

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES PRÁCTICAS DE  
LABRANZAS DE SUELOS EN EL CRECIMIENTO Y  
RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y LA EXTRACCIÓN  
DE NUTRIENTES DEL CULTIVO Y LAS MALEZAS**

**AUTORES**

**BR. LESTER RAMÓN TORRENTES VILCHEZ  
BR. MARÍA ELIZABETH RIZO ZELEDÓN**

**ASESOR**

**Ing. Agr. MSc. TELÉMACO TALAVERA SILES**

**TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADA A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE  
TRIBUNAL EXAMINADOR COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE  
INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION VEGETAL**

**MANAGUA , NICARAGUA- 1999**

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme ayudado a apreciar el grande e inescrutable significado de la vida, lo que me proporcionó fuerzas para salir adelante.

A las generaciones que me trajeron al mundo, me vieron crecer y me educaron, mis padres: Lorgen Rizo y Esperanza Zeledón.

A los de mi propia generación que me acompañan en el movimiento biológico de la vida; mis hermanos: Anyoleth, Ivette, Marbelly, Lorgen, Evertz y Cesar.

Al Ing. Agr Telémaco Talavera Siles, a quien aprecio mucho.

A mi primo Bentura Gutierrez y a mis amigas Xiomara y Luz Marina por su apoyo moral.

A ellos, con ellos siempre.

*María Elizabeth Rizo Zeledón*

A Dios, Jesucristo por haberme permitido celebrar de este triunfo en compañía de mi familia y amistades.

A mis padres: Carlos Torrentes y Ana Luisa Vilchez, que gracias a sus esfuerzos y sacrificios me ayudaron a coronar mi carrera profesional.

A mis tías: Ana Luisa Torrentes por su incondicional y desinteresado apoyo y haberme acogido en su hogar durante mi preparación, y a Sara Maria Vilchez V. por sus atenciones y amor demostrado durante mi vida.

A mis hermanos Cristhan Carolina y Carlos Alberto Torrentes Vilchez

A la familia Guillen Torrentes por la acogida y ayuda brindada durante mis estudios y en la realización de este trabajo.

*Lester Ramón Torrentes Vilchez*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestro profundo y especial agradecimiento al Ing .Agr. MSc. Telémaco Talavera Siles, por la asesoría y orientación brindada durante el desarrollo de este trabajo.

Al Programa Ciencia de las Plantas (UNA - SLU Plant Cience Program) por todo el apoyo brindado.

También agradecemos a la Facultad de Educación a Distancia y Desarrollo Rural (FED-DR), por su apoyo logístico y cooperación durante el período de tiempo de nuestro trabajo.

Los autores de esta tesis dejamos también justo reconocimiento de sus labores a las Sras. Lisseth Tijerino Espinoza, Ruth Calderón Gaitán y al Ing. Agr Miguel Ríos.

A nuestros profesores, reproductores del conocimiento científico .

A la Tec. Sup. Dilma Gerania López, Responsable del Centro de Documentación de la Escuela de Sanidad Vegetal-UNA por su apoyo en la revisión de literatura.

Al Lic. Carlos Guillen T. por su valiosa colaboración en este trabajo.

Al personal del CENIDA por su ayuda en la búsqueda de información; especialmente al Ing .Agr. José Gabriel

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la finalización de nuestra tesis.

*María Elizabeth Rizo Zeledón*

*Lester Ramón Torrentes Vilchez*

## INDICE GENERAL

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
<b>I.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II.- MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>5</b>
2.1.- Localización del ensayo	5
2.2.- Descripción del trabajo experimental	7
2.2.1.- Dimensión del ensayo	8
2.2.2.- Manejo agronómico	8
2.3.- Parámetros estudiados	9
2.3.1.- Durante el crecimiento del cultivo	9
2.3.1.1.- Altura de inserción de la mazorca	9
2.3.1.2.- Diámetro de tallo	9
2.3.2.- A la cosecha	9
2.3.2.1.- Peso seco de raíz, tallo y paja	9
2.3.2.2.- Peso seco de olote, tuza y grano	10
2.3.2.3.- Peso seco de malezas	10
2.3.2.4.- Preparación de muestras	10

**Continua.....**

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
<b>III.- RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>11</b>
3.1.- Densidad de plantas	11
3.2.- Altura y diámetro de plantas	11
3.3.- Contenido de carbono en la planta	13
3.4.- Contenido de nitrógeno en la planta	15
3.5.- Contenido de fósforo en la planta	17
3.6.- Contenido de potasio en la planta	20
3.7.- Contenido de calcio en la planta	22
3.8.- Contenido de magnesio en la planta	25
3.9.- Contenido de azufre en la planta	27
3.10.- Contenido de manganeso en la planta	29
3.11.- Contenido de zinc en la planta	32
3.12.- Contenido de hierro en la planta	34
3.13.- Contenido de boro en la planta	37
3.14.- Contenido de cobre en la planta	40
3.15.- Extracción total de nutrientes por la planta de Maíz	42
3.15.1- Macroelementos	43
3.15.2- Microelementos	45
3.16.- Materia seca	49
3.17.- Número de mazorca cosechada	51

<b>Continua.....</b>	<b>Sección</b>
<b>Página</b>	
3.18.- Concentración de elementos en malezas	52
3.18.1.- Macroelementos	52
3.18.2.- Microelementos	54
3.19.- Peso seco de malezas en kg/ha	56
3.20.- Materia seca de malezas	59
IV.- CONCLUSIONES	60
V.- RECOMENDACIONES	61
VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1.- Zonificación agroecológica	5
2.- Descripción y tratamiento	7
3.- Altura de plantas, diámetro de tallo y densidad poblacional	12
4.- Concentración y extracción de carbono por la raíz, tallo y paja del maíz.	14
5.- Concentración y extracción de carbono por tuza, olote y grano del maíz.	14
6.- Concentración y extracción de nitrógeno por tuza, olote y grano del maíz.	16
7.- Concentración y extracción de nitrógeno por la raíz, tallo y paja del maíz.	16
8.- Concentración y extracción de fósforo por la raíz, tallo y paja del maíz.	19
9.- Concentración y extracción de fósforo por tuza, olote y grano del maíz.	19
10.- Concentración y extracción de potasio por la raíz, tallo y paja del maíz.	22
11.- Concentración y extracción de potasio por tuza, olote y grano del maíz.	22
12.- Concentración y extracción de calcio por la raíz, tallo y paja del maíz.	24
13.- Concentración y extracción de calcio por tuza, olote y grano del maíz.	24
14.- Concentración y extracción de magnesio por tuza, olote y grano del maíz.	26
15.- Concentración y extracción de magnesio por la raíz, tallo y paja del maíz.	27
16.- Concentración y extracción de azufre por la raíz, tallo y paja del maíz.	28
17.- Concentración y extracción de azufre por tuza, olote y grano del maíz.	29

**Continua.....**

**Tabla**

**Página**

18.- Concentración y extracción de manganeso por la raíz, tallo y paja del maíz.	31
19.- Concentración y extracción de manganeso por tuza, olote y grano del maíz.	31
20.- Concentración y extracción de zinc por la raíz, tallo y paja del maíz	33
21.- Concentración y extracción de zinc por tuza, olote y grano del maíz	34
22.- Concentración y extracción de hierro por tuza olote y grano del maíz	36
23.- Concentración y extracción de hierro por la raíz, tallo y paja del maíz	36
24.- Concentración y extracción de boro por tuza, olote y grano del maíz	39
25.- Concentración y extracción de boro por la raíz, tallo y paja del maíz	39
26.- Concentración y extracción de cobre por la raíz, tallo y paja del maíz	41
27.- Concentración y extracción de cobre por tuza, olote y paja del maíz	42
28.- Extracción total de macronutrientes por el cultivo de maíz	48
29.- Extracción total de micronutrientes por el cultivo de maíz	48
30.- Materia seca de cada una de las partes de la planta de maíz kg/ha	50
31.- Número de mazorcas por hectáreas y mazorcas por plantas	52
32.- Concentración de nitrógeno, fósforo y potasio por las malezas	53
33.- Concentración de azufre, calcio y magnesio por las malezas	55
34.- Concentración de manganeso zinc y hierro por las malezas	55
35.- Concentración de boro cobre y carbono por las malezas	55
36.- Extracción de nitrógeno fósforo y potasio por las malezas	57



<b>37.- Extracción de azúfre calcio y magnesio por las malezas</b>	<b>57</b>
<b>38.- Extracción de manganeso zinc y hierro por las malezas</b>	<b>58</b>
<b>39.- Extracción de boro, cobre y carbono por las malezas</b>	<b>61</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1.- Registros de las precipitaciones durante el año 1 994	6
2.- Materia seca de las malezas	59

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental La Compañía, ubicado en el municipio de San Marcos, Carazo, Nicaragua. El objetivo fue evaluar diferentes prácticas de manejo de suelos en el crecimiento, desarrollo y el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) y la concentración y extracción de nutrientes por el cultivo y las malezas. El estudio consistió en un experimento de campo, realizado en la época de primera; En suelos franco arenosos, con buen drenaje, pH 6.5. los sistemas de labranza estudiados fueron: Labranza cero, labranza cero más subsoleo, labranza convencional, labranza convencional mas subsoleo, labranza con bueyes y labranza con bueyes más rastrojos. La fertilización consistió en una sola aplicación, a razón de 100 kg/ha de nitrógeno (urea 46 por ciento), al momento de la siembra. El diseño utilizado fue bloques completos al azar (BCA), las poblaciones manejadas fue de 35 757 plantas por hectárea. En la cosecha, las muestras de plantas fueron separadas en raíz, tallo, paja, tuza, olote y grano a las cuales se les realizó análisis de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, B, Fe, Cu y C. La mayor eficiencia obtenida en rendimiento, altura, diámetro del tallo y extracción de N, P, K, S, Ca, Zn y B en la labranza cero, en comparación con el resto de labranza fue aparentemente a que esta labranza garantiza un mayor contenido de humedad, la labranza con bueyes, más rastrojos ejerció un efecto positivo en la absorción de Fe, la labranza con bueyes mas rastrojos en Mn y labranza convencional más subsoleo en Cu. Los diferentes sistemas de labranza no ejercieron efectos significativos en la concentración de nutrientes de las malezas, así como en su peso seco, sin embargo, se observó que en el sistema convencional fueron estas favorecidas, la menor extracción de los nutrientes por las malezas en la labranza con bueyes.

## I INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) en nuestra economía nacional ocupa un lugar primordial y es uno de los productos de mayor consumo.

Este cereal es un patrimonio económico fundamental y un alimento insustituible. Sus cualidades nutritivas: fuente de glucócidos, prótidos, lípidos y vitaminas, su alto poder energético, planta diurética, más rica en fibra y en calcio que el trigo, desempeña un papel esencial en ciertos procesos fisiológicos; tales como la absorción de grasas y vitaminas (Monnot, 1993). Nicaragua cuenta con un potencial de tierras localizadas a lo largo y ancho del país, aptas para la producción de este cultivo, que le permitan no sólo abastecer sus necesidades, sino que podría disponer de sobrantes para la exportación (Tapia & García 1983). La distribución del cultivo de maíz en Nicaragua está expuesta a una gama de ambientes diferentes, ubicándose la mayor concentración de las áreas en la región cálida y de la planicie del Pacífico y en las zonas altas y húmedas del Interior Central y Norte del país.

El maíz se desarrolla mejor en suelos bien drenados y fértiles. En regiones con temperaturas moderadamente elevadas, lluvias adecuadas y bien distribuidas durante la estación de crecimiento (Pearsons, 1990).

En Nicaragua los principales problemas que afectan la producción de maíz son de orden socioeconómico y técnico. No existe un adecuado financiamiento a los productores, falta de asistencia técnica y tecnología atrasada. Otros factores que afectan al cultivo son: Las malezas que compiten con el cultivo y sirven de hospederos de plagas y enfermedades causadas por microorganismos patógenos, los insectos y roedores.

El grado de comportamiento que pueda existir entre malas hierbas bajo condiciones de campo en el cultivo de maíz es variable y depende de la época o del período en que ocurre dicha competencia (Shek *et al.*,1987). Existe una tendencia de disminución del área de producción de las regiones del Pacífico debido a : fuerte incidencia de la enfermedad conocida como achaparramiento, registrado en los años 1986 y 1988; problemas vinculados a la rentabilidad del cultivo debido al predominio de tecnología de producción con alto consumo de insumos, que hizo más difícil la situación económica de los productores al eliminarse los subsidios al crédito y precios de insumos; además, ventajas competitivas que registran otros rubros como el ajonjolí y arroz, con precios más atractivos.

El tipo de labranza en el cultivo de maíz está determinada por la capacidad económica del productor y de la disponibilidad de recursos en maquinaria y mano de obra. Es decir, que su implementación dependerá de: costo del sistema de labranza, la rentabilidad del cultivo, el destino del producto final (autoconsumo o mercado) y el costo del deterioro del suelo.

La preparación del suelo es un factor de gran importancia en el comportamiento de la física, química y biología del suelo que determina la fertilidad, erosión, infiltración y almacenamiento de agua, así como el desarrollo y proliferación de plagas y enfermedades y el crecimiento del sistema radicular de las plantas (Rava 1991; citado Toruño, 1992).

El objetivo de la preparación del suelo es garantizar una mejor germinación de las semillas, mejorar el desarrollo radicular, retardar el desarrollo de algunas malezas y disminuir el ataque de algunas plagas y enfermedades (Rava, 1991).

Las principales labranzas utilizadas en el cultivo de maíz son:

**Labranza convencional (Lc):** Se define como el uso de arado, rastra y/o implemento para la remoción del suelo como medida de preparación del terreno (Shenk *et al.*, 1987). Este tipo de labranza tiene sus ventajas tales como: airear el suelo, reducir la incidencia de algunos insectos y enfermedades, mejorar la infiltración de agua, mantener nivelado el terreno, preparar una buena cama de siembra y romper las capas duras. Las desventajas que éste sistema presenta son: favorecer a la erosión, producir grandes pérdidas de humedad, ocasionar compactación perjudicial en las capas del suelo, por los numerosos pasos de maquinaria pesada, en consecuencia, provocar cambios en la estructura del suelo.

**Labranza cero (Lc):** Consiste en hacer un hueco en el suelo previo a la chapia y aplicación de herbicida. Este sistema de labranza tiene las siguientes ventajas: reduce los problemas de maleza, evita la erosión (Tapia & Camacho, 1988; citados por Toruño 1992); mejora las propiedades físicas y mantiene la humedad de los suelos, así como, permite el ahorro de combustible, mano de obra e insumos (Tapia & García, 1983). Ventajas que permiten obtener mayores rendimientos y aumentar la fertilidad del suelo.

Se considera efectiva en la disminución de las enfermedades del follaje debido a que los residuos y malezas muertas que quedan en la calle forman una barrera entre el patógeno y el cultivo, evitando o disminuyendo la inoculación; pero, aumenta considerablemente la presencia de las enfermedades del suelo debido a que al no roturar el suelo y remover la materia orgánica se mantienen las condiciones favorables para el patógeno, debido a la presencia de mayor humedad.

**Labranza mínima:** En éste sistema, se omiten las operaciones de arado y gradeo; la preparación del suelo puede ser similar a la labranza cero. Para la siembra se utiliza un arado de punta angosta, generalmente traccionado por bueyes, con el cual se hace una raya fina sin voltear el suelo. También se puede usar escardillo tirado

por tractor. La semilla se distribuye a mano y aunque no requiere ser tapada la emergencia es mejor cuando se le tapa (Rava, 1991).

Las ventajas de éste tipo de labranza son: Reducir los problemas de erosión, aumentar la fertilidad, mantener la humedad y mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos (Tapia & García, 1983).

La relación existente entre las labranzas, el tipo de suelo y el cultivo debe tenerse en cuenta al hacer la selección del sistema que se usará ya que bajo ciertas condiciones es mejor utilizar la labranza convencional y bajo otras condiciones es mejor labranza cero (Cubrero, 1994).

En el presente trabajo se propusieron los siguientes objetivos:

- 1.- Estudiar diferentes prácticas de manejo de suelos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz.
- 2.- Estudiar el efecto de diferentes prácticas de manejo en las extracciones y concentraciones de nutrientes por el cultivo y las malezas.

## II.- MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Localización del ensayo:

El estudio fue realizado en 1994 en el ciclo de primera, en la finca experimental "La Compañía, localizada en el municipio de San Marcos, departamento de Carazo.

**Tabla 1. Zonificación Agroecológica**

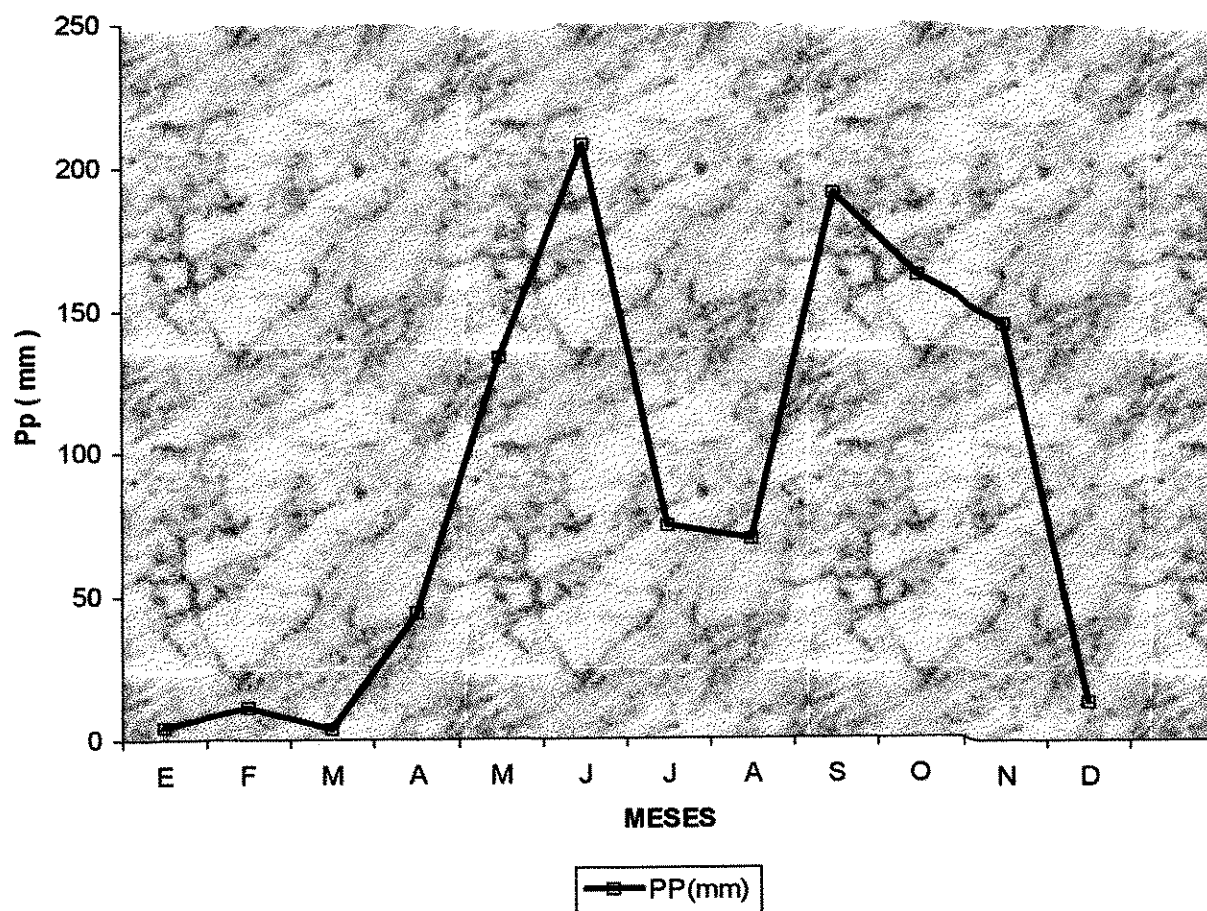
Latitud Norte	11°50` 11°54`
Longitud Oeste	86° 09`00`
Altura (msnm)	480
Temperatura media anual (°C)	26
Precipitación media anual (mm)	1525
Humedad relativa (%)	85

Fuente: Estación Meteorológica Campos Azules (1994), situada a 7 km al este de La Compañía

### Tipo de suelo

El suelo en la finca experimental La Compañía, es franco arenoso, con buen drenaje y se cree que se ha desarrollado de cenizas volcánicas, pH de 6.5, pendiente de 6 -7 por ciento y alto contenido de materia orgánica. Sus principales cultivos han sido maíz y frijol (Talavera, 1989). Según Tapia & Camacho (1988) poseen alta capacidad de fijación de fósforo .





**Fig 1. Registros de las precipitaciones y temperaturas durante el año 1994**

**Fuente: Estación Meteorológica Campos Azules, situada a 7 Km, al este de la compañía**

## 2.2.- Descripción del trabajo experimental

El experimento se organizó en diseños de bloques completamente al azar (BCA). Con seis tratamientos y cuatro repeticiones (ver Tabla 2). Cada tratamiento era un tipo de labranza.

**Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio**

Tratamientos	Descripción
T1: Labranza cero (Lo)	No se realizó ninguna preparación de suelo, los residuos de las malezas se dejaron como mulch en la superficie del suelo y la siembra se realizó al espeque.
T2: Labranza cero más arado profundo (Los)	Se realizó un pase de arado profundo (30 cm), luego la siembra se realizó al espeque y los residuos se dejaron sobre la superficie.
T3: Labranza convencional (Lc)	Se realizó un pase de arado y dos pases de grada además del banqueo y la raya de siembra. Los residuos se extrajeron.
T4: Labranza convencional más arado profundo (Lcs)	Se hizo un pase de arado profundo (30 cm) y después se realizaron todas las labores similares al tratamiento T3 con la diferencia de que los residuos se incorporaron.
T5: Labranza con bueyes (Lb)	Los residuos se extrajeron del terreno y se realizaron dos pases de arado egipcio con bueyes, uno de rompimiento y uno para la siembra.
T6: Labranza con bueyes e incorporación de rastrojos (Lbr)	Se realizaron dos pases de arado igual que el tratamiento T5 pero los residuos se incorporaron.

Las densidades manejadas fueron en general 35 757 plantas/ha.

### **2.2.1.- Dimensiones del ensayo**

La dimensión total del ensayo fue de 1080 m<sup>2</sup>. Cada parcela constó de 15 m largo y 12 m de ancho (180 m<sup>2</sup>), la distancia entre parcela fue de dos metros; el área de la parcela útil fue de 83.2 m<sup>2</sup>.

### **2.2.2.- Manejo agronómico**

La siembra se efectuó manualmente a los dos días del mes de julio, el método de siembra utilizado fue al espeque en las labranzas cero, ubicando tres semillas por golpe. Y a surco corrido en las cuatro parcelas restante; Se utilizó la variedad NB-6 con un ciclo vegetativo de aproximadamente 110 días y con un rendimiento potencial promedio de 4 286 – 5 000 kg/ha. La profundidad de siembra fue de 5 cm, con distancias de 20 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, Para un total de 15 surco por parcela.

La fertilización consistió en la aplicación de urea 46% a razón de 100 kg N/ha . Se aplicó 1/3 al momento de la siembra y 2/3 a los 35 dds, el método de aplicación fue a surco corrido.

El control de malezas consistió en la aplicación de paraquat antes de la siembra a razón de 786.6 g/ha de ingrediente activo. A los 30 días las malezas fueron controladas nuevamente de manera mecánica.

La cosecha se efectuó de forma manual a los 105 días de edad de la planta.

## **2.3.- Parámetros estudiados**

### **2.3.1.- Durante el crecimiento del cultivo**

#### **2.3.1.1- Altura de inserción de la mazorca**

A los 104 días, se tomaron diez plantas al azar de cada tratamiento y se midió altura de inserción de la mazorca.

#### **2.3.1.2- Diámetro de tallo**

A los 41 días de edad del cultivo se tomaron diez plantas al azar de cada parcela y se les midió el diámetro del tallo.

### **2.3.2 - A la cosecha**

#### **2.3.2.1- Peso seco de raíz, tallo y paja.**

Se separaron hojas, tallo y raíces de cinco plantas tomadas al azar por cada repetición, o sea 20 plantas por tratamiento. Las plantas fueron sacadas cuidadosamente del suelo, con un palín; con el fin de no obstruir el sistema radical. Posteriormente se lavaron para eliminar la tierra adherida a las raíces. Se separaron raíces, tallo y paja. En este caso llamamos paja a las hojas y espiga. Después de separadas se picaron con una picadora eléctrica teniendo el cuidado de no perder material vegetal y de limpiar bien la picadora después de cada muestra.

### **2.3.2.2 Peso seco de tuza, olote y grano.**

De todas las plantas de la parcela útil se separaron tuza, olote y grano.

### **2.3.2.3- Peso seco de malezas**

Las malezas fueron muestreadas mediante el método del m<sup>2</sup>, para ello se utilizó un marco de hierro, se cortaron la malezas que estaban dentro del marco, con machete. El marco fue colocado por cada repetición tomando cuatro muestras por tratamiento

### **2.3.2.4- Preparación de muestra**

Finalmente, todas las muestras extraídas durante el crecimiento y la cosecha fueron secadas al horno a temperatura de 60° centígrados por 72 horas, después del secado se les tomó el peso y posteriormente las muestras fueron molidas, para ser enviadas al laboratorio, donde se midió el contenido de C, N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Fe, B y Cu.

### **III.- RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **3.1. Densidad de plantas**

Los índices poblacionales fueron altamente significativos (ver Tabla 3), el tratamiento de labranzas con bueyes y rastrojo alcanzó mayor población, seguida de labranza con bueyes sin rastrojo y labranza cero. Los índices de población más bajos se presentaron en labranza cero con subsoleo, labranza convencional con subsoleo y labranza convencional.

La labranza con bueyes y rastrojo, se favoreció más en el período de germinación porque la sequía que se presentó en este período no la afectó mucho, debido a que pudo retener humedad, pues la cobertura vegetal reduce las pérdidas de agua por evaporación Vega (1990 ), coincidiendo con Lazo & Martínez (1994) que encontraron mayor densidad en labranza mínima que en convencional.

#### **3.2. Altura y Diámetro de Plantas**

El diámetro del tallo puede verse influenciado por varios factores entre ellos destaca el nitrógeno disponible en el suelo y la densidad poblacional usada (Cuadra, 1989).

El ANDEVA realizado en los datos de altura de plantas, mostró diferencias altamente significativa. Las plantas que mayor altura presentaron fue la labranza cero y las de menor altura la labranza con bueyes más rastrojo. Las variantes de labranza convencional se ubicaron con alturas intermedias. Similares resultados se encontraron en los análisis del diámetro del tallo (ver tabla 3).

**Tabla 3. Altura de plantas, diámetro del tallo y densidad poblacional**

Tratamiento	Altura de inserción de la mazorca (cm)		Diámetro del tallo (cm)		Número de plantas / ha	
Lo	100.1	a	2.26	a	40 144	ab
Los	93.7	ab	2.04	a	24 038	c
Lc	92.5	ab	1.78	b	32 212	ab
Lcs	79.6	c	1.72	b	30 289	ab
Lb	83.9	bc	1.60	b	43 269	a
Lbr	79.3	a	1.62	b	44 591	a
CV %	8.3		9.13		19.25	
ANDEVA	**		**		**	

Estudios realizados por González & Bervis (1993), concluyen que el diámetro y la altura del tallo en maíz aumentó a medida que el nivel de nitrógeno aumentó.

Estos resultados contrastan lo encontrado por Lazo & Martínez (1994) y Brockman (1987), quienes reportaron que la mayor altura del tallo la presentó en labranza mínima, seguido de labranza convencional y la más baja en labranza cero. Sin embargo, Marín (1990) encontró mayores valores de altura en labranza cero, seguido de labranza convencional y el valor más bajo en labranza mínima. De igual forma los promedios más altos de diámetro del tallo se presentaron en labranza cero.

### **3.3.- Contenido de carbono en la planta**

#### **3.3.1- Concentración (%)**

El orden presentado en los porcentajes de carbono fue mayor en raíz seguido de olote, tallo, tuza, paja y grano.

El ANDEVA realizado en los porcentajes no presentó diferencia estadística significativa; sin embargo, las pruebas de separación de medias de DUNCAN mostraron diferencia en grano, localizándose los mayores porcentajes en labranza con bueyes y la labranza cero más subsoleo y las menores en labranza cero y labranza convencional.

#### **3.3.2.- Extracción (kg/ha)**

La mayor acumulación se presentó en el grano seguido de tallo, paja, tuza, olote y raíz.

El estudio realizado en las extracciones de carbono presentaron diferencia significativa solamente en tallo, paja y grano; sin embargo, las pruebas de DUNCAN mostraron diferencias en olote, tuza y raíz.

Las mayores extracciones se encontraron en labranza cero y las menores en labranza convencional (ver Tablas 4 y 5).



**Tabla 4. Concentración y extracción de carbono por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Carbono		MS	Carbono		MS	Carbono	
	kg/ha	%	Kg/ha	kg /ha	%	Kg/ha	kg/ha	%	kg /ha
L0	328 ab	42.85 a	140.54 ab	2870 a	41.67 a	1195.93 a	2702 a	39.06 a	1055.40 a
L0s	300 ab	42.56 a	127.68 ab	1759 ab	43.04 a	757.07ab	1987 abc	39.04 a	775.73 abc
Lc	230 b	42.62 a	98.03 b	1369 b	42.68 a	584.29 b	1351 c	38.48 a	519.87 c
Lcs	265 ab	42.79 a	113.39 ab	1555 b	42.86 a	666.47 ab	1739 cb	38.92 a	676.82 ab
Lb	385 a	42.58 a	163.93 a	2197 a	41.63 a	914.61 a	2439 ab	38.91 a	949.02 ab
Lbr	374 a	42.29 a	158.27 a	1602 ab	42.58 a	682.13 ab	2340 ab	39.10 a	914.94 ab
CV (%)	26.58	1.33	26.78	20.00	3.07	19.80	25.30	1.78	26.06
ANDEVA	NS	NS	NS	*	NS	*	*	NS	*

**Tabla 5. Concentración y extracción de Carbono por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Carbono		MS	Carbono		MS	Carbono	
	kg/ha	%	Kg/ha	kg /ha	%	Kg/ha	kg/ha	%	kg /ha
L0	1182 a	41.09 a	485.68 a	1010 a	42.19 a	426.12 a	4407 a	38.16 b	1681.71 a
L0s	1093 a	40.73 a	445.18 ab	865 abc	42.74 a	369.70 ab	3680 ab	39.70 ab	1460.96 ab
Lc	627 a	40.92 a	256.57 b	721 c	42.15 a	303.90 b	2597 c	38.70 ab	1005.04 c
Lcs	840 a	40.76 a	342.38 ab	752 bc	42.16 a	317.04 b	3312 bc	39.14 ab	1296.32 bc
Lb	1073 a	40.77 a	437.46 ab	999 ab	42.30 a	422.57 a	3881 ab	39.78 a	1543.86 ab
Lbr	722 a	41.20 a	297.46 ab	913 ab	41.97 a	383.19 ab	3501 b	39.10 ab	1368.89 b
CV (%)	18.46	0.70	18.40	17.56	1.12	17.24	14.69	1.08	14.12
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*

### **3.4.- Contenido de Nitrógeno en la Planta**

#### **3.4.1.- Concentración (%)**

El nitrógeno se absorbe principalmente como  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$  (Arzola *et al.*, 1981). La prueba de rangos múltiples de Duncan, indican que hubo diferencias en tuza con los valores más altos en labranza convencional más subsoleo y labranza cero más subsoleo y los más bajos en labranza cero. En grano el valor más alto en concentración fue en labranza cero más subsoleo y labranza cero, los más bajos en labranza convencional más subsoleo, en tallo las diferencias fueron significativas, registrándose la concentración más alta en labranza cero y la más baja en labranza con bueyes más rastrojos. El resto de las muestras no presentaron diferencia significativas ( ver Tablas 6 y 7). Muzilli (1983), en labranza convencional encontró en promedio cantidades mayores de nitrógeno en hojas de maíz comparados con maíz cultivado con siembra directa. Las concentraciones de nitrógeno en la planta fueron mayores en el grano seguido en orden descendente por paja, raíz, tallo, olote y tuza.

#### **3.4.2.- Extracción (kg/ha)**

Las mayores extracciones se encontraron en las muestras de grano paja y tallo y las menores en las muestras de raíz, tuza y olote. Estos resultados se contradicen parcialmente con lo encontrado por García & García (1983) quienes afirmaron que la utilización de nitrógeno por parte de la planta de maíz está más favorecido en tallo y hojas. Sin embargo, otros autores afirman que las plantas en maduración envían nutrientes de las raíces a las hojas y de estas a los granos.

Los análisis en las muestras de tallo resultaron altamente significativos agrupando sus promedios en tres categorías. Las muestras de paja y grano fueron significantes, presentando los valores más altos para ambas variables en labranza cero y el más

bajo en labranza convencional Pérez (1981). encuentro igualmente mayor rendimiento de nitrógeno en labranza cero.

Barreto (1989), citado por López (1991) afirma que el potencial de inmovilización de nitrógeno es mayor en labranza cero con respecto a labranza convencional.

En las muestras de raíz, tuza y olote no se registró significancia.

**Tabla 6. Concentración y extracción de nitrógeno por tuza, olote, y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Nitrógeno		MS	Nitrógeno		MS	Nitrógeno	
	kg/ha	%	kg/ha	kg /ha	%	Kg/ha	kg/ha	%	kg /ha
L0	1182 a	0.224 b	2.65 a	1009 a	0.295 a	2.98 a	4407 a	1.49 cb	65.66 a
L0s	1093 a	0.291 a	3.18 a	865 abc	0.290 a	2.51 a	3680 ab	1.51 a	55.57 a
Lc	627 a	0.289 a	1.31 a	721 c	0.370 a	2.67 a	2597 c	1.46 cb	37.91 c
Lcs	840 a	0.308 a	2.59 a	752 c	0.339 a	2.55 a	3312 bc	1.36 cb	45.04 cb
Lb	1073 a	0.282 ab	3.03 a	999 ab	0.300 a	3.00 a	3881 ab	1.42 cb	55.11 a
Lbr	722 a	0.263 ab	1.90 a	913 abc	0.381 a	3.48 a	3501 b	1.43 cb	50.06 ab
CV (%)	18.46	13.82	17.32	17.56	18.91	82.83	14.69	5.27	11.63
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*

**Tabla 7. Concentración y extracción de nitrógeno por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Nitrógeno		MS	Nitrógeno		MS	Nitrógeno	
	kg/ha	%	kg/ha	kg /ha	%	Kg/ha	kg/ha	%	kg /ha
L0	328 ab	0.712 a	2.34 a	2870 a	0.702 a	20.15 a	2702 a	1.87 a	50.53 a
L0s	300 ab	0.775 a	2.33 a	1759 ab	0.633 a	11.14 a	1987 abc	1.36 a	27.02 b
Lc	230 b	0.757 a	1.76 a	1369 b	0.607 a	8.31 abc	1351 c	1.40 a	18.91 b
Lcs	265 ab	0.664 a	1.76 a	1555 b	0.403 b	6.25 bc	1739 bc	1.35 a	23.48 b
Lb	385 a	0.625 a	2.41 a	2197 a	0.478 b	10.50 ab	2439 ab	1.13 a	27.56 b
Lbr	374 a	0.733 a	2.74 a	1602 ab	0.298 c	4.37 c	2340 ab	1.13 a	26.44 b
CV (%)	26.58	20.12	32.40	20.00	2.51	26.86	25.30	20.12	25.41
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	*

### **3.5.- Contenido de fósforo en la planta**

#### **3.5.1. – Concentración (%)**

El fósforo se encontró dentro del rango óptimo sugerido por Ramírez (1974) exceptuando en labranza convencional que se encontró bajo (ver Tablas 8 y 9 ). El orden que presentó este elemento de manera descendente fue el siguiente: grano con el valor más alto seguido de paja, raíz, tallo, olote y tuza.

Como se observa en las Tablas 7 - 8 el ANDEVA nos indica que hubo diferencia significativa solamente en la concentración de fósforo en paja y tallo; sin embargo, las pruebas de DUNCAN también demuestran diferencias significativas en raíz observándose concentraciones más altas en labranza cero mas subsoleo y labranza con bueyes más rastrojos y menores en labranza convencional más subsoleo y labranza con bueyes. Sin embargo, en paja y tallo los valores más altos fueron en labranza cero y labranza cero más subsoleo y los más bajos en labranza con bueyes y labranza con bueyes más rastrojo. Los contenidos de elementos para las diferentes variables presentan la misma tendencia que para el caso de nitrógeno. Esto se relaciona con lo expresado por Alexander (1976) que afirma que los factores que afectan la mineralización e inmovilización del nitrógeno (pH, aireación, contenido de materia orgánica, etc.) son análogos del fósforo Muzilli (1983). Observó que cuando el suelo se trabajó con labranza convencional su nivel de fósforo disponible en la capa de 0-10 cm, fue menor que en el suelo con labranza cero. Bajo labranza convencional el nivel de fósforo disponible fue mayor en la profundidad de 10-20 cm; pero entre 0-20 cm siempre hubo más fósforo bajo labranza cero.

### 3.5.2.- Extracción (kg/ha)

Los promedios de extracciones más altos se registraron en las muestras de grano, seguido de paja y el más bajo en raíz. Según el análisis del ANDEVA hubo diferencias significativas entre los tratamientos solamente en las muestras de tallo, paja y grano.

En paja, la mayor extracción se presentó en labranza cero y la menor en labranza convencional. Similar comportamiento se observó en grano y tallo. En labranza con bueyes más rastros, la raíz extrajo más fósforo. En tuza la mayor extracción se observó en labranza cero más subsoleo. Es posible que en la extracción de fósforo influyó grandemente la humedad existente en el suelo, la aireación y el contenido de materia orgánica.

Villanueva (1977), asevera que la carencia de aireación del suelo disminuyó la cantidad de fósforo aprovechable. La compactación del suelo disminuye la aireación. Además que la humedad del suelo tiene gran influencia en el aprovechamiento del fósforo. Asimismo Gavande (1987) afirma que la absorción de fósforo se ve restringida en el suelo seco. La disponibilidad de los nutrientes es más elevada para la mayoría de los cultivos, cuando el potencial de agua es más alto.

**Tabla 8. Concentración y extracción de fósforo por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Fósforo		MS	Fósforo		MS	Fósforo	
	kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	G/kg	Kg/ha	kg /ha	g/kg	kg /ha
L0	328 ab	0.543 ab	0.178 a	2870 a	0.63 b	1.81 a	2705 a	1.74 a	4.707 a
L0s	300 ab	0.855 a	0.257 a	1759 ab	0.85 a	1.50 a	1987 abc	1.46 b	2.901 b
Lc	230 b	0.640 ab	0.147 a	1369 b	0.31 bc	0.42 b	1351 c	1.43 b	1.932 b
Lcs	265 ab	0.455 b	0.121 a	1555 b	0.30 bc	0.47 b	1739 bc	1.36 bc	2.365 b
Lb	385 a	0.485 ab	0.187 a	2197 a	0.26 c	0.57 b	2439 ab	1.21 c	2.905 b
Lbr	374 a	0.700 ab	0.262 a	1602 ab	0.33 bc	0.53 b	2340 ab	1.23 c	2.878 b
CV (%)	26.58	9.49	6.42	20.00	2.92	33.23	25.30	7.39	25.66
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*

**Tabla 9 Concentración y extracción de fósforo por tuza olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Fósforo		MS	Fósforo		MS	Fósforo	
	kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	1182 a	0.168 a	0.199 a	1096 a	0.285 a	0.312 a	4.407 a	2.37 a	10.45 a
L0s	1.093 a	0.253 a	0.276 a	865 abc	0.313 a	0.271 a	3.680 ab	2.41 a	8.87 a
Lc	627 a	0.193 a	0.121 a	721 c	0.475 a	0.343 a	2.596 c	2.35 a	6.10 b
Lcs	840 a	0.248 a	0.208 a	752 bc	0.288 a	0.217 a	3.311 bc	2.18 a	7.72 ab
Lb	1.073 a	0.205 a	0.220 a	999 ab	0.300 a	0.300 a	3.880 ab	2.21 a	8.58 a
Lbr	722 a	0.178 a	0.129 a	913 abc	0.495 a	0.452 a	3.501 b	2.23 a	7.81 a
CV (%)	18.46	32.85	7.05	17.56	7.09	9.31	14.69	11.17	11.40
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*

### **3.6.- Contenido de potasio en la planta**

#### **3.6.1.-Concentración (%)**

Las concentraciones oscilaron dentro del rango **óptimo** 1.3-2.0 % (Ramírez, 1974) exceptuando labranza con bueyes que fue relativamente bajo. La tendencia de las concentraciones de potasio en los diferentes **órganos** de las plantas fue mayor en tallo, seguido de paja, raíz, tuza, olote y la concentración menor se determino en el grano (ver Tablas 10 y 11 ).

El ANDEVA nos demuestra diferencia significativa solamente en grano y tallo, pero las prueba de DUNCAN señalan diferencias en olote raíz y paja.

Los valores más altos fueron: labranza cero en tallo, labranza con bueyes más rastrojos y labranza con bueyes para olote; labranza con bueyes más rastrojo para raíz; labranza cero más subsoleo y labranza convencional en paja. Esto podría deberse a que en estas labranzas hayan **facilitado** la aireación en el suelo, favoreciendo la absorción de potasio. Villanueva (1977), señala que la absorción del potasio bajo condiciones pobres de aireación es limitada. Este efecto es más pronunciado que para cualquier otro elemento.

En grano, éste elemento se concentró más utilizando sistema convencional más subsoleo y sistema convencional, las concentraciones más bajas fueron con el uso de labranza con bueyes más rastrojos y labranza cero. En raíz los valores más bajos fueron en labranza cero más subsoleo y labranza cero. En paja los valores más bajos se presentaron en labranza convencional.

La tendencia en los contenidos de elementos para las diferentes variables, fue mayor en tallo, seguido de paja, tuza,raíz y el menor valor en grano; para labranza cero más

subsoleo, el resto de labranza se comportó de la siguiente manera: Tallo seguido de paja, raíz, tuza, olote y grano, de igual manera, los promedios más altos en kg/ha de potasio se presentó en tallo, seguido de paja, tuza, grano, olote, para la mayoría de los casos. El menor peso se encontró en raíz.

Estos resultados coinciden con lo expresado por Arzola *et al.*, (1981) que indica que al distribuirse en la planta el potasio tiende con preferencia a dirigirse hacia las hojas metabólicamente activas y hacia los tejidos meristemáticos.

### 3.6.2.- Extracción (kg/ha)

Según los análisis estadísticos del ANDEVA los datos obtenidos en extracción de potasio fueron diferentes significativamente en grano, donde el mejor promedio lo registró en labranza cero y el más bajo, en labranza convencional. En el análisis realizado para tallo, la extracción de potasio fue altamente significativo, el comportamiento de esta variable en los diferentes órganos de la planta fue similar.

Se puede decir que el suministro de potasio para la planta, aumenta con el contenido de agua (Arzola *et al.*, 1981) lo cual explica este comportamiento si tomamos en cuenta que en labranza cero y mínima se evita el resecamiento del suelo provocado por el laboreo.



**Tabla 10. Concentración y extracción de potasio por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Potasio		MS	Potasio		MS	Potasio	
	kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	328 ab	7.73 ab	2.54 ab	2870 a	30.54 a	87.65 a	2702 a	11.85 ab	32.02 a
L0s	300 ab	4.53 b	1.36 ab	1759 ab	18.52 c	32.58 c	1987 abc	12.90 a	25.63 ab
Lc	230 b	8.39 a	1.93 b	1369 b	21.63 bc	29.61 c	1351 c	12.98 a	17.54 b
Lcs	265 ab	9.33 a	2.47 ab	1555 b	24.99 bc	38.85 c	1739 bc	10.53 ab	18.31 b
Lb	385 a	8.61 a	3.32 ab	2197 a	28.19 ab	61.93 b	2439 ab	9.31 b	22.71 ab
Lbr	374 a	9.64 a	3.61 a	1602 ab	19.58 c	31.36 c	2340 ab	11.15 ab	26.09 ab
CV (%)	26.58	29.69	15.50	20.00	5.46	34.03	25.30	18.05	31.10
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS

**Tabla 11. Concentración y extracción de potasio por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Potasio		MS	Potasio		MS	Potasio	
	kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	G/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	1182 a	5.94 a	7.02 a	1010 a	5.44 bc	5.49 a	4407 a	2.52 bc	11.11 a
L0s	1093 a	6.04 a	6.60 a	865 abc	5.36 c	4.63 a	3680 ab	2.68 b	9.86 ab
Lc	627 a	7.26 a	4.55 a	721 c	6.77 bc	4.88 a	2596 c	2.70 a	7.01 b
Lcs	840 a	8.61 a	7.23 a	752 bc	6.50 bc	4.88 a	3312 bc	2.71 b	8.98 b
Lb	1073 a	7.84 a	8.41 a	999 ab	7.40 a	7.39 a	3881 ab	2.63 b	10.21 ab
Lbr	722 a	7.61 a	5.49 a	914 abc	7.45 a	6.81 a	3501 b	2.25 c	7.88 b
CV (%)	1846	23.54	20.47	17.56	18.84	27.66	14.69	7.92	11.93
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	*

### 3.7 Contenido de calcio en la Planta

El Calcio forma sales con muchos compuestos incluyendo proteínas; participa en la actividad enzimática (Ochse et al., 1986).

### 3.7.1 Concentración (%)

Las concentraciones de Calcio en la paja al momento de la cosecha fueron relativamente altas, comparadas con los valores adecuados (0.25 por ciento - 0.50 por ciento) dados por Howeler (1983).

El suelo de la finca La Compañía, es un suelo mineral con alto contenido de calcio, puede ser que esa característica haya contribuido a las concentraciones relativamente altas de calcio, ya que Arzola *et al.*, (1981), expresa que en comparación con los otros cationes importantes, para la nutrición de las plantas el contenido de Calcio, en suelos inorgánicos es relativamente alto.

En las concentraciones el ANDEVA mostró significancia en tallo, olote y tuza. En olote las mayores concentraciones se presentaron en labranza con bueyes más rastros y la menor en labranza cero más subsoleo; sin embargo, en tuza y tallo la mayor concentración se encontró en labranza cero más subsoleo y la menor en labranza con bueyes más rastros en tuza y labranza cero en tallo.

En orden descendente las variables estuvieron distribuidas de la siguiente manera: paja seguido de raíz, tallo, tuza, olote y por último grano. Es probable que la mayor concentración de calcio en paja esté asociado a la movilidad de este elemento dentro de la planta, Salmerón & García (1994), afirma que el Calcio está clasificado como un elemento inmóvil por eso es que tienden a acumularse en las hojas viejas y sus síntomas de deficiencia se presenta en las hojas jóvenes y los ápices en activo crecimiento.

### 3.7.2.- Extracción (kg/ha)

La mayor acumulación de Calcio se observó en paja, en segundo lugar tallo, seguido de raíz, tuza, grano y olote. Las extracciones de calcio presentaron significación en el

ANDEVA en las muestras de tallo siendo mayor en labranza cero y menor en labranza convencional más subsoleo. Además, presentaron diferencia significativa en la separación de medias de DUNCAN en las muestras de tusa, paja y grano.

**Tabla 12. Concentración y extracción de calcio por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Calcio		MS	Calcio		MS	Calcio	
	kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	G/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	328 ab	2.13 a	0.699 a	2870 a	1.29 a	3.70 a	2702 a	4.40 a	11.82 a
L0s	300 ab	2.19 a	0.657 a	1759 ab	1.36 a	2.39 ab	1.987 abc	4.69 a	9.31 b
Lc	230 b	2.55 a	0.587 a	1369 b	0.86 b	1.18 c	1351 c	4.12 a	5.57 b
Lcs	265 ab	2.25 a	0.596 a	1555 b	0.74 b	1.15 c	1739 bc	3.99 a	6.94 b
Lb	385 a	2.01 a	0.774 a	2197 a	1.28 ab	2.81 a	2439 ab	3.90 a	9.51 ab
Lbr	374 ab	2.46 a	0.920 a	1602 ab	1.08 b	1.73 bc	2340 ab	3.91 a	9.15 ab
CV (%)	26.58	24.33	10.56	20.00	1.18 ab	24.26	25.30	13.02	28.54
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS

**Tabla 13. Concentración y extracción de calcio por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Calcio		MS	Calcio		MS	Calcio	
	kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	1182 a	0.700 ab	0.827 ab	1010 a	0.135 b	0.136 a	4402 a	0.048 a	0.211 a
L0s	1093 a	0.968 a	1.058 a	865 abc	0.115 b	0.100 a	3680 bc	0.048 a	0.177 ab
Lc	627 a	0.798 b	0.500 b	721 c	0.208 b	0.150 a	2597 c	0.05 a	0.130 b
Lcs	840 a	0.710 ab	0.596 ab	752 bc	0.165 b	0.124 a	3312 bc	0.05 a	0.166 ab
Lb	1073 a	0.705 ab	0.757 ab	999 ab	0.170 b	0.170 a	3881 ab	0.05 a	0.194 a
Lbr	722 a	0.588 c	0.425 b	914 abc	0.373 a	0.341 a	3501 b	0.05 a	0.175 ab
CV (%)	18.46	13.85	11.24	17.56	19.34	14.88	14.69	18.69	23.31
ANDEVA	NS	*	NS	NS	*	NS	*	NS	NS

### **3.8.- Contenido de magnesio en la planta**

La asimilación de este elemento no sólo depende de la cantidad de magnesio soluble, sino también de la abundancia de otros iones que pueden interferir la asimilación de magnesio (Fuentes, 1989).

El magnesio es uno de los ingredientes básicos de la clorofila, el colorante verde de las plantas que permite utilizar la energía del sol para formar proteínas, hidratos de carbono y grasas de estructura complejas a partir de la fotosíntesis (Aldrich,1968) citado por mordtvet *et al.*, (1983).

El magnesio según Ramírez (1974), es necesario que se encuentre en porcentajes que oscilan entre 0.25 y 0.50 para que esté en niveles óptimos en la planta. En el ensayo se registraron porcentajes entre 0.21 y 0.35 por lo que el rango se puede considerar entre moderadamente bajo y óptimo.

#### **3.8.1.- Concentración (%)**

En magnesio se obtuvo diferencia estadística significativa según el ANDEVA, en olote y paja. Los valores más altos para este caso fueron en labranza convencional y en labranza con bueyes más rastrojos en olote, labranza con bueyes mas rastrojos y en labranza convencional más subsoleo en paja (ver Tablas 14 y 15 )

Los valores más bajos en labranza cero más subsoleo y labranza con bueyes en olote y, labranza cero y labranza cero más subsoleo en paja. Para el caso de olote la labranza cero y labranza convencional más subsoleo presentaron la misma concentración.

El comportamiento del magnesio de manera descendente en las concentraciones para las diferentes variables se describe a continuación: Paja con mayor valor seguido de tallo, tuza, grano, raíz y olote en todas las labranzas.

### 3.8.2.-Extracción (kg/ha)

La muestra que presentó mayor acumulación de este elemento fue paja, seguido de grano, tallo, tuza, olote y la menor acumulación en raíz. Sin embargo, algunos autores indican que los granos de maíz tienen relativamente bajos contenidos de magnesio.

Como se muestra en las Tablas 14 y 15 el análisis estadístico de los datos obtenidos de acumulación de Mg no presentaron diferencias significativa en las muestras de raíz, tuza y olote. En tallo y grano, sí se encontró significancia en ambos casos el mayor promedio lo presentó labranza cero y el más bajo labranza convencional. Podemos observar en las Tablas 14 y 15, que en labranza cero el contenido de este elemento fue el doble y en tallo tres veces mayor que la labranza convencional. Estos resultados se derivan del mayor peso de materia seca en labranza cero y el menor peso en labranza convencional.

**Tabla 14 Concentración y extracción de magnesio por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Magnesio		MS	Magnesio		MS	Magnesio	
	Kg/ha	g/kg	Kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	1182 a	1.16 a	1.37 a	1010 a	0.353 ab	0.357 a	4407 a	0.95 a	4.19 a
L0s	1093 a	1.39 a	1.52 a	865 abc	0.285 b	0.247 a	3680 ab	0.93 a	3.42 b
Lc	627 a	1.20 a	0.75 a	721 c	0.433 a	0.312 a	2597 ab	0.93 a	2.42 c
Lcs	840 a	1.30 a	1.09 a	752 bc	0.353 ab	0.266 a	3312 bc	0.92 a	3.05 b
Lb	1073 a	1.31 a	1.41 a	999 ab	0.285 b	0.285 a	3880 ab	0.93 a	3.61 b
Lbr	722 b	1.24 a	0.90 a	913 abc	0.438 a	0.400 a	3501 b	0.92 a	3.22 b
CV (%)	18.46	16.78	13.96	17.56	21.24	7.62	14.69	6.55	11.18
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	*

**Tabla 15 Concentración y extracción de magnesio por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Magnesio		MS	Magnesio		MS	Magnesio	
	Kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	328 ab	0.53 a	0.174 ab	2870 a	1.56 a	4.48 a	2702 a	2,29 ab	6,19 abc
L0s	300 ab	0.63 a	0.189 ab	1795 ab	1.39 a	2.50 ab	1987 abc	2,11 c	4,19 ab
Lc	290 b	0.68 a	0.197 b	1369 b	1.32 a	1.81 c	1351 c	2,34 bc	3,16 c
Lcs	265 ab	0.74 a	0.196 ab	1555 b	1.43 a	2.22 c	1739 bc	3,08 ab	5,36 abc
Lb	385 a	0.62 a	0.239 ab	2197 a	1.47 a	3.23 b	2439 ab	2,96 ab	7,22 ab
Lbr	374 a	0.74 a	0.277 a	1602 ab	1.26 a	2.02 c	2340 ab	3,54 a	8,28 a
CV (%)	26.58	25.17	34.10	20.00	928	21.79	25.30	18,90	31,96
ANDEVA	NS	NS	NS	*	NS	*	*	*	*

### 3.9.- Contenido de azufre en la planta

#### 3.9.1.- Concentración (%)

El ANDEVA mostró diferencia significativa en las concentraciones de azufre solamente en paja sin embargo, DUNCAN demuestra diferencia significativa también en olote, tuza y paja (ver Tablas 16 y 17). Las concentraciones fueron más altas en labranza con bueyes más rastrojo y labranza convencional y las más bajas para labranza cero y labranza cero más subsoleo para el caso de olote, no siendo así en tuza donde las mayores concentraciones fueron en labranza convencional más subsoleo y labranza cero más subsoleo y las menores en labranza cero y labranza con bueyes más rastrojo. Como se puede observar esta misma tendencia presentó el nitrógeno, lo que indica que el comportamiento del azufre es semejante al del nitrato, ambos son muy móviles y forman sales muy solubles; por lo que se dice que el lavado del azufre es muy grande.

Para la labranza con bueyes los variables se ubicaron en el siguiente orden de manera descendente: grano, paja, raíz, tuza y olote. Para las demás labranzas el mayor valor fue en grano, el menor en olote y los intermedios paja, seguido de raíz y tuza.

### 3.9.2.- Extracción (kg/ha)

Las extracciones de los diferentes órganos de las plantas estuvieron distribuidos de la siguiente manera: Grano con la mayor extracción seguido de paja, tallo olote, tuza y raíz.

El ANDEVA presentó diferencia estadística significativa en las extracciones de azufre en grano y tallo. Presentando mayores promedios en labranza cero. El tallo presentó el peso más bajo en labranza con bueyes más rastrojo y en grano el más bajo fue en labranza convencional.

**Tabla 16 Concentración y extracción de azufre por raíz tallo y paja de maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Azufre		MS	Azufre		MS	Azufre	
	Kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	328 ab	0,850 a	0,284 a	2870 a	0,58 a	1,67 a	2702 a	1,42 abc	3,84 a
L0s	300 ab	0,988 a	0,297 a	1759 ab	0,68 a	1,20 a	1987 abc	1,445 ab	2,87 ab
Lc	230 b	0,923 a	0,213 a	1369 b	0,57 ab	0,78 b	1351 c	1,513 ab	2,04 b
Lcs	265 ab	0,989 a	0,271 a	1555 b	0,61 a	0,95 ab	1739 bc	1,618 a	2,81 ab
Lb	385 a	0,793 a	0,302 a	2197 a	0,35 b	0,77 b	2439 ab	1,200 c	2,93 ab
Lbr	374 a	1,01 a	0,388 a	1602 ab	0,37 b	0,59 b	2340 ab	1,288 bc	3,01 ab
CV (%)	26,58	20,84	6,724	20,00	2,48	23,77	25,30	10,21	25,41
ANDEVA	NS	NS	NS	*	NS	*	*	*	NS

**Tabla 17 Concentración y extracción de Azufre por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Azufre		MS	Azufre		MS	Azufre	
	Kg/ha	g/kg	kg/ha	kg /ha	g/kg	Kg/ha	kg/ha	g /kg	kg /ha
L0	1182 a	0.263 a	0,311 a	1010 a	0,278 b	0.281 a	4407 a	1.275 a	5.62 a
L0s	1093 a	0.370 b	0.404 a	865 abc	0.253 b	0.219 a	3680 ab	1.295 a	4.77 ab
Lc	627 a	0.363 ab	0.228 a	721 c	0.363 ab	0.262 a	2597 c	1.245 a	3.24 c
Lcs	840 a	0.393 b	0.330 a	752 bc	0.323 ab	0.242 a	3312 bc	1.223 a	4.05 bc
Lb	1073 a	0.348 ab	0.373 a	999 ab	0.308 ab	0.308 a	3881 ab	1.223 a	4.75 ab
Lbr	722 a	0.305 ab	0.220 a	913 abc	0.480 ab	0.438 a	3501 b	1.248 a	4.37 b
CV (%)	18.46	14.06	8.21	17,56	35.47	9.565	14,69	3.47	13.18
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*

### 3.10 Contenido de manganeso en la planta

El Manganeso es esencial para la fotosíntesis (Sillampaa, 1976). El Mn se encuentra en todas las células vivas, pero principalmente en hojas y zonas meristemáticas, una de sus funciones es intervenir en la asimilación de nitratos y aumenta la eficiencia de la respiración (Ochse, 1986).

#### 3.10.1.- Concentración (%)

Los contenidos de manganeso de manera general fueron adecuados cuando los comparamos con los rangos aceptados por Morre (1983), Katyal & Randhawa (1986), según estos autores los valores adecuados para manganeso son de 20 - 500 ppm.

De los resultados obtenidos con respecto a la concentración de manganeso tanto el ANDEVA como DUNCAN mostraron diferencia significativa únicamente en tuza y tallo, siendo la labranza cero más subsolero y la labranza convencional, las que



presentan las mayores concentraciones de manganeso y el menor valor se encontró en la labranza cero en tuza, en tallo la mayor concentración se registró en labranza cero ( ver Tablas 18 y 19 ).

El manganeso se encuentra en todas las células vivas, pero principalmente en hojas y zonas meristemáticas una de sus funciones es invertir en la asimilación de nitratos, aumenta la eficacia de la respiración ( Ochse, 1986).

La concentración de Mn encontrada en los diferentes órganos de las plantas tuvo la siguiente tendencia; raíz con la mayor concentración, posteriormente paja, olote, tuza, tallo y grano en la mayoría de los sistemas de labranza utilizados. En la labranza cero más subsoleo, labranza convencional y labranza con bueyes la tendencia cambió ya que hubo mayor concentración en tuza que en olote.

### 3.10.2- Extracción (kg/ha)

El orden descendente en que se encontró la extracción de este elemento fue el siguiente: Paja seguido raíz, grano, tallo, olote y tuza.

El manganeso actúa como un agente catalítico en la producción del nitrato, donde puede ser reemplazado por el Fe (Sillampaa ,1976).

El ANDEVA presentó diferencia significativa en las extracciones de Manganeso en tallo, grano y tuza, con los valores más altos en la labranza cero y labranza cero más subsoleo en grano y tallo , labranza cero más subsoleo en tuza . Los pesos más bajos se observaron en labranza con bueyes más rastros en tallo y tuza. y en labranza convencional en grano, (ver Tablas 18 y 19 ).

**Tabla 18 Concentración y extracción de Manganeso por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raiz			Tallo			Paja		
	MS	Manganeso		MS	Manganeso		MS	Manganeso	
	Kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	Ppm	Kg/ha	kg/ha	Ppm	kg /ha
L0	328 bc	54,02 a	0.018 a	2870 a	5.83 a	0.018 a	2702 a	24.31 a	0.066 a
L0s	300 bc	67,38 a	0.020 a	1759 ab	4.84 ab	0.009 b	1987 abc	44.88 a	0.089 a
Lc	230 c	57,96 a	0.013 a	1369 b	3.68 b	0.005 c	1351 c	35.32 a	0.048 a
Lcs	265 bc	79,47 a	0.021 a	1555 b	3.83 b	0.006 bc	1739 bc	21.28 a	0.037 a
Lb	385 a	56,06 a	0.022 a	2197 a	4.19 ab	0.009 b	2439 ab	21.40 a	0.052 a
Lbr	374 b	78,06 a	0.029 a	1602 ab	2.97 b	0.005 c	2340 ab	27.89 a	0.065 a
CV (%)	26.58	17.64	0.896	20.00	3.08	25.78	25.30	25.54	2.607
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS

**Tabla 19. Concentración y extracción de manganeso por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Manganeso		MS	Manganeso		MS	Manganeso	
	kg/ha	Ppm	kg/ha	kg /ha	Ppm	Kg/ha	kg/ha	Ppm	kg /ha
L0	1182 a	6.18 b	0.007 b	1010 a	9.41 a	0.009 a	4407 a	3.50 a	0.0154 a
L0s	1093 a	16.30 a	0.018 a	865 abc	3.24 a	0.003 a	3680 ab	3.88 a	0.0142 ab
Lc	627 a	13.96 ab	0.009 b	721 c	8.10 a	0.006 a	2597 c	3.75 a	0.0097 c
Lcs	840 a	6.93 b	0.006 b	752 bc	12.58 a	0.009 a	3312 bc	3.55 a	0.0117 bc
Lb	1072 a	6.90 b	0.007 b	999 ab	4.60 a	0.005 a	3881 ab	3.48 a	0.0135 ab
Lbr	722 a	6.99 b	0.005 b	913 abc	27.26 a	0.025 a	3501 b	3.43 a	0.0119 bc
CV (%)	18.46	22.75	0.427	17.56	44.24	1.991	14,69	12.02	16.99
ANDEVA	NS	*	*	NS	NS	NS	*	NS	*

### 3.11.- Contenido de zinc en la planta

Entre los micronutrientes, la carencia de Zn es la más importante y extendida en el maíz (López, 1991).

#### 3.11.1- Concentración (%)

Concentraciones de 20 - 70 ppm en la hoja de la espiga es un nivel adecuado para maíz, ( Sillampaa, 1976).

Estadísticamente se encontró diferencia significativa en las concentraciones de elementos, solamente en tallo; sin embargo, se encontraron diferentes valores de concentración considerables en las labranzas en olote, registrándose en tallo, el valor más bajo en labranza con bueyes más rastros y labranza con bueyes, los más altos en labranza cero y labranza convencional. En olote se encontraron valores más altos en labranza convencional más subsoleo y labranza convencional y los más bajos en labranza con bueyes y labranza cero más subsoleo.

En contenido de Zn en las plantas varía con la especie de plantas y con las partes de la planta (Sillampaa, 1976). Esto se pudo comprobar al observar el comportamiento de los diferentes órganos de las plantas de manera general, ya que se encontró mayor concentración y extracción de Zn en tallo seguido de olote, paja, grano, tuza y por último la raíz con la menor concentración. En la extracción el orden fue el siguiente: El mayor peso en tallo seguido de paja, grano, tuza, olote y la menor en raíz. ( ver Tablas 20 y 21 ).

Estudios en maíz realizados por Arzola *et al.*, (1981), muestra, que con altas dosis de fosfato, disminuye el transporte de Zn hacia la parte aérea de la planta en vez de presentarse una limitación en la absorción y supone que debe ocurrir una

precipitación de éste elemento en las raíces, por otro lado Stuckenholtz *et al.*, (1966) citados por Mortvedt *et al.* (1983), encontró incrementos en la concentración y captación de Zn por las raíces, con aplicación de P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> mientras que la concentración y la captación en las hojas, nudos e internudos disminuía, a la vez expresó que la baja movilidad de este elemento dentro de la planta contribuye al mantenimiento de esta distribución a medida que la planta crece.

### 3.11.2.- Extracción (kg/ha)

El ANDEVA, mostró diferencia significativa en la extracción de Zn en tallo y grano con valores más altos en labranza cero y valores más bajos en labranza con bueyes más rastrojos en tallo ; mientras en grano la más baja extracción se encontró en labranza convencional.

Mortvedt *et al.* (1983), indica que la captación de Zn aumenta con el incremento en concentración sobre un rango amplio de valores y no mostró tendencia a alcanzar valores de saturación.

**Tabla 20. Concentración y extracción de zinc por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	zinc		MS	zinc		MS	zinc	
	kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	Ppm	kg/ha	Kg/ha	ppm	kg /ha
L0	328 ab	15.92 a	0.0052 a	2870 a	703 a	2.016 a	2702 a	37.94 a	0.102 a
L0s	300 ab	17.13 a	0.0051 a	1759 ab	77 bc	0.135 b	1987 abc	38.82 a	0.077 a
Lc	230 b	14.91 a	0.0034 a	1369 b	115 ab	0.157 b	1351 c	48.89 a	0.066 a
Lcs	265 ab	16.28 a	0.0043 a	1555 b	46 b	0.714 b	1739 bc	41.41 a	0.072 a
Lb	385 a	17.19 a	0.0066 a	2197 b	41 b	0.091 b	2439 ab	33.97 a	0.083 a
Lbr	374 a	16.79 a	0.0063 a	1602 ab	38 b	0.060 b	2340 ab	39.08 a	0.091 a
CV (%)	26.58	24.40	0.1877	20.00	7.68	9.46	25.30	17.09	3.35
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	NS	NS	NS

**Tabla 21. Concentración y extracción de zinc por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	zinc		MS	zinc		MS	Zinc	
	kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	Ppm	kg/ha	Kg/ha	Ppm	kg /ha
L0	1182 a	19.71 a	0.023 a	1010 a	44.41 a	0.045 a	4407 a	22.60 a	0.100 a
L0s	1093 a	21.47 a	0.023 a	865 abc	40.83 a	0.035 a	3680 ab	21.52 a	0.079 abc
Lc	627 a	24.95 a	0.016 a	721 c	51.31 a	0.037 a	2597 c	22.81 a	0.060 cd
Lcs	840 a	20.17 a	0.017 a	752 bc	65.96 a	0.050 a	3312 bc	22.90 a	0.076 bcd
Lb	1073 bc	21.50 a	0.023 a	999 ab	32.95 a	0.033 a	3881 ab	21.78 a	0.085 ab
Lbr	913 abc	20.90 a	0.019 a	913 abc	49.22 a	0.045 a	3501 b	22.13 a	0.077 bc
CV (%)	17.56	29.92	1.14	17.56	47.38	2.38	1469	7.79	19.30
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*

### 3.12.- Contenido de hierro en la planta

#### 3.12.1.- Concentración (%)

Las concentraciones de hierro, fueron muy altas comparado con lo expresado por Morre (1983), quien indica que el rango de concentración óptima para este elemento es de 50-250 ppm. Una posible explicación de estos valores tan altos pueden ser los valores teóricos de concentración relativamente bajos en Zn por ejemplo Rusell & Urich (1964), citados por Morre ( 1983 ), reportan altos contenidos de Fe en plantas con bajos contenidos de Zn.

Otra posible causa de los contenidos altos de Fe puede estar asociada a que de los micronutrientes el Fe es el que más abunda en el suelo (katyal & Randhawa 1986).

Estadísticamente solo las concentraciones de hierro en tallo, se comportaron significativamente diferentes al realizar el ANDEVA, siendo el mayor valor en la labranza cero y la labranza convencional y los más bajos en la labranza cero más subsoleo. En todas las labranzas la mayor concentración se observó en raíz y la menor en grano.

El resto de las variables presentaron de manera descendente el siguiente orden .  
En la labranza cero; olote, paja, tallo, y tuza. En labranza cero más subsoleo; paja, tuza, tallo y olote. En labranza convencional y labranza con bueyes; paja, olote ,tallo y tuza. En labranza convencional más subsoleo y labranza con bueyes más rastros; olote ,paja ,tuza y tallo. Debido a la movilidad parcial del hierro en las plantas, existen considerables diferencias en su contenido en las distintas parte de la planta.

### 3.12.2- Extracción (kg/ha)

La acumulación de Fe se encontró distribuido de la siguiente manera: paja con el mayor peso, posteriormente raíz, tallo, tuza y el menor peso se encontró en grano ( ver Tablas 22 y 23 ).

En el maíz el Fe puede estar precipitado en los nudos del tallo o en su proximidad, siendo imposible su traslado a las hojas donde es necesario (Sillampaa, 1976).

El ANDEVA en las extracciones de Fe mostró diferencia significativa solamente en tallo con el mayor peso en labranza cero y el menor en labranza cero más subsoleo, en las pruebas de DUNCAN, donde también se encontró diferencia significativa en raíz tuza y grano.

Las mayores extracciones en raíz se presentaron en labranza con bueyes más rastros, en tuza labranza cero más subsoleo y en grano labranza cero. Las menores extracciones en raíz fueron localizadas en labranza convencional, en tuza labranza con bueyes más rastros y en grano labranza convencional más subsoleo.

**Tabla 22 Concentración y extracción de Hierro por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Hierro		MS	Hierro		MS	Hierro	
	kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	ppm	kg/ha	kg/ha	ppm	Kg /ha
L0	1182 a	116.88 a	0.138 ab	1010 a	902.18 a	0.911 a	4407 a	27.92 a	0.123 a
L0s	1093 a	239.27 a	0.261 b	865 abc	67.02 a	0.058 a	3680 ab	22.43 a	0.082 ab
Lc	627 a	117.66 ab	0.074 a	721 c	401.84 a	0.299 a	2597 b	22.88 a	0.059 b
Lcs	840 a	163.09 ab	0.134 a	752 bc	1075.30 a	0.809 a	3312 ab	25.18 a	0.057 b
Lb	1073 a	85.04 b	0.091 a	999 ab	194.01 a	0.194 a	3881 ab	21.00 a	0.083 ab
Lbr	722 a	90.93 b	0.065 a	913 abc	1260.1 a	1.200 a	3501 b	22.04 a	0.077 ab
CV (%)	18.46	24.55	6.61	17.56	32.15	46.10	14.61	14.0	2.62
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS

**Tabla 23 Concentración y extracción de Hierro por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Hierro		MS	Hierro		MS	Hierro	
	kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	Ppm	kg/ha	kg/ha	ppm	Kg /ha
L0	328 ab	2232.5 a	0.732 ab	2870 a	136 a	0.389 a	2701 ab	449.11 a	1.21 a
L0s	300 ab	2773.1 a	0.832 ab	1759 ab	74 c	0.129 c	1987 ab	482.83 a	0.96 a
Lc	230 b	2378.8 a	0.547 b	1369 b	122 ab	0.167 ab	1351 c	502.91 a	0.68 a
Lcs	265 ab	3598.4 a	0.954 ab	1555 b	115 ab	0.179 ab	1739 abc	569.78 a	0.99 a
Lb	385 a	2487.1 a	0.957 ab	2197 b	99 b	0.218 b	2439 ab	614.32 a	1.50 a
Lbr	374 a	3596.2 a	1.345 a	1602 ab	89 bc	0.142 ab	2340 ab	654.17 a	1.53 a
CV (%)	26.58	19.59	15.29	20.0	1.23	24.895	25.30	22.81	22.40
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS

### **3.13.- Contenido de boro en la planta**

#### **3.13.1.- Concentración (%)**

La capacidad de las plantas para absorber un micronutriente en el ambiente establecido es reflejada por la concentración del nutriente en la planta en cualquier tiempo determinado (Mortvedt *et al.*, 1983).

Las plantas son muy variables a las necesidades de boro como a la absorción de éste elemento (Sillampaa, 1976).

Las concentraciones de boro fueron bajas al ser comparadas con niveles adecuados por Morre (1983), quien indica que los valores adecuados de boro en las plantas están en el rango de 20-100 ppm, una de las razones por las que se hallan presentadas bajas concentraciones de boro puede ser atribuida a que los cereales son los menos exigentes en boro (López, 1991).

Se presentaron valores significativos en las concentraciones de boro solamente en grano, presentando el mayor valor de labranza con bueyes y la labranza convencional y los valores más bajos en labranza cero más subsoleo y labranza convencional más subsoleo.

Las variables presentaron el siguiente orden: paja con el mayor valor seguido de raíz, tallo, tuza, olote y grano. Esto concuerda con los resultados encontrados por Hodgkiss *et al.* (1983, quienes observaron contenidos de boro mayores en hojas que en los tallos, teniendo mayor concentración las hojas superiores que las inferiores.



### 3.13.2.- Extracción (kg/ha)

El orden descendente de manera general de las extracciones de boro en las diferentes partes de las plantas fue el siguiente: Paja seguido de tallo, grano, tuza, olote y el menor en raíz ( ver Tablas 24 y 25).

La extracción anual de boro del suelo por las distintas plantas varia considerablemente con el contenido de boro en el suelo , con la especie vegetal y con los niveles de producción (Sillampaa, 1976).

El ANDEVA presentó diferencia significativa sólo en tallo, tuza y grano, la mayor acumulación extracción se registró en labranza cero para el caso de tallo, labranza cero y labranza con bueyes en tuza, en grano fue en labranza con bueyes y la menor acumulación en labranza convencional más subsoleo en tallo; labranza convencional, labranza convencional más subsoleo y labranza con bueyes mas rastrojo en tuza y labranza cero más subsoleo en grano

DUNCAN, mostró diferencia significativa; además de las variables ya mencionadas, en paja con el mayor valor en labranza cero y el menor en labranza convencional.

**Tabla 24 Concentración y extracción de Boro por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Boro		MS	Boro		MS	Boro	
	kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	ppm	kg/ha	kg/ha	Ppm	kg /ha
L0	1182 a	3.03 a	0.004 a	1010 a	2.03 a	0.0021 a	4407 a	1.30 abc	0.006 ab
L0s	1093 a	3.04 a	0.003 ab	865 abc	0.77 a	0.0007 a	3680 ab	0.56 c	0.002 b
Lc	627 a	3.12 a	0.002 b	721 c	1.54 a	0.0011 a	2597 c	1.60 c	0.005 b
Lcs	840 a	2.44 a	0.002 b	752 bc	2.20 a	0.0017 a	3312 bc	0.94 bc	0.003 b
Lb	1073 a	3.75 b	0.004 a	999 ab	0.96 a	0.0010 a	3881 ab	2.17 a	0.009 a
Lbr	722 a	2.52 a	0.002 b	913 abc	2.74 a	0.0025 a	3501 b	1.07 abc	0.004 b
CV (%)	18.46	31.14	0.12	17.56	34.85	0.17	14.69	17.41	0.26
ANDEVA	NS	NS	*	NS	NS	NS	*	*	*

**Tabla 25. Concentración y extracción de Boro por la raíz, tallo y paja del maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS	Boro		MS	Boro		MS	Boro	
	kg/ha	Ppm	kg/ha	kg /ha	ppm	kg/ha	kg/ha	Ppm	kg /ha
L0	328 ab	4.95 a	0.0016 a	2870 a	5.70 a	0.016 a	2702 a	7.73 a	0.021 a
L0s	300 ab	5.45 a	0.0018 a	1759 ab	3.97 b	0.007 b	1987 abc	6.03 a	0.012 ab
Lc	230 b	6.28 a	0.0014 a	1369 b	3.34 b	0.005 b	1351 c	6.30 a	0.009 b
Lcs	265 ab	5.71 a	0.0014 a	1555 b	2.84 b	0.004 b	1739 bc	5.86 a	0.010 b
Lb	385 a	5.11 a	0.0020 a	2197 a	3.34 b	0.007 b	2439 ab	5.44 a	0.013 ab
Lbr	374 a	6.01 a	0.0023 a	1601 ab	3.41 b	0.006 b	2340 ab	5.44 a	0.013 ab
CV (%)	26.58	17.71	0.10	20.0	2.97	29.33	25.30	24.48	0.12
ANDEVA	NS	NS	NS	*	NS	*	*	NS	NS

### 3.14.- Contenido de cobre en la planta

#### 3.14.1.- Concentración (%)

Los contenidos de cobre de 50-30 ppm son considerados normales para maíz (Katyal & Randhawa, 1986), y comparando estos valores con nuestros resultados, se deduce que las concentraciones obtenidas están bajo este rango

Se encontró significancia en la concentración de Cobre, solamente en tallo, presentando similar comportamiento que en la extracción ( ver Tabla 26 ).

El Cu, se comporta como un elemento móvil en las plantas que están bien provistas, mientras que en las plantas con carencia de Cu, se presenta como un elemento inmóvil (Salmerón & García, 1994).

El orden en que se presentaron las distintas partes de la planta fue raíz con la mayor concentración, seguido de paja, olote, tuza, tallo y grano. Se puede observar que el orden estuvo más asociado a la movilidad del elemento, por lo que se piensa que el cultivo presentó suficiente Cu. Por otro lado Katyal & Randhawa (1986), después de expresar que el Cu, se puede detectar en los distintos órganos del vegetal, indican que la mayor concentración se da en las hojas.

La paja presentó mayor concentración de Cu, que el tallo, resultados similares fueron observados por Sillampaa (1976), quien encontró mayor concentración de Cu, en hojas que en tallo en el cultivo del tabaco ( *Nicotiana tabacum* L. )

Se observó que la mayoría de los órganos que presentaron mayor concentración de Zn, eran los que presentaban menor concentración de Cu y viceversa. Esto puede asociarse con lo expresado por Olsen (1976) citado por Mortvedt (1983), quien indica

que el Cu y Zn compiten por el mismo sitio del sistema transportador durante la absorción.

### 3.14.2.- Extracción (kg/ha)

La acumulación de Cu presentó el siguiente orden: los mayores pesos fueron encontrados en paja seguido de raíz, tallo, tuza , grano y olote.

El ANDEVA presentó diferencia estadística solamente en tallo con el mayor peso en labranza cero y el menor en labranza con bueyes más rastros; Sin embargo, DUNCAN mostró diferencia significativa también en raíz, paja y grano ( ver Tablas 26 y 27).

**Tabla 26. Concentración y extracción de Cobre por la raíz, tallo y paja de maíz**

	Raíz			Tallo			Paja		
	MS		Cobre	MS		Cobre	MS		Cobre
	kg/ha	ppm	kg/ha	kg /ha	ppm	Kg/ha	kg/ha	ppm	kg /ha
L0	328 ab	31.41 a	0.011 ab	2870 a	13.61 a	0.039 a	2702 a	14.91 a	0.403 a
L0s	300 ab	36.59 a	0.012 ab	1759 ab	6.20 ab	0.011 b	1987 abc	13.09 a	0.026 ab
Lc	230 b	26.60 a	0.006 a	1369 b	8.42 ab	0.012 b	1351 c	14.74 a	0.020 b
Lcs	265 ab	53.83 a	0.014 b	1555 b	3.99 b	0.006 b	1739 bc	13.80 a	0.024 b
Lb	385 a	46.41 a	0.017 b	2197 a	2.99 b	0.007 b	2439 ab	11.84 a	0.029 ab
Lbr	374 a	58.69 a	0.022 b	1602 ab	2.72 b	0.004 b	2340 ab	12.07 a	0.028 ab
CV (%)	26.58	24.92	0.80	20.0	2.06	3.78	25.3	14.02	31.02
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS

**Tabla 27 Concentración y extracción de Cobre por tuza, olote y grano del maíz**

	Tuza			Olote			Grano		
	MS	Cobre		MS	Cobre		MS	Cobre	
	kg/ha	Ppm	kg/ha	kg /ha	ppm	Kg/ha	kg/ha	ppm	kg /ha
L0	1182 a	6.60 a	0.008 a	1010 a	5.97 a	0.006 a	4407 a	1.26 a	0.006 a
L0s	1093 a	6.99 a	0.008 a	865 abc	3.52 a	0.003 a	3680 ab	1.46 a	0.005 a
Lc	627 a	6.76 a	0.004 a	721 c	11.51 a	0.008 a	2597 c	1.30 a	0.003 b
Lcs	840 a	6.08 a	0.005 a	752 bc	9.34 a	0.007 a	3312 bc	1.42 a	0.005 ab
Lb	1071 a	5.83 a	0.006 a	999 ab	3.90 a	0.004 a	3881 ab	1.42 a	0.006 b
Lbr	722 a	6.03 a	0.004 a	913 abc	45.73 a	0.042 a	3501 b	1.36 a	0.005 ab
CV (%)	18.46	24.29	0.22	17.56	44.61	3.71	14.69	17.05	23.67
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS

### 3.15.- Extracción total de nutrientes por la planta de maíz

La absorción de nutrientes por la planta, depende no solo de la concentración de que el exista en la solución del suelo, si no también de las concentraciones que de otros iones existan en la solución del suelo (Arzola *et al.* ,1981).

Los elementos mayores o macroelementos, están constituidos por N, P, K, S, Ca y Mg.

Al realizar el análisis estadístico se encontró diferencia significativa en todos estos elemento a excepción del Mg.

La mayor extracción de N, P, K, S y Ca fue observada en la labranza cero; sin embargo, la mayor absorción de Mg se produjo en labranza cero más subsoleo y la menor en la labranza convencional (ver Tabla 28 ).

### **3.15.1.- Macroelementos**

#### **a.- Nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento muy móvil en su dinámica, ya que se presentan fenómenos de mineralización, fijación y lixiviación (Arana & Cruz 1993). Por lo que se puede comprobar el efecto que ejercen los diferentes métodos de labranza en la extracción de nitrógeno por la planta. Ya que los diferentes sistemas de labranza crean diferentes condiciones físicas de la superficie del suelo, las cuales pueden influir en el aumento ó disminución de la temperatura, los contenidos de humedad, la disponibilidad de agua para las plantas, el contenido de oxígeno y la microbiología del suelo entre otros.

Muzilli (1983), observó que al aumentar la temperatura, aumenta la velocidad de mineralización, por lo tanto hay mayor formación de  $\text{NH}_2$ , el cual es perdido a altas temperaturas por volatilización, una de las principales causas de las pérdidas de nitrógeno.

Por otro lado Guerrero (1990), citado por Cubrero (1994), indica que los suelos bien drenados tienen una mineralización más rápida que los deficientemente labrados.

#### **b.- Fósforo**

El fósforo es un elemento con comportamiento bien definido en diferentes sistemas de labranza, debido a su escasa movilidad, el fósforo se queda en donde el sistema de cultivo y la labranza lo ubica (Sáenz, 1991).

Muzilli (1983), encontró que el nivel de fósforo disponible, fue mayor en la profundidad de 0-20 cm en la labranza cero que en la labranza convencional. Arzola

*et al.*, (1981) expresa que entre mayor sea la humedad del suelo mayor será la cantidad de fósforo disuelto.

### **c.- Potasio**

La labranza cero, tiene la ventaja sobre la preparación tradicional del suelo, puesto a que con esta labranza se garantiza un mayor contenido de humedad en el suelo, ocurre lo contrario en suelos donde se han efectuado las labores de arada y rastra (Soza *et al.* 1991).

Puede ser que en la labranza cero hayan menores pérdidas de potasio por lixiviación, debido a que el drenaje en esta labranza es menor. Sáenz (1991), expresa que este elemento es muy soluble y móvil. Por otro lado, en la labranza cero el suelo permanece húmedo, lo que conlleva a mayor liberación de potasio a baja velocidad cuando se da la hidratación del coloide.

Ortega (1978), informa que los suelos arenosos tienen poco poder de adsorción, por lo cual quedan en la disolución, una cantidad considerable de iones de potasio, que pueden perderse en las capas profundas junto con el agua de drenaje.

### **d.- Azufre**

El azufre es absorbido en las plantas en forma de ion sulfato, siendo muy soluble y bastante móvil en el suelo (López, 1991).

### **e.- Calcio**

Arzola *et al.*, (1981) reportó que el bicarbonato de calcio formado, posee buena movilidad y puede ser fácilmente lavado, a la misma vez sugiere que con la elevada

descomposición de materia orgánica y la fuerte producción de bióxido de carbono los suelos se empobrecen en calcio, por la gran formación de bicarbonato de calcio .

Esto pudo contribuir de alguna manera a que la disponibilidad de calcio se vea afectada por las prácticas de labranza y por ende la absorción de dicho elemento. Como se puede observar en el presente estudio, donde la menor extracción de calcio por la planta fue en la labranza convencional, debido probablemente a que en esta labranza la descomposición de la materia orgánica sea alta.

### **3.15.2.- Microelementos**

La capacidad de una planta para absorber oligoelementos varía considerablemente, debido a los recursos y factores del suelo que afectan a la disponibilidad (Sillampaa, 1976 ).

Se encontró respuesta significativa en el uso de diferentes sistemas de labranza en la absorción de oligoelementos, según el ANDEVA, en Zn y B; pero a partir del análisis de separación de medias de DUNCAN se observó también diferencia significativa en Fe y Cu.

La mayor acumulación de Zn y B se dio en la labranza cero; sin embargo la mayor acumulación de Mn y Fe se dio en la labranza con bueyes más rastros y la mayor absorción de Cu en la labranza convencional más subsuelo.

La menor absorción de Fe y Cu se observó en la labranza convencional, la menor acumulación de Mn en la labranza convencional más subsoleo y la menor acumulación de Zn y B en la labranza con bueyes más rastros.



### **a.- Zinc y Boro**

Katyal & Randhawa (1986), afirman que el zinc disponible para las plantas se concentra generalmente en la superficie del suelo y disminuye en las capas inferiores del subsuelo; a si mismo Salmerón & García (1994) escriben que el contenido de boro en la superficie del suelo es por lo general mas alto que en el subsuelo .

La mayor absorción de Zn y B se localizó en la labranza cero. Esto puede ser debido a que en este tipo de práctica la presencia de mulch, en la parte superficial del suelo permanece más húmeda y hacen posible que las raíces crezcan cercanas a ella lo que permite absorción eficiente de estos elementos .

En la labranza con bueyes más rastrosos se registro la menor extracción de B y Zn.

En este tipo de práctica el suelo es removido sin voltear la capa arable, al remover el suelo las raíces tienden a profundizar más, siendo forzadas a explorar los horizontes bajos del suelo en los cuales los contenidos de estos elementos son bajos.

Por otro lado Blevins *et al.*, (1977) citado por García y García (1984), ha demostrado que con cero labranza, en suelos ácidos y ligeramente ácidos , pueden resultar una acidez mayor en el horizonte del suelo superficial.

### **b.- Manganeso y Hierro**

Como se puede observar en la Tabla 29, la absorción de Mn y Fe tuvieron similar comportamiento en cuanto al uso de la labranza .

Arzola *et al.*, (1981), expresa que tanto el Fe como el Mn están sujetos a oxidación o reducción con relativa facilidad .

Sillampaa (1976), encontró que el aumento del pH y la aireación aumenta el potencial de oxidación pasando de  $Fe_2^+$  a  $Fe_3^+$  el cual no es disponible para las plantas.

Besoain (1985), expresa que el Mn disuelto está constituido principalmente por iones Mn y que en forma más soluble y más móvil, el Mn se encuentra bajo forma reductoras y parece que se acumula en perfiles pobremente drenados, a la vez expresa que los estados de oxidación del Mn son determinantes en lo que de ello depende su solubilidad y su estabilidad en el suelo .

Fuentes (1989), manifiesta que en suelos ácidos y poco aireados, el Mn asimilable puede alcanzar niveles muy elevados.

### **c.- Cobre**

La movilidad del cobre es favorecida en los suelos minerales con la formación de quelatos (Arzola *et al.*, 1981), Cordero & Ramírez (1979), encontraron que la distribución de cobre en el correlaciona con la materia orgánica en forma positiva, o sea donde hay mayor contenido de materia orgánica aumenta el contenido de cobre disponible, y la mayor concentración ocurre en los primeros 20 cm.

Sin embargo, la mayor absorción de cobre por las plantas en las diferentes labranza no correspondió a las labranzas que tenían mayor contenido de materia orgánica.

Estos mismos autores sugieren que con el uso de aradas profundas se puede diluir la concentración de cobre en el perfil del suelo reduciendo cantidad de cobre disponible dentro de la capa arable.

**Tabla 28. Extracción total de macronutrientes por el cultivo de maíz en Kg/ha**

	C	N	P	K	Ca	Mg	S
Lo	5002.5 a	132.7 a	17.88 a	146.21 a	17.40 a	16.75 a	12.02 a
Los	3926.8 b	100.1 b	13.78 ab	81.55 b	10.86 b	27.25 a	9.71 b
Lc	2759.4 c	71.1 c	9.17 c	65.51 b	8.68 d	8.63 a	6.79 c
Lcs	3400.3 c	81.90 c	10.57 b	81.15 b	9.51 c	12.15 a	8.65 bc
Lb	4202.1 ab	101.4 b	12.79 b	112.83 a	14.31 ab	15.97 a	9.45 b
Lbr	3792.3 b	88.4 ab	12.07 b	83.70 b	12.69 b	14.85 a	9.00 b
CV %	14	12	10	15	19	28	14.10
ANDEVA	*	*	*	*	*	NS	*

**Tabla 29. Extracción total de micronutrientes por el cultivo de maíz en Kg/ha.**

	Mn	Zn	Fe	B	Cu
Lo	0.1316 a	2.45 a	3.98 ab	0.0506 a	0.1664 a
Los	0.1314 a	0.3703 b	2.49 b	0.0269 b	0.0655 b
Lc	0.0898 a	0.3503 b	1.85 b	0.0222 b	0.0552 b
Lcs	0.0894 a	0.212 b	3.24 ab	0.0238 b	0.6100 b
Lb	0.1101 a	0.3234 b	2.76 b	0.0312 b	0.0681 b
Lbr	0.1465 a	0.2872 b	4.48 a	0.0209 b	0.1184 ab
CV %	3.67	9.88	21.26	1.19	4.92
ANDEVA	NS	*	NS	*	NS

### 3.16.- Materia seca

El ANDEVA presentó diferencia significativa en tallo, paja y grano. La labranza cero fue la que favoreció el mayor peso de materia seca, observándose una mayor reducción en la labranza convencional.

Con valores más altos para tallo, olote, paja, tuza y grano en la labranza cero y para raíz en la labranza con bueyes.

Los valores más bajos fueron en la labranza convencional para todas las variables (ver Tabla 30).

El peso de materia seca total en la planta no fue significativo en el ANDEVA, pero con las pruebas de DUNCAN podemos considerar que los diferentes sistemas de labranza ejercen cierto efecto significativo en el peso total de materia seca, siendo el mayor peso en labranza cero y el menor en labranza convencional tal como se describe a continuación.

Labranza cero en primer lugar seguido de labranza con bueyes más rastrosos, labranza cero mas subsoleo, labranza convencional más subsoleo, labranza con bueyes y labranza convencional. Según Cuadra (1989), altos niveles de nitrógeno ocasiona una mayor producción de tejidos y un mayor peso de plantas; sin embargo las concentraciones de nitrógeno en labranza cero no fueron las más altas, pero si en el peso total labranza cero presentó la mayor extracción de nitrógeno. La fertilización nitrogenada aumenta significativamente la producción de materia seca y el rendimiento del grano (Arana & Cruz, 1993).

Estos resultados explican por qué se presentaron mayores concentraciones de algunos nutrientes en labranza convencional y más bajos en labranza cero. Al

aumentar la materia seca en labranza cero, los rendimientos de los nutrientes expresados en kg/ha fueron mayores en esta labranza y menores en labranza convencional. Marín (1990), señala que a medida que se eleva la calidad del nivel de mecanización, existe una tendencia a la baja del rendimiento neto por unidad de superficie. Bubis (1965), señala que la mínima labranza hay menor población de plantas, pero hay mayor producción por mata.

**Tabla 30. Materia seca de cada una de las partes de la planta de maíz ( kg/ha)**

	Tallo	Olote	Tuza	Raiz	Paja	Grano	Total
Lo	2870 a	1009,95 a	1182 a	328 ab	2702 a	4407 a	12499 a
Los	1759 ab	865,23 abc	1093 a	300 ab	1987 abc	3680 ab	9684 ab
Lc	169 b	720,65 c	627 a	230 b	1351 c	2597 c	6969 b
Lcs	1555 b	751,68 bc	840 a	265 ab	1739 bc	3312 bc	8469 b
Lb	2197 a	998,50 ab	1073 a	385 a	2439 ab	3881 ab	8462 ab
Lbr	1602 ab	913,25 abc	722 a	374 a	2340 ab	3501 b	9871 ab
CV (%)	20,00	17,56	18,46	26,583	2.340	14,69	27,08
ANDEVA	*	NS	NS	NS	*	*	NS

En la siguiente figura podemos observar que tanto raíz, tallo, paja, olote, tuza y grano presentaron sus menores pesos en la labranza convencional Los mayores pesos de tallo, olote, tuza, paja y grano se localizaron en la labranza cero y solamente raíz presentó su mayor peso en labranza con bueyes.

### **3.17.- Número de mazorca cosechada**

El análisis estadístico demostró diferencia significativa en el número de mazorcas cosechadas, con el uso de diferentes métodos de labranza; registrándose un mayor rendimiento en la labranza con bueyes, seguido de la labranza con bueyes mas rastros. El menor rendimiento se encontró en la labranza convencional (ver Tabla 31).

Es muy probable que estos resultados hayan sido influenciados por el número de plantas por hectárea que presentó este mismo orden referido a los comportamientos de las labranzas en los índices poblaciones. El número de mazorcas por metro cuadrado depende del número de plantas existentes en un área determinada y esta sujeta a la capacidad que la planta pueda germinar (Lazo & Martínez, 1994).

Brockman (1987), no encontró diferencia significativa; sin embargo en la labranza cero se obtuvo un mayor promedio de mazorcas seguido de la labranza mínima y el menor en labranza convencional. Alvarado & Centeno (1994), al realizar análisis en los sistemas de labranza encontraron diferencias significativas, obteniéndose los mejores resultados en el sistema de cero labranza seguido de labranza mínima y por ultimo labranza convencional.

En la labranza cero más subsoleo se obtuvo mayor número de mazorcas por plantas y el menor en labranza convencional, que a la vez presentó el menor número de mazorcas por hectárea (ver Tabla 31).

**Tabla 31. Número de mazorcas por hectárea y mazorcas por planta**

	Mazorcas/ha		Mazorcas/Plantas	
Lo	40265	ab	1.03	b
Los	36058	bc	1.18	ab
Lc	29671	c	1.30	a
Lcs	36538	bc	1.23	ab
Lb	47236	a	1.08	b
Lbr	56755	a	1.08	b
CV %	16.26		10.88	
ANDEVA	*		NS	

### 3.18.- Concentración de elementos en malezas

#### 3.18.1.- Macroelementos

Una alta fertilidad del suelo y una humedad adecuada, parecen proporcionar la mejor manera de combatir plantas nocivas perennes, mediante la labranza.

Al interpretar los resultados del análisis estadístico en macroelementos (N, P, K, Ca, Mg, y S) el ANDEVA nos refleja diferencia significativa en el uso de los diferentes sistemas de labranza solamente en la concentración de potasio, en cambio con las pruebas con Duncan se concluye que en la concentración de nitrógeno hay diferencias estadísticas significativas también. (ver Tabla 32)

Estudios del Zamorano editados por Shenk *et al.*, (1987) demuestran que las alteraciones del suelo activan los mecanismos de germinación y crecimiento de las plantas nocivas y de las plantas cultivadas, debido a cambios de temperatura, humedad y aireación del suelo, exposición a la luz y profundidad a que están

enterradas las semillas y efectos de humedecimiento así como el secado alternado de la superficie del suelo (National Academy of Sciences, 1990).

La mayor concentración de fósforo se presentó en la labranza cero, sin embargo la mayor concentración de calcio se localizó en la labranza cero más subsoleo. Las mayores concentraciones de Azufre y Magnesio se observaron en la labranza convencional más subsoleo y en labranza convencional la mayor concentración de potasio (ver Tablas 32 y 33).

Las menores concentraciones de magnesio fueron observadas en la labranza cero. La menor concentración de calcio en la labranza con bueyes y las menores concentraciones de fósforo, potasio y azufre en la labranza con bueyes más rastrojo (Tabla 32).

**Tabla 32. Concentración de Nitrogeno, Fósforo y Potasio por las malezas**

	N %		P g/kg.		K g/kg.	
Lo	2.08	bc	3.76	a	51.77	ab
Los	2.07	bc	3.35	a	50.33	ab
Lc	2.20	ab	3.22	a	64.13	a
Lcs	2.24	a	3.73	a	54.17	ab
Lb	1.80	c	2.98	a	49.97	ab
Lbr	1.83	ab	2.46	a	39.73	b
CV %	11		32		17	
ANDEVA	NS		NS		*	



**Tabla 33. Concentración de Azufre , Calcio , y Magnesio por las malezas**

	<b>S g/kg</b>		<b>Ca g/kg</b>		<b>Mg g/kg</b>	
Lo	3.10	a	11.55	a	3.943	a
Los	3.17	a	16.61	a	5.103	a
Lc	3.39	a	13.79	a	5.348	a
Lcs	3.50	a	15.59	a	6.388	a
Lb	2.60	a	9.97	a	4.608	a
Lbr	2.48	a	11.97	a	4.423	a
CV %	20		19		32	
ANDEVA	NS		NS		NS	

### 3.18.2.- Microelementos

En los microelementos (Zn, Fe, Cu, y Mn) el ANDEVA no mostró diferencia significativa entre los tratamientos. Pero con la separación de medias de Duncan se puede observar que tanto el Mn el Zn y el Fe adquirieron un efecto sensible al uso de diferentes labranzas, ya que mostraron diferencia significativa en los valores estudiados.

Las labranzas que presentaron las mayores y menores concentraciones son:

- La labranza cero con la mayor concentración de zinc, labranza cero mas subsoleo con la mayor concentración de boro, la labranza con bueyes con la mayor concentración de hierro, manganeso y cobre.

- Las menores concentraciones de boro se presentaron en la labranza con bueyes y las menores concentraciones de manganeso, zinc, cobre y hierro en la labranza convencional mas subsoleo (ver Tablas 34 y 35 ).

**Tabla 34. Concentración de Manganeso, zinc y Hierro por las malezas**

	Mn (ppm)		Zn (ppm)		Fe (ppm)	
Lo	120.85	ab	63.61	a	4826.1	ab
Los	156.45	ab	48.31	b	5731.15	ab
Lc	102.32	ab	45.86	b	3074.78	b
Lcs	84.19	b	42.22	b	2496.23	b
Lb	220.95	a	52.88	ab	9036.32	a
Lbr	171.60	ab	45.17	b	6722.20	ab
CV %	25		18		29	
ANDEVA			NS		NS	

**Tabla 35. Concentración de Boro, Cobre y Carbono por las malezas**

	B (ppm)		Cu (ppm)		C %	
Lo	25.31	a	40.00	a	34.86	ab
Los	33.45	a	34.70	a	32.74	ab
Lc	30.61	a	30.84	a	33.16	ab
Lcs	29.97	a	27.86	a	33.83	ab
Lb	22.09	a	46.18	a	32.64	ab
Lbr	28.46	a	40.93	a	35.6	ab
CV%	20		34		5.00	ab
ANDEVA	NS		NS		NS	

### **3.19.- Peso seco de malezas en kg/ha:**

La acumulación de los diferentes nutrientes en malezas no presentaron diferencias significativas registrándose mayor acumulación en la labranza con bueyes más rastrojo, seguido de la labranza convencional y la labranza convencional más subsoleo. Las labranzas donde menos se vieron favorecidas las malezas fueron en la labranza con bueyes, la labranza cero más subsoleo y labranza cero (ver Tablas 36, 37, 38 y 39).

Tapia (1983), citado por Shenk (1987), expresa que la cero labranza en conjunto con buena capacidad competitiva pueden reducir las malezas hasta un 37 por ciento.

El exceso de laboreo, la remoción y pulverización del suelo favorecen la diseminación y establecimiento de las malezas principalmente las gramíneas con reproducción sexual (Alemán, 1991). Este autor señala que la labranza mínima es menos favorable que la labranza cero y la labranza convencional al no producirse una destrucción total, incorporación de los tejidos a las malezas al suelo para su posterior descomposición, estos tiene la capacidad de surgir nuevamente, establecerse y ejercer competencia temprana con el cultivo. Esto concuerda con los resultados obtenidos, si tomamos en cuenta que en la labranza con bueyes más rastrojos fue donde más se favoreció a las malezas presentando mayor peso seco, sin embargo, en la labranza con bueyes fue donde las malezas presentaron menor peso.

**Tabla 36 Extracción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio por las malezas (kg/ha)**

	N		P		K	
Lo	17.42	a	3.38	a	47.60	a
Los	18.16	a	3.02		42.69	a
Lc	34.69	a	5.65	a	102.67	a
Lcs	22.82	a	2.84	a	54.22	a
Lb	10.97	a	1.86	a	31.59	a
Lbr	39.56	a	6.66	a	80.59	a
CV %	35.93		44.65		36.56	
ANDEVA	NS		NS		NS	

**Tabla 37. Extracción de Azufre, Calcio, y Magnesio por las malezas (kg/ha)**

	S		Ca		Mg	
Lo	2.85	a	9.88	a	3.48	a
Los	2.66	a	14.33	a	4.43	a
Lc	5.19	a	19.15	a	8.03	a
Lcs	3.63	a	16.81	a	6.83	a
Lb	2.11	a	6.00	a	2.81	a
Lbr	4.92	a	20.77	a	8.69	a
CV %	31.92		30.30		32.08	
ANDEVA	NS		NS		NS	

**Tabla 38. Extracción de Manganeseo, zinc y Hierro por las malezas (kg/ha)**

	Mn (ppm)		Zn (ppm)		Fe (ppm)	
Lo	0.093	a	0.054	a	3.84	a
Los	0.134	a	0.041	a	4.90	a
Lc	0.144	a	0.070	a	3.85	a
Lcs	0.088	a	0.043	a	2.59	a
Lb	0.127	a	0.032	a	5.17	a
Lbr	0.520	a	0.116	a	22.00	a
CV %	19.79		6.28		46.89	
ANDEVA	NS		NS		NS	

**Tabla 39. Extracción de Boro, Cobre y Carbono por las malezas (kg/ha)**

	B (ppm)		Cu (ppm)		C %	
Lo	0.023	a	0.036	a	309.10	a
Los	0.028	a	0.029	a	287.80	a
Lc	0.041	a	0.044	a	530.68	a
Lcs	0.032	a	0.028	a	342.64	a
Lb	0.013	a	0.027	a	199.63	a
Lbs	0.058	a	0.016	a	859.32	a
CV %	3.01		6		43.79	
ANDEVA	NS		NS		NS	

### 3.20.- Materia seca de malezas

Como se observa en la figura 2, el mayor peso se observó en labranza con bueyes más rastrojos, seguido de labranza convencional y labranza convencional más subsoleo; por el contrario la labranza con bueyes, labranza cero y labranza cero más subsoleo, fueron las que presentaron los menores pesos.

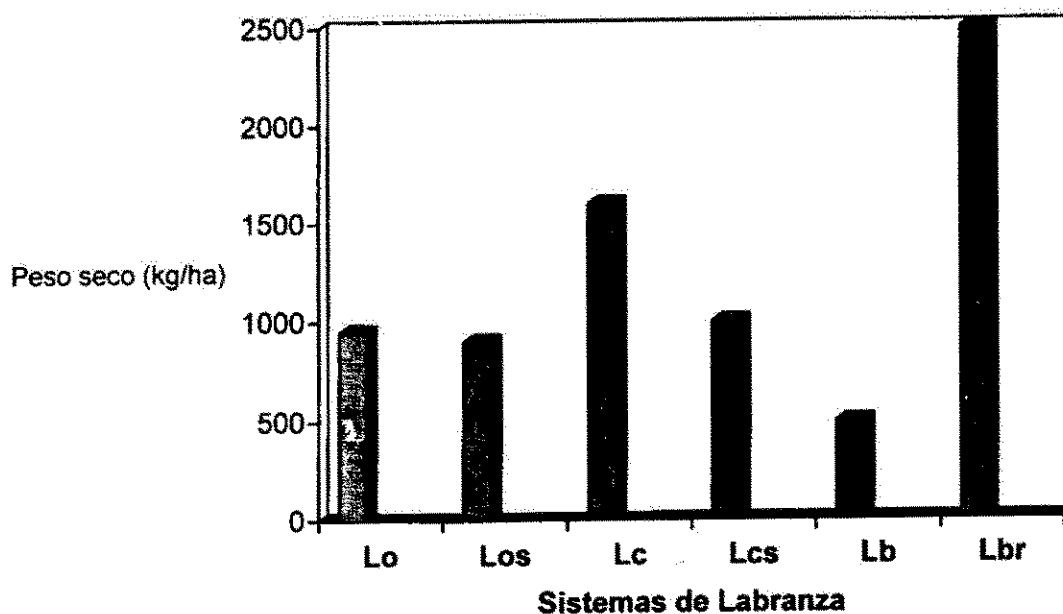


Fig 2. Materia seca de malezas (kg/ha)

#### IV.- CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y en las condiciones en que se desarrolló el experimento; se concluye que:

- Las extracciones de P, K, S, Ca, Zn, B, C y N, fueron mayores en labranza cero. Las de Fe, Mg y Mn en labranza con bueyes más rastrojo.
- Las menores extracciones se presentaron en labranza convencional en la mayoría de los elementos estudiados, excepto en Zn y B que fueron menores en labranza con bueyes más rastrojo y en Mn que la menor extracción fue en labranza convencional más subsoleo.
- La mayor acumulación de materia seca total se obtuvo en labranza cero y la menor en la labranza convencional.
- El índice poblacional de plantas fue más alto en labranza con bueyes más rastrojo.
- Se presentó un mayor número de mazorcas por hectárea en labranza con bueyes.
- El mayor rendimiento en grano se obtuvo en labranza cero.
- La altura de planta y diámetro del tallo fueron mayores en labranza cero.
- La maleza se vio favorecida al tener mayor peso seco en labranza convencional.
- ◆ El peso seco de maleza fue más bajo en labranza con bueyes.

## **V.- RECOMENDACIONES**

- 1- Sembrar el maíz con labranza cero ya que en este sistema se dio la mayor extracción de P, K, S, Ca, Zn, B, C y N; además este sistema representa una alternativa viable para el pequeño agricultor; pues el uso de ella le permite disminuir los costos de producción y ocupar una tecnología más accesible.
- 2- Dejar los rastrojos o residuos de cosecha sobre la superficie del suelo, con lo que se reduce la erosión y se disminuye la incidencia de malezas.
- 3.- En los próximos trabajo para el estudio de malezas, verificar las especies presentes en cada sistema de labranza.



## VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, E. F., Centeno, A. A. 1994. Efecto de sistemas de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 86 pp.
- Arana, M. V., Cruz, C. I. 1993. Eficiencia de adsorción del fertilizante nitrogenado en cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 de acuerdo al momento de aplicación del fertilizante utilizando N<sup>15</sup> como trazador. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 33 pp.
- Alexander, M. J., 1976 Factores de mineralización análogas al fósforo. En Agronomía de Colombia. 8. Pag 379 - 384.
- Alemán, F. 1991. Manejo de malezas. ( Texto básico) Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. Pag. 121 – 179.
- Arzola, P. N.; Fundora, H.O.; Machado, A.J. 1981. Suelo, planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 461 pp.
- Besoain, E. 1985. Mineralogía de las arcillas de los suelos. Julio Escoto B. (De). IICA. San José Costa Rica.p.665-669.
- Benton, J. J. 1983. Análisis de los tejidos de las plantas para micronutrientes. En Mortvedt, J.J. ; Giordano, P.M. ; Lindsay, W.L. AGT, SA. México. p.351-368.

- Brockman, C. R. 1987. Incidencia de los principales insectos plagas en maíz (*Zea mays* L.) bajo tres sistemas de labranzas en época de primera . Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, ISCA. 54 pp.
- Bubis, H. P. 1965. Acta Agronómica. XV (4): 100-142.
- Cordero & Ramírez, 1979. Acumulación de cobre en el suelo del pacífico sur de Costa Rica y sus efectos detrimentales en la agricultura. En Agronomía de Costa Rica. 1(3): 67\_78.
- Cubrero, D. F. 1994. Manual de Manejo y Conservación de suelos y agua. 2<sup>da</sup> (ed). Ministerio de Agricultura y Ganadería .San José , Costa Rica. 150 – 160.
- Cuadra, R. M. 1989. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. ISCA. 39.
- Doran, J. W. 1980 Soil microbial and biochemical changes associated with reduce tillage. Soil-Sci, Soc. Am. J. 44:765-771.
- Fuentes, Y. L. 1989. Suelo y los fertilizantes. 3ra(ed). Mundi-prensa. Madrid. Pp. 173\_185.
- Gavande, S. A. 1987. Física de suelos. Principios y aplicaciones. Limusa. México. Pp.107, 108, 113, 257- 260.
- García, J. F & García, R. C. 1982. Edafogía y Fertilización Agrícola . 1<sup>ra</sup> (ed). AEDOS. Barcelona, España Pag79 – 83.

- González, H. F.; Bervis, R. L. 1993. Efecto de diferentes niveles de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en labranza cero y en condiciones de riego. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 30 pp.
- Katyal, J. C. & Randhawa, N. S. 1986. Micronutrientes. Fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín de la FAO ( Roma ). N0 7: 3-5,27,41,53,65.
- Hodhiss, W.S.; Hageman, R.H.; Hargue. 1983. The amount of boron absorbed by soybean plants and its effect on their growth. plant physiol. En Mortvedt, J.J.; Giordano, P.M.; Lindsay, W. L. AGT, SA. México.p.652-660. Morre, D. P. 1983. Mecanismos de captación de micronutrientes por las plantas. En Mortvedt, J. J . ; Giordano, P. M.; Lindsay, W. Macroelementos en la agricultura. Mundi-prensa. México.p. 219-237.
- Lazo, M. Y.; Martínez, J. S. 1994. Efecto de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench y oca (*Abelmoschus esculentus* L.) Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 92 pp.
- López, B. L. 1991 Cereales. Cultivos herbáceos. Mundi- prensa. Madrid. p. 322-328, 342.
- Macroelementos Secundarios. Bases agroquímicas para la fertilización fosfórica. 1981. En Arzola, P.N.; Fundora, H. O.; Machado, A.J. Suelo Planta y Abonado. Pueblo y Educación. La Habana. p.146-149.
- Marín, L. 1990. Evaluación y comparación técnico-económico de diferentes niveles de mecanización en la producción de maíz en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, ISCA. 45 PP.

- Monnot, G. 1993. La cultura del oro verde: maíz. GEOMUNDO (México) XVII (9):306.
- Mortvedt, J. J.; Giordano, D. M.; Lindsay, W. L. 1983 Microelementos en la agricultura. 3ra (Ed). Mundi-prensa. México. Pag. 90-100.
- Morre, D.P. 1983. Mecanismos de captación de micronutrientes por las plantas. En Mortvedt, j. j.; Giordano, P.M.; Lindsay, W. L. 1983 Macroelementos en la agricultura. Mundi-prensa. México. p.267-269.
- Muzilli, O. 1983. Influencia de sistema de plantio directo, comparado con convencional, sobre la fertilidad da camada a rível do solo. R.Bras. Ci. Solo, Campinas, Sau Paublo. P. 95 -102.
- Pérez, R. S. 198. Influencia de diferentes de Nitrógeno y poblaciones de plantas sobre los rendimientos en maíz ( *Zea Mayz* L.). Agronomía Tropical. Vol XXVII: pag 228 – 252.
- Ramirez. R. 1974. Acumulación de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio por algunas líneas de Maíz. Agronomía Tropical. Vol 24: pag 335 – 339.
- Rava, H. 1991. Producción artesanal de semillas mejoradas de frijol. FAO-MAG. Nicaragua. 38 pp.
- Shenk. ; Fisher. ; Valverde. 1987.( Eds ). Escuela Agrícola Panamericana; El Zamorano. Departamento de protección vegetal. No 65: 27-52.

- Tapia, H. & García, A. 1983. Técnicas para la producción de maíz 1<sup>era</sup> ed  
DGTA/MIDINRA Managua, Nicaragua.
- Talavera, S. F. 1989. Efecto de Diferentes Niveles y Formas de Aplicación de  
Fertilizantes Fósforo en el Rendimiento del Frijol común (*Phaseolus vulgaris*  
L.) PCCMCA. Secretaría de Recursos Naturales . San Pedro Sula Honduras.  
Pag 1- 3.
- Toruño, F. M. 1992. Analisis económico de la producción de frijol común bajo tres  
sistemas de labranzas (Cero, mínima y Convencional ) y la rotación maíz –  
frijol. Tesis. Ing. Agr. Managua Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 57  
pp.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.1990. Plantas nocivas y como combatirlas.  
Control de plantas y animales . Modesto Rodríguez de la Torre  
(traductor). Limusa. Noriega. vol 2 : 30-40.
- Ortega,T. 1978. Química de suelos. Asimilabilidad de los nutrientes . Universidad  
autónoma de Chapingo. Departamento de suelos. AC. Chapingo. Departamento de  
suelos. Patena AC. Chapingo, México. Pp. 90-100.
- Ochse, J. J.; et al 1986. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales . Limusa.  
México. vol 2 : 249-262.
- Pearsons, D.B. 1990 Manuales para educación agropecuaria. México Editorial.  
Trillas, S.A. 385 P.
- Sáenz, P. R. 1991. Manual de sistema de labranzas para América Latina. Elección  
de sistemas de labranzas. Boletín de suelos de la FAO. p. 10, 23 -25, 41- 45.

57, 137. (Manual basado en el curso de capacitación, sobre sistemas de labranzas. 18 - 27 Noviembre, 1991).

Salmerón, F. & García, L.1994. Fertilidad y fertilización ded suelos. Managua, Nicaragua. p. 13-79.

Sillampaa, M. 1976. Los oligoelementos en los suelos y en la agricultura . Boletín de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Roma ). No 17:5-20.

Soza, et al.1978. Cero labranza en el cultivo del maíz. En Reunión Anual de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Plantas y Animales. (Memoria 39. del 28 de marzo al 2 de abril de 1978. San Salvador). Comité Organizador PCCMCA. San Salvador. Pp. 2-13.

Tapia, H.B & Camacho, H. A. 1988. Manejo Integrado de la producción de Frijol en Labranza Cero. Alemania Federal. GTZ . 181.

Toruño, F. M. 1992. Análisis económico de la producción de frijol común bajo tres sistemas de labranza (Cero, Mínima y convencional ) y la rotación maíz - frijol. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 57 pp.

Vega, J. E. 1990. Efecto de labranza sobre las plagas, la efectividad de herbicidas preemergentes y fertilización de nitrógeno en el sistema maíz - frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. Honduras. EL ZAMORANO. 65 pp.

Villanueva, O. B. 1977. Fertilidad de suelos. 1<sup>ra</sup> (ed) Chapingo ,México. Pag 31- 35,  
45 – 55, 101- 110.