271

Desarrollo radicular en radio (cm. lineal)

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	8,05	8,00	6,95
LM	Azadón + atrazina	7,55	7,95	8,50
LM	Azadón - surco	6,05	10,05	6,00
LM	Yunta arado- reja tiburón	9,00	6,50	10,55
LC	Azadón- hoyo	8,15	8,45	5,55
LC	Espeque + atrazina	6,05	9,35	6,50
LC	Espeque	5,90	12,00	9,45
TLC	Testigo	8,05	6,50	8,95

Desarrollo radicular en profundidad (cm. lineal)

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	16,65	18,50	16,10
LM	Azadón + atrazina	16,40	16,55	14,50
LM	Azadón - surco	14,05	15,60	17,50
LM	Yunta arado - reja tiburón	17,00	18,50	14,50
LC	Azadón - hoyo	19,50	15,50	16,00
LC	Espeque + atrazina	18,05	15,55	16,00
LC	Espeque	14,50	17,40	13,55
TLC	Testigo	17,55	18,50	13,60

% de recubrimiento de malezas predominantes

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	45	20	53
LM	Azadón + atrazina	30	20	65
LM	Azadón - surco	35	60	48
LM	Yunta arado - reja tiburón	40	40	39
LC	Azadón - hoyo	53	30	45
LC	Espeque + atrazina	47	50	30
LC	Espeque	42	20	25
TLC	Testigo	27	30	30

% De recubrimiento de malezas secundarias

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	5	15	5
LM	Azadón + atrazina	10	3	5
LM	Azadón - surco	5	5	5
LM	Yunta arado- reja tiburón	5	5	10
LC	Azadón- hoyo	7	10	5
LC	Espeque + atrazina	8	5	5
LC	Espeque	5	10	3
TLC	Testigo	10	5	5

% De recubrimiento de malezas totales

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	50	35	58
LM	Azadón + atrazina	40	23	70
LM	Azadón - surco	40	65	65
LM	Yunta arado- reja tiburón	45	45	49
LC	Azadón- hoyo	60	40	50
LC	Espeque + atrazina	55	55	35
LC	Espeque	47	30	28
TLC	Testigo	37	35	35

% De acame a la cosecha

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	17,21	22,22	17,32
LM	Azadón + atrazina	16,94	15,79	16,28
LM	Azadón - surco	9,92	12,2	15,93
LM	Yunta arado- reja tiburón	10,43	19,05	13,22
LC	Azadón- hoyo	13,49	14,41	13,45
LC	Espeque + atrazina	19,8	22,73	18,18
LC	Espeque	16,47	29,49	15
TLC	Testigo	24,37	22,22	23,44

Rendimiento

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	2,89	3,42	2,89
LM	Azadón + atrazina	2,77	3,50	3,42
LM	Azadón - surco	3,15	3,24	2,95
LM	Yunta arado- reja tiburón	3,32	3,89	3,10
LC	Azadón- hoyo	2,78	3,25	3,40
LC	Espeque + atrazina	3,54	3,45	3,74
LC	Espeque	2,85	2,54	3,20
TLC	Testigo	3,01	3,21	2,58

Materia seca de rastrojos

TRATAMIENTOS		I	II	III
LM	Sembradora motriz	4,28	4,06	4,28
LM	Azadón + atrazina	4,69	5,36	4,57
LM	Azadón - surco	4,65	5,46	4,65
LM	Yunta arado- reja tiburón	4,66	4,66	4,66
LC	Azadón- hoyo	4,53	4,25	4,68
LC	Espeque + atrazina	4,38	5,36	4,88
LC	Espeque	4,51	3,97	4,51
TLC	Testigo	4,25	4,25	4,57