# CUANTIFICACION DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE LABRANZA EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ "ZEA MAYS L" ICA V-109 EN EL CORREGIMIENTO DE LA NEGRA, MUNICIPIO DE SAMPUES (SUCRE) 

## TEOFILO ALFREDO NARANJO MEJIA

 NASLY DEL CARMEN CONTRERAS ROMEROTrabajo de Grado presentado como requisito para optar el título de ingeniero agrícola

Director:
ISMAEL SEGUNDO SANDOVAL ASSIA Ingeniero agrícola

Codirector:
JOSE ARROYO ANDRADE Ingeniero Mecánico

> UNIVERSIDAD DE SUCRE FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA
> SINCELEJO
> 2006
"Unicamente los autores son responsables de las ideas expuestas en el presente trabajo"

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Jurado

Sincelejo, 2006

## DEDICATORIA

A Dios, sobre todas las cosas.
A mi madre Maria $\mathfrak{M}$ Łjia $\mathcal{H}$ ernández, que para mí es la mıjor mamá del mundo; gracias por creer en mí.

A mi padre Tec filo $\mathfrak{N a}$ aranjo Aguas, que no alcanzó ver en mí, Lo que é quería
A Magali Hernández Mıjia y Marlene Hernández Jaraba. Con ellas la vida me regaló dos madres más.
$\mathcal{A}$ mis hermanos $\mathcal{E}$ der, William y $\operatorname{Danith}$ Stelfa que los quiero mucko.
$\mathcal{A}$ mis cuñados, Rem6erto Gómez Martines y Yiceth Aguas Jaraba
$\mathcal{A} \cup \mathcal{N} I S \cup C R E$, por ser la mijor.
$\mathcal{A}$ mis amigos en general.
En especial Daniel "ÕNañe" Pérez, Marlon Eduardo Sanes, Ella Oviedo Pérez y Neder Castro Castro, mi compadre.
$\mathcal{T E O F I L O} \mathcal{A L F R E D O} \mathcal{N A R A N J O} \operatorname{MEJ} 1 \mathcal{A}$
$\mathcal{A}$ Dios por darme sabiduría.
A mis padres, Lilia Romero Arrieta y $\mathbb{R}_{\mathrm{f}}$ fae โContreras Pérez por darme la vida.
 su apcyo.
$\mathcal{A}$ दa señora Miriam, el señor Dagoberto y a Marcos Aurefio, que me brindaron su ayuda y colaboración para poder alcanzar este triur fo.
$\mathcal{A}$ UNISUCRE, por abrirme las puertas y ser el escenario peifecto para convertirme en un excelente prcfesional.

NASLY CONTREKAS ROMERO

## AGRADECIMIENTOS

Ismael Segundo Sandoval Assia, Ingeniero Agrícola, Director del Proyecto, Por sus valiosas orientaciones.

José Arroyo, Ingeniero Mecánico, Codirector del Proyecto. Por su gran Apoyo y Colaboración.

Antonio Tovar Ortega, Ingeniero Agricola, Especialista en manejo de Aguas y Suelos, Profesional Universitario, Laboratorios de Suelo y Aguas de la Universidad de Sucre.

José Gregorio Arrieta, Tecnólogo, Auxiliar de Laboratorio de la Universidad de Sucre.

Eva Gómez Ingeniera Agrícola Auxiliar de Laboratorio de la Universidad de Sucre.

Al Señor Pablo, Maquinista de la Universidad de Sucre, por su disposición y empeño.

Ricardo Sierra, Ingeniero Agrícola, por su valiosa colaboración.
A la fundación BIOPAZ por su apoyo logistico. En lo personal a Ñañe Pérez y Marlon Sanes por su colaboración del 100\% en nuestro proyecto.

## A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para que el proyecto llegara a feliz término.

## TABLA DE CONTENIDO

Pág.
RESUMEN ..... 13
SUMMARY ..... 14
INTRODUCCIÓN ..... 15

1. ESTADO DEL ARTE ..... 17
1.1. Aspectos relacionados con el suelo y la labranza ..... 17
1.2. Respuesta del cultivo de maíz frente a la labranza ..... 20
1.3. Aspectos relacionados con los requerimientos del cultivo ..... 22de maíz frente a la labranza1.3.1. Ecología.22
1.3.1.1. Suelos ..... 22
1.3.1.2. Clima ..... 22
1.3.1.3. Agua ..... 23
1.3.1.4. Luz ..... 23
1.3.2. Prácticas Culturales ..... 24
1.3.2.1. Fitomejoramiento ..... 24
1.3.2.2. Fertilización ..... 25
1.3.2.3. Manejo de malezas ..... 26
1.3.2.4. Riego ..... 27
1.3.3. Siembra ..... 27
1.3.3.1. Preparación del terreno ..... 27
1.3.3.2. Épocas de siembra ..... 28
1.3.3.3. Densidad de siembra ..... 28
1.3.3.4. Semilla ..... 30
1.3.3.5. Siembra ..... 30
1.3.3.6. Raleo ..... 30
2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 31
2.1. Ubicación de la zona ..... 31
2.2. Sitio escogido ..... 32
3. METODOLOGÍA ..... 33
3.1 ADECUACION DEL TERRENO. ..... 33
3.1.1 Limpieza del terreno ..... 33
3.1.2. Trazado de parcelas ..... 33
3.1.3. Selección del sistema de labranza ..... 35
3.1.4. Toma de muestras de suelo ..... 36
3.2. LABORES EN EL DESARROLLO DEL CUL TIVO ..... 37
3.2.1. Semilla utilizada ..... 37
3.2.2. Siembra ..... 38
3.2.3. Fertilización ..... 39
3.2.4. Raleo ..... 39
3.2.5. Control de malezas y plagas ..... 40
3.3. DATOS FISIOLOGICOS (PARÁMETROS A EVALUAR) ..... 40
3.3.1. Período vegetativo y madurez fisiológica del cultivo ..... 40
3.3.1.1. Altura de la planta ..... 40
3.3.1.2. Número de hojas por planta ..... 40
3.3.1.3. Profundidad radicular efectiva ..... 40
3.3.2. Rendimientos de la producción ..... 40
3.3.2.1. Número de mazorcas por plantas ..... 41
3.3.2.2. Número de plantas por parcela ..... 41
3.3.2.3. Longitud y espesor de las mazorcas ..... 41
3.3.2.4. Número de hileras y granos por mazorcas ..... 41
3.3.2.5. Relación grano / tusa ..... 41
3.3.2.6. Peso de 100 granos ..... 41
3.3.2.7. Rendimientos y producción obtenidos ..... 41
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ..... 42
5. RENTABILIDAD ..... 43
6. RESUL TADOS Y DISCUSIÓN. ..... 44
6.1 EFECTOS PRODUCIDOS POR LABRANZA EN LAS ..... 44
PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO 6.1.1 Humedad. ..... 44
6.1.1.1. Contenido de humedad a los 15, 45, 75 y 105 días ..... 44
6.1.1.2. Precipitación ..... 47
6.1.2 Porosidad y densidad aparente ..... 50
6.1.3 Densidad real, textura y estructura. ..... 52
6.2 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LAS ..... 53 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO
6.2.1 Potencial de hidrogeno del suelo (pH) ..... 53
6.2.2 Materia orgánica ..... 54
6.2.3 Macro y micro nutrientes ..... 55
6.2.3.1 Macronutrientes ..... 55
6.2.3.2 Micronutrientes ..... 55
6.3 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LA ..... 58
FISIOLOGIA DEL MAIZ
6.3.1 Raíz ..... 58
6.3.2 Altura y número de hojas por planta. ..... 62
6.3.2.1 Altura por planta ..... 62
6.3.2.2 Número de hojas por planta ..... 64
6.4 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LA ..... 66 PRODUCCIÓN DEL MAIZ6.4.1 Características de la mazorca ........................................ 66
6.4.1.1 Longitud, granos e hileras por mazorca ..... 66
6.4.1.2 Diámetro superior, medio e inferior por mazorca ..... 69
6.4.1.3 Relación grano/tuza y peso de 1000 granos ..... 70
6.4.2 Rendimientos y producción obtenidos ..... 71
6.4.2.1 Total plantas sembradas por tratamiento y plantas faltantes. ..... 74
6.4.2.2 Total plantas sin mazorca ..... 74
6.4.2.3 Total plantas cosechadas por tratamiento ..... 76
6.4.2.4 Características del maíz bajo tres sistemas de labranza. ..... 76
6.5 ANÁLISIS ECÓNOMICO ..... 77
CONCLUSIONES ..... 78
RECOMENDACIONES ..... 80
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ..... 82
ANEXOS ..... 84

## LISTA DE TABLAS

Pág.
Tabla 1 Consumo de macro nutrientes, en Kg. / Ha según distintos ..... 26 niveles de rendimiento
Tabla 2 Consumo de micro nutrientes, en Kg . / Ha según distintos ..... 26 niveles de rendimiento
Tabla 3 Porcentaje de humedad (\%) en el suelo para los diferentes ..... 45
tratamientos a los 15,45 y 75 días de desarrollo del cultivo

$\qquad$
Tabla 4. Precipitación Caída Durante el Experimento ..... 46
Tabla 5. Valores promedio de densidad aparente y porosidad al ..... 50
inicio y final de la experiencia
Tabla 6. Factores que afectan la disponibilidad de micronutrientes ..... 56
Tabla 7. Macronutrientes y micronutrientes ..... 57
Tabla 8 Profundidad radicular a los 15, 45, 75 y 105 dias en el ..... 59desarrollo vegetativo del cultivo.
Tabla 9. Radio explorado horizontalmente por la raíz en el ciclo ..... 60 vegetativo del cultivo
Tabla 10. Valores promedio de altura y número de hojas por planta ..... 64
en el ciclo vegetativo del cultivo
Tabla 11: Resumen de las etapas fisiológicas del maíz ..... 68
Tabla 12. Valores promedio de longitud (cms), granos e hileras de ..... 69las mazorcas
Tabla 13 Diámetros y Longitud de las Mazorcas ..... 70
Tabla 14. Valores promedio de peso de granos, peso de 10 tusas, ..... 71
relación grano/tusa y peso de 1000 granos de mazorcas por parcela
Tabla 15. Producción, rendimiento y características de cosecha ..... 73
Tabla 16. Producción, rendimiento y características de cosecha (\%) ..... 74
Tabla17. Total plantas sin mazorcas ..... 75
Tabla 18. Características agronómicas y botánicas del cultivo ..... 77

## LISTA DE FIGURAS.

Pág.
Figura 1. Mapa de Sampues ..... 31
Figura 2. Limpieza del terreno. ..... 33
Figura 3. Trazado de parcelas ..... 34
Figura 4. Trazado y rotulado de parcelas ..... 34
Figura 5. Cero labranza ( $T_{0}$ ) ..... 35
Figura 6. Labranza con disco $\left(\mathrm{T}_{1}\right)$ ..... 35
Figura 7. Labranza con cincel $\left(T_{2}\right)$ ..... 35
Figura 8. Semilla utilizada ..... 38
Figura 9. Fumigación parcelas $T_{0}$ ..... 39
Figura 10. Siembra a chuzo ..... 39
Figura 11. Contenido de Humedad a los 15 cms durante el ciclo ..... 45
vegetativo del cultivo
$\qquad$
Figura 12. Contenido de Humedad a los 30 cms durante el ciclo ..... 46
vegetativo del cultivo
$\qquad$
Figura 13. Precipitación y déficit durante el ciclo vegetativo del ..... 48cultivoFigura 14. Pluviometria durante el ciclo del cultivo48
Figura 15. Densidades aparentes al inicio y al final de la experiencia ..... 50
a dos profundidades
Figura 16. Porosidad total al inicio y al final de la experiencia. ..... 51
Figura 17. Calicata y perfil del suelo ..... 53
Figura 18.Extracción de Muestras ..... 54
Figura 19.Profundidad Radicular a los 15,45,75 y 105 dias en el ..... 60
desarrollo vegetativo del cultivo
Figura 20. Radio explorado horizontalmente por la raíz a los ..... 60
$15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.

$\qquad$
Figura 21. Profundidad radicular a los 75 días de emergencia ..... 61
Figura 22. Altura de la planta a los 75 días de emergencia ..... 62
Figura 23. Altura de la planta a los 15,45,75 Y 105 días durante el ..... 63desarrollo vegetativo del cultivo.
$\qquad$
Figura 24. Número de hojas por plantas a los 15, 45, 75 y 105 días ..... 65en el desarrollo vegetativo del cultivo.Figura 25. Longitud de las mazorcas tomadas con un pie de rey66
Figura 26. Longitud, granos e hileras por mazorcas ..... 67
Fig. 27. Diámetros de las mazorcas tomadas con un pie de rey Figura 28. Diámetros de las Mazorcas ..... 70
Figura 29. Relación grano / tusa y peso de 1000 granos ..... 71
Figura 30. Producción y rendimientos ..... 72
Figura 31. Valores de producción y características de cosecha (\%). ..... 76

## LISTA DE ANEXOS

PágAnexo 1. Tratamientos y profundidad de arado. ..... 84
Anexo 2. Precipitaciones y déficit durante el cultivo ..... 84
Anexo 3. Análisis químicos al inicio y final de la experiencia. ..... 85
(Macronutrientes)

# Anexo 4. Análisis químicos al inicio y final de la experiencia. 93 (Micronutrientes) <br> $\qquad$ 

$\qquad$Anexo 6. Análisis Estadístico99

## RESUMEN

El presente trabajo se basa en un experimento que se llevó a cabo con el fin de medir cuantitativa y cualitativamente el rendimiento del maíz ICA V - 109 bajo tres sistemas de labranza, labranza cero, labranza con cincel rígido o labranza de conservación y labranza tradicional o labranza disco; se busca, además de medir el rendimiento y obtener el sistema de labranza adecuado al cultivo, conservar las propiedades inherentes al suelo.

Con cada sistema de labranza se establecieron 6 parcelas experimentales (repeticiones), para un total de 18 parcelas separadas entre si 2 metros, distribuidas en un área de $2000 \mathrm{~m}^{2}$, ( 50 mts de ancho $\times 40 \mathrm{mts}$ de largo). Cada parcela contaba con medidas de 10 mts de largo por 6 mts de ancho. Para poder medir el efecto de estos sistemas de labranza en el suelo y sus implicaciones en la producción y el desarrollo de la planta, se tomaron datos de las caracteristicas físicas y químicas de éste al inicio, y al final del desarrollo del cultivo, al igual que se obtuvieron datos de la profundidad radicular, altura y el número de hojas por planta a los $15,45,75$ y 105 días

Al finalizar la experiencia recolectamos la cosecha, y usando el método estadístico de bloques al azar, con los datos de pluviometría y demás, se determinó el rendimiento del cultivo bajo cada tratamiento en condiciones de suelos parecidas e iguales factores climáticos

Al final de la experiencia se encontró que la profundidad radicular, la altura y número de hojas por planta, así como la producción y rendimiento del cultivo fue mayor en la labranza con disco, aunque en condiciones de verano reinante durante el experimento el suelo con cero labranza conservó mejor la humedad que los otros sistemas debido a su microporosidad, a la acumulación de residuos de cosecha sobre su superficie y por ende a la reducción de la evaporación.

## SUMMARY

The present work is based on an experiment that was carried out with the purpose of measuring quantitative and qualitatively the yield of the corn ICA V-109 first floor three farm systems, farm zero, farm with vibratory chisel or conservation farm and traditional farm; it is looked for, besides to measure the yield and to obtain the appropriate farm system to the cultivation, to conserve the inherent properties to the floor.

With each farm system 6 experimental parcels settled down (repetitions), for a total of 18 parcels separated 2 meters to each other, distributed in an area of 2000 m 2 , ( 50 mts of wide $\times 40 \mathrm{mts}$ of long). Each parcel had measures of 10 mts of long for 6 mts of wide.
To be able to measure the effect of these farm systems in the floor and their implications in the production and the development of the plant, they took data of the physical and chemical characteristics from this to the beginning, and at the end of the development of the cultivation, the same as data of the depth radicular, height and the number of leaves were obtained by plant to the 15, 45 and 75 days.

When concluding the experience we gather the crop, and using the statistical method of blocks at random, with the pluviometria data and other, the yield of the cultivation was determined I lower each treatment under conditions of floors similar and same climatic factors.
At the end of the experience it was found that the depth radicular, the height and number of leaves for plant, as well as the production and yield of the cultivation was bigger in the farm with disk, although under conditions of reining summer during the experiment the floor with zero farm conserved the humidity better that the other systems due to its microporosidad, to the accumulation of crop residuals on its surface to the reduction of the evaporation.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz es uno de los renglones más importantes de la producción agrícola nacional. El maiz es uno de los principales cultivos transitorios de la agricultura colombiana tuvo su origen en América.

El maiz se encuentra ampliamente difundido en todas las regiones naturales del país, dada su especial adaptación a diversas condiciones agro climáticas y socioeconómicas. Geográficamente, el maíz se cultiva desde la Guajira hasta el Amazonas, desde la Costa Pacifica hasta los Llanos Orientales; En situaciones bien contrastantes, desde el nivel del mar hasta 3.000 m.s.n.m y precipitaciones desde menos de 300 mm al año en la Guajira, hasta 10.000 mm en el Chocó.

Desde el punto de vista socioeconómico, el maíz es producido en regiones altamente desarrolladas, con sistemas avanzados de tecnología y buena productividad y también en regiones marginadas con sistemas tradicionales de producción cuyo objetivo es el autoabastecimiento. En las regiones más pobres y deprimidas el maíz ha sido un soporte de la seguridad alimentaria, representa un seguro contra el hambre y una garantía de sostenibilidad para sobrellevar la crisis, tanto económica como social, que padecen los agricultores de estas regiones.

Existen en el país dos grandes sistemas de producción: el tecnificado y el tradicional, el maíz tecnificado se desarrolla en terrenos planos, generalmente en extensiones superiores a las 5 hectáreas que permiten una labor mecanizada y el cultivo tradicional se realiza en su mayoria en terrenos de ladera, áreas de colonización o zonas con suelos relativamente pobres con déficit de precipitación y en extensiones menores de 5 hectáreas, en este sistema no se hace uso de la mecanización, y las practicas de cultivo se realizan de acuerdo con las tradiciones trasmitidas oralmente.

Hay que destacar que la producción de dicho cultivo a decrecido enormemente, especificamente en nuestro departamento (Sucre), presentándose rendimientos del orden de $1.3 \mathrm{Ton/Ha}$, con semillas criollas y algunas certificadas como la ICA V-109. De este dato se puede inferir que nos encontramos por debajo del promedio nacional en monocultivo, el cual es de 3.2 Ton/Ha.

Esta situación se presenta más que todo a nivel de nuestro campesinado, quienes cultivan esta gramínea en monocultivo o en asocio con yuca o ñame, en áreas que oscilan entre $1 / 4$ de tierra (cuarterón) y 5 Has., utilizando el sistema tradicional (arada y rastrillada).
Esta disminución en los rendimientos del cultivo de maiz en nuestra zona resulta de la poca o nula asesoría técnica a nuestros campesinos por parte del gobierno nacional, referentes tanto a prácticas ecológicas (suelo, agua, etc.), como a labores culturales (malezas, fertilización), y ambientales, dando resultados catastróficos, en muchos casos, tales como: La degradación de los suelos, por no existir rotación de cultivos, eliminación de la cobertura vegetal (Navario Bravo, 15S8), suelos compactados al trabajar a una misma profundidad el arado de disco, y el desconocimiento del contenido nutricional del suelo en la época de preparación del terreno para la siembra, entre otros. A raíz de esto, el pequeño productor cada vez está más propenso a que su siembra fracase, por lo que, por medio de esta investigación se espera sugerir el sistema de labranza más adecuado al cultivo del maíz, que conserve el suelo y mejore su producción. Esto último lo lograremos con la "Cuantificación del efecto de tres sistemas de labranza en la producción de maíz Zea Mays L ICA V-109 en los suelos de las sabanas de Sucre, específicamente en el corregimiento de la Negra, municipio de Sampués", empleando araáo dee disco y rasírmiacio, aracoo de cincel rígráo y rastra de aiscos, y utlizancóo el sistema de ceıo iabranza.

## 1. ESTADO DEL ARTE

### 1.1. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL SUELO Y LA LABRANZA.

Estudios realizados por el SENA (1586), definen la labranza como las operaciones necesarias de preparación del suelo para mantenerlo mullido y limpio de malas hierbas durante el cultivo. Dichas labores de preparación del suelo varian en función del tipo de suelo, de su humedad, del apero utilizado y del tipo de siembra elegido.

Se quiere con esto, además de facilitar la germinación de la semilla y posterior desarrollo de las plantas sembradas, lograr modificar por medios mecánicos las condiciones físicas originales del suelo para mejorarlas de acuerdo al fin perseguido. (Lorente Hierrera - Janez Gostincari, 1998).

En consecuencia, se puede clasificar los tipos de labranza en: cero, mínima, conservación y mecánica o tradicional. En esta última se utiliza un tractor con un arado, ya sea de cincel rígido o vibratorio, de disco, de vertedera o rotavator (rotatorio), según la necesidad del cultivo o la disponibilidad económica y de maquinaria en la zona. En Sucre, específicamente se utiliza en un $85 \%$ la labranza mecánica con arado de disco, un $5 \%$ arado de cincel y un $10 \%$ de labranza cero. Datos estadísticos del URFA, 2000 .

Asimismo, Sanácval ( 2000 ) dice que los arados de disco cortan, levantan, desmenuzan y voltean el suelo, mientras que los de cincel fragmentan arcillas compactadas o rompen el fondo de los surcos endurecidos por el continuo uso del arado de disco trabajando a la misma profundidad, durante muchos años.

De otro lado, Maiagón y Monienegro (19SC), afirman que en Colombia la preparación del suelo rara vez se practica en función del tipo de suelo y del cultivo a sembrar, y con frecuencia se realiza más con propósito de controlar malezas o incorporar residuos vegetales para facilitar el trabajo de las sembradoras, lo que encarece la preparación y perjudica la estructura del suelo. Este deterioro físico (relacionado con la pérdida de estructura y
remoción del horizonte orgánico), acompañado con el deterioro de las propiedades químicas (relacionadas con la lixiviación de nutrientes y cambios en el pH ), determinados ambos factores por el uso inadecuado del suelo, sin tener en cuenta su aptitud, a conllevado al aumento de la erodabilidad y a la pérdida de la capacidad de producción y auto regeneración de los suelos de las sabanas. (Gobernación dee Sucie, Informe dé ccyuntura agropecuario, 1599-2000).
En cuanto a la materia orgánica (Chagas, 1554 cilado por Gutiérrez, 2000), afirma que es un factor importante para mantener una buena estabilidad de agregados, aunque su efecto dependerá de la cantidad, naturaleza del material y la manera como es incorporada. Dicho autor encontró que la estabilidad de agregados varía con la labranza y los sistemas de cultivo y juegan un papel importante en la relación suelo-planta. De Igual modo, comenta Maíagón (1S9C), que al incorporar materia orgánica al suelo, ésta se descompone liberando diferentes ácidos orgánicos que favorecen la formación de la estructura o su conservación; no obstante, se ha observado que la materia orgánica dejada sobre la superficie del terreno aumenta su grado de infiltración y disminuye la susceptibilidad a la erosión, puesto que impide el efecto directo de las gotas de lluvia y ayuda a la penetración del agua. En Sucre, según estudios realizados por Fenaíce en convenio con la Universıáad áe Sucıe, 20C4, la materia orgánica sólo alcanza en los suelos entre 2.0-2.5\% debido a que la práctica cultural generalizada es la limpia, el despalite y la posterior quema de la maleza en la preparación de los suelos para la siembra; posteriormente se ara con arado de disco y en algunos casos se usa uno o dos pases de rastrillo, lo que minimiza la incorporación de material vegetal al suelo, como fuente importante de materia orgánica.

Uno de los factores que más incide en el normal desarrollo del cultivo del maíz es la sequía, la cual afecta la producción agrícola en cerca del 60\% de las tierras de los trópicos (entre la línea ecuatorial y los $30^{\circ}$ de latitud sur y los $30^{\circ}$ de latitud norte) (Sánchez, Nicholaides y Couto, 1977). Por tanto, las
sequías reducen los rendimientos del maiz en cerca de $15 \%$ anualmente en las tierras bajas tropicales y subtropicales, llegando a causar pérdidas estimadas en 16 millones de toneladas de grano (Edmeades, Bolaños y Lafitte, 1992).

Cuando la sequia ocurre durante el establecimiento del cultivo muchas plántulas mueren y la población se reduce y como este (maíz), tiene una escasa capacidad para producir macollos productivos, no puede compensar el efecto de la sequia, aún cuando las lluvias sean adecuadas en el resto de la estación.

Si la sequía ocurre durante el llenado del grano, la velocidad y la duración del período de llenado decrecen; esto ocurre a causa de una reducción en la fotosíntesis y una aceleración de la senescencia foliar. Dicho estrés del llenado del grano por lo general ocurre cuando las lluvias terminan temprano, en comparación con otros años. (FAO, ZCOC).

A medida que el cultivo mueve agua en el suelo por evapotranspiración, se desarrolla un déficit de agua en la planta. Si el cultivo transpira agua más rápido de lo que puede ser reemplazada del suelo, se desarrolla déficit de agua en la planta y sus efectos sobre el crecimiento celular se expresan en tasas de elongación de las hojas, el incremento de la altura y el cese abrupto de la producción de nudos y flores. Además el cese de agua afecta la fotosíntesis y la transpiración, ya sea directa o indirectamente, a través de los estomas (Hearn, 1580, cilaáo por Mena'cza y Mercaa'o, 15S2, cilaa'o por Cspina, 1SSC).

La sequía durante la etapa de establecimiento del cultivo puede matar las plantas jóvenes y reducir la densidad de población. El principal efecto de la sequía en el periodo vegetativo es reducir el crecimiento de las hojas, de tal modo que el cultivo intercepta menos radiación solar por lo tanto menos fotosíntesis y producción de fotosintatos. Alrededor de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de los estigmas hasta dos semanas
después de ésta), el maiz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser muy seriamente afectado si se produce sequía durante ese período, porque: Durante el llenado de granos, el principal efecto es reducir el tamaño de éstos y ya que de estos depende el rendimiento $\$$ del cultivo, y es necesario que no se vean afectados.

En consecuencia, los periodos prolongados de sequía o una mala distribución de las lluvias ocasiona una merma en el rendimiento o pérdida total del cultivo, caso frecuente en el departamento de Sucre, especialmente en el municipio de Sincelejo, que cuenta con menos de tres distritos de riego de propiedad de algunos grupos de campesinos beneficiados con la reforma agraria y los programas de riego del antiguo INAT, hoy INCODER.

### 1.2. RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ FRENTE A LA LABRANZA

La habilidad del suelo para soportar la vegetación, depende principalmente de su adecuación como medio para el crecimiento de raices (Kramer, 1983). Por su parte, la habilidad de la raíz para encontrar espacio en el cual crecer o forzar su camino en el suelo, es a veces el factor limitante más importante para el crecimiento de la planta (Russell, 1973). Estas limitantes debido a condiciones de compactación a profundidades del suelo sobre el piso de arado, combinado con altas fluctuaciones del contenido de agua y temperatura del horizonte superficial del suelo, puede resultar en una mayor vulnerabilidad del cultivo a la aireación y a un estrés de humedad o nutrimentos (Materechera et al., 1993).

Por su parte, la resistencia mecánica del suelo y la densidad aparente son variables que miden el grado de compactación de los suelos y, además, tienen un efecto determinante sobre el desarrollo radicular y el movimiento de agua y aire. En los sistemas de siembra directa, la resistencia mecánica del suelo y la densidad aparente son altas en comparación con los métodos de labranza convencional (Vásquez et al., 1989; Hill y Cruse, 1985; Hammel, 1989). Sin embargo, es importante destacar que la resistencia mecánica del
suelo decrece con el aumento del contenido de humedad del mismo (Rhoaa's y Wright, 1581).
Además, comenta Cspina (15SS), que los problemas de compactación del suelo inciden desfavorablemente sobre el desarrollo radicular, reduciendo la porosidad y el intercambio gaseoso, incrementando la densidad aparente, disminuyendo la capacidad de infiltración, dificultando la absorción de agua y nutrientes, y como consecuencia, la disminución de la cosecha.

Por su sistema radicular en forma de cabellera, el maíz es una planta sensible a la exploración de capas profundas del suelo de acuerdo con el grado de facilidad que éste ofrezca. En la agricultura el aceptar que la planta tenga un sistema radicular denso y profundo, es ventaja, debido a que le permite sobrevivir a ciertas condiciones adversas como por ejemplo periodos de sequías. (Bamfoıd $\epsilon t$. Al. 1591 citacio por Núñez U. Y a'e Bisbal, 19S8). La labranza mecanizada puede causar un severo impedimento mecánico al crecimiento de las raíces en suelos tropicales altamente meteorizados, y el sistema de no labranza por sí sólo, no puede ser usado satisfactoriamente en suelos compactados (Bãver et al, 1S56. Gãvana'e, 1S87).

En general las especies vegetales deben responder según sus propias características genéticas a las diversas condiciones físico mecánicas generadas por los diferentes sistemas de preparación de suelos; aunque suelen ocurrir complicaciones por la interacción de variables tales como química del suelo, competencia de malezas, salinidad, ataques de plagas y enfermedades, etc. (Lozano, F. Y Castıo, B. 199\%). Estos autores en su trabajo Propuesta de Metodología Para el desarrollo de Modelos de Labranza", encontraron que tanto la respuesta del cultivo, como el comportamiento de los valores de contenido de humedad, indice de cono y demás características, muestran la ineficiencia de un tratamiento de labranza cero sin una buena cobertura vegetal.

### 1.3. ASPECTOS RELACIONADOS CON LOS REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE MAİZ

### 1.3.1. ECOLOGÍA

1.3.1.1. Suelos: El maíz se cultiva a lo largo y ancho de la geografia colombiana adaptándose a una amplia variedad de suelos formando parte de la dieta y economía campesina.

En general, para la siembra de maiz, los suelos deben presentar las siguientes características: profundos, buena disponibilidad de nutrientes, buena permeabilidad, gran capacidad de retención de agua, libre de inundaciones y encharcamientos, con textura franca y sus combinaciones. Normalmente requiere entre 550 a $650 \mathrm{~m} . \mathrm{m}$ de agua, bien repartidas durante el ciclo vegetativo y P.H entre 5.5 y 7.0 (Corpoica Turipana.Org.Co, 2004)
1.3.1.2. Clima: La temperatura junto con la luminosidad influyen directamente sobre el periodo vegetativo del maíz, estando la temperatura ideal entre 20 y $29^{\circ} \mathrm{C}$, con una temperatura mínima de $13^{\circ} \mathrm{C}$, el maíz se encuentra distribuido en todo el país, ya que tiene una gran diversidad de tipos y variedades que pueden adaptarse a casi todas las condiciones climáticas en altitudes que van de 0-3.500 m.s.n.m. Las plantas emergen entre los 5 y 10 días después de la siembra.

Son convenientes las noches frescas, los días soleados y las temperaturas moderadas para lograr altos rendimientos por unidad de superficie.( Rincón, 1980 , citado por Durante y Ruiz, 1989).
1.3.1.3. Agua: Las necesidades de agua varian de acuerdo a los diferentes ciclos del desarrollo del cultivo, especialmente en la época de rápido crecimiento, floración, polinización y desarrollo de grano (Larios, 1997).
El maíz marca su máxima demanda de agua durante la iniciación de órganos reproductores (la cual ocurre entre dos a tres semanas antes y después de la floración.), por lo cual un déficit de agua durante este período reduce los rendimientos hasta en un $22 \%$, pero si el déficit se prolonga seis u ocho dias la reducción es de 50\%; (Avella T, 1989, citado por Ospina).

La pluviosidad debe ser superior a 450 mm ., con lluvias bien distribuidas durante el ciclo vegetativo del cultivo. Generalmente, el maíz requiere 550 -

650 mm . De acuerdo con investigaciones realizadas en C.I.Turipana, localizada en el municipio de cerete (Córdoba), sea encontrado que 400 450 mm . Son los requerimientos totales de agua para alcanzar rendimientos superiores a 4 Ton/Ha. con las variedades ICA V- 156 e ICA V- 109. (Corpoica - Turipana, 200z).

Si en el cultivo de maíz se incrementan los periodos de sequia, puesto que entonces los estomas se cierran, se reduce la fotosíntesis y por lo tanto el rendimiento final es menor. Es de saberse que el máximo requerimiento de agua por la planta de maíz, es durante la fase inicial de la floración, ósea 15 dias antes del espigamiento, hasta que esté completa, formada y llena la mazorca (formación de los granos hasta alcanzar el estado lechoso), equivalente al $45 \%$ de las necesidades totales de agua. (Lorente HerreraJanez Gostincari, 1998).
1.3.1.4. Luz: El maiz requiere alta luminosidad especialmente en el periodo de grano para dar una alta producción, por lo que se deben adaptar prácticas como orientación de los surcos y densidad de siembra de tal forma que aprovechen al máximo la intensidad lumínica. (Corpoica Turipana, 2004).
La luz afecta la fonología y morfología de la planta, fundamentalmente en la fotosíntesis, por medio de reacciones de fotoperiodo, elongación, y otras, donde el fotocromo tiene importancia múltiple. A intensidades altas puede afectar la temperatura de la planta.
Los periodos largos de sequía, sombrío y agua, causan reducciones del área foliar y del rendimiento en grano de la planta de maiz (Ospina J. Gabriel, 1999).

Barnett (1988), citado por Arrieta y Meléndez (1986), determino que durante el periodo de llenado de los granos en maíz, las hojas por encima de la mazorca superior son las más activas y reciben la mayor parte de la luz que cae sobre el follaje. Se estiman que estas hojas y las de la parte media,
elaboran $85 \%$ de los productos fotosintéticos que se traslocan a los granos llegando al $15 \%$ restante de otras parte de la planta, como el tallo, el capacho, etc.

### 1.3.2. PRACTICAS CULTURALES

1.3.2.1. Fitomejoramiento: La calidad de la semilla es un factor importante en el establecimiento y producción del cultivo para el caso del maíz se cuenta con variedades criollas, regionales y mejoradas, así como también híbridos de alto potencial de rendimiento.

La semilla es el insumo de menor costo por área en el cultivo de maíz, pero es el componente que mas incide en la producción por lo que es conveniente sembrar semillas mejoradas de variedades genéticamente puras El maiz es una de las plantas cultivadas con mayor atención por parte de los fitomejoradores en todo el mundo, surgiendo un sinnúmero de variedades e híbridos, adaptados a diferentes suelos y climas; con resistencia a ciertas plagas y enfermedades, al vuelco, etc., todo esto trae como consecuencia una mayor producción de materia seca (rendimiento en grano), plantas de
alturas uniformes y medianas, mazorcas bien formadas, granos, etc. (Rincón, 1980).
Entre las variedades de mayor uso en Sucre están: el ICA V-109, el ICA V156 (Blanco) y el ICA V-305. Los hibridos no se cultivan en el departamento, ya que los costos de semilla, manutención y manejo son altos y no se compensan con la baja producción de la región. (FENALCE, 2005).
1.3.2.2. Fertilización: Uno de los factores más importantes que determinan los bajos rendimientos del maiz en los trópicos, lo constituye la baja fertilidad de los suelos, siendo el nitrógeno el nutriente mas limitante que, además, es
el elemento primordial en la diferenciación entre agricultura de altos y bajos insumos. (Garcés y Humanez, 1995).

El maíz responde bien a los diferentes fertilizantes, simples y compuestos. Su respuesta mejora cuando las labores culturales que el cultivo requiere se realizan bien y oportunamente. Un cultivo hecho con semilla mejorada, población adecuada, buen control de plagas y malezas, buen manejo de riego y drenaje, puede aumentar su producción hasta en 20 kilos de grano por cada kilo de Nitrógeno aplicado. (Monómeros Colombo - Venezolanos, 1991)

En la Región Caribe, específicamente en Sucre, el principal limitante de la producción es el nitrógeno, debido al déficit de este elemento en el suelo. En esta zona los fertilizantes más utilizados son: sulfato de amonio, la urea, y los fertilizantes compuestos (15-15-15 y 10-30-10); además de el cloruro de potasio, el superfosfato triple y los fosfatos diamónicos, los cuales son todos abonos que dan buenos resultados tanto en el maiz como en el sorgo, cuando se usan adecuadamente, de acuerdo con las condiciones del suelo y del cultivo. (FENALCE, 2CO5).

Recomendaciones generales para la fertilización del maíz en la Costa Atlántica, de acuerdo con los análisis de suelo resultado de las investigaciones realizadas por el /CA, ZCO3.

Tabla 1 Consumo de macro nutrientes, en $\mathrm{kg} / \mathrm{Ha}$ según distintos niveles de rendimiento

|  | Macronutrientes <br> primarios |  |  |  | Macronutrientes <br> secundarios |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Rinde en q/ Ha | $\mathbf{N}$ | $\mathbf{P}$ | $\mathbf{K}$ | $\mathbf{C a}$ | $\mathbf{M g}$ | $\mathbf{S}$ |  |
| 80 | 170 | 31 | 128 | 45 | 40 | 23 |  |
| 94 | 230 | 40 | 230 | 50 | 50 | 50 |  |


| 140 | 348 62 | 2 25 | 56 | 75 | 80 | 46 |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Tabla 2 Consumo de micro nutrientes, en kg / Ha según distintos niveles de rendimiento |  |  |  |  |  |  |
| Micronutrientes |  |  |  |  |  |  |
| Rinde en $\mathrm{q} / \mathrm{Ha}$ | Zn | Fe | Mn | Bo | Cu | Mo |
| 80 | 0,13 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,03 |
| 94 | 0,15 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,03 |
| 140 | 0,22 | 0,15 | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,05 |

1.3.2.3. Manejo de Malezas: Generalmente se acepta que las malezas compiten directamente con los cultivos por luz, agua, nutrientes, espacio y que indirectamente causan perdidas económicas al afectar los costos de producción, rebajar la calidad del producto cosechado y posibilitar una mayor incidencia de enfermedades y plagas (Cayón y Riveros, 1993).
En Colombia, las malezas causan reducción de los rendimientos de maiz, la cual varía entre $10 \%$ y $84 \%$, dependiendo del tipo y número de malezas asociadas con el cultivo. La causa principal de las pérdidas de producción debidas a las malezas es la competencia por los recursos de producción: luz, agua y minerales.Las malas hierbas afectan los costos de producción, los rendimientos y la calidad de las cosechas. La determinación de la época en la cual las malezas compiten notoriamente con el cultivo es de interés, porque se les puede manejar técnicamente en los aspectos de: numero de desyerbas, proteccion del medio ambiente y selección de herbicidas.En clima calido, el período critico de competencia del maiz ocurre entre los 25 y 30 días después de la emergencia.Debido a lo anterior, es necesario que el control se inicie poco después de la emergencia y se mantenga por 4 a 5 semanas. En general, el cultivo de maíz necesita estar libre de competencia durante el primer tercio del ciclo vegetativo (Cayón y Riveros, 1993).
1.3.2.4. Riego: Cuando la cantidad y la distribución de agua lluvia no es suficiente para el maiz, es necesario aplicar riego complementario con el fin alcanzar los máximos rendimientos.

La aplicación de uno a tres riegos espaciados de 15 a 20 días, pueden ser suficientes, requiriéndose un caudal de $1 \mathrm{Lt} /$ seg. $/ \mathrm{Hr}$.
El maíz requiere aproximadamente 750 Lts . de agua por Kg . de grano producido. La etapa critica durante la cual se debe regar el maíz comprende las tres semanas anteriores a la emergencia de la espiga y se extiende hasta la florescencia (Colpoica, 20C4).
En la zona de Sucre, especialmente en Sincelejo, las lluvias caen en forma dispersa y con una distribución no uniforme, encontrándose que en los últimos años la variación ha sido notoria.

### 1.3.3. SIEMBRA

1.3.3.1. Preparación del terreno: Antes de la siembra debe realizarse la preparación del terreno, la cual tendrá por objeto la obtención de una tierra mullida en profundidad, pero sin que quede demasiado hueca; además se pretende eliminar las malas hierbas en superficie, desterronar la tierra y nivelarla.
En sistemas mecanizados es importante que los implementos utilizados sean los más adecuados para el tipo de suelo que se va a sembrar, lo que evita problemas futuros de compactación de los suelos haciéndolos muchas veces improductivos.

En Sucre se siembra con un pase de disco, muchas veces sin rastrillar para disminuir costos de producción. Las áreas sembradas han disminuido y las existentes abarcan pequeños cultivos de pancoger, combinadas con otros cultivos como yuca, ñame, frijol y en muchas ocasiones se da una asociación de estos cultivos en la misma parcela.
En el departamento se tienen tres zonas de tradición maicera: Montes de María, Sabanas y San Jorge. La mayor área sembrada está en la región Sabanas, seguida por los Montes de María. (FENALCE, 2005)
1.3.3.2. Época de siembra Castellar (1976), citado por Durante y Ruiz (1989) afirma, que con adecuadas fechas de siembra se aprovechan mejor los factores climáticos, reduciéndose la incidencia de plagas, enfermedades y cosechándose el cultivo en tiempo seco.
Giraldo Pineda(1982), citado por Durante Y Ruiz(1989), indica que el factor época de siembra es determinante en la altura de la planta y de la mazorca superior, ya que juegan un papel importante, en forma conjugada, factores como luminosidad,temperatura,precipitación y suelos, entre otros, que interactúan en la planta influyendo en su desarrollo
En la región caribe se hacen dos siembras de maiz al año, la primera se hace entre abril y mayo. La segunda se hace en los meses de agosto y septiembre. (Serie semillas de identidad, 2001). En Sucre existen tres calendarios de siembra: en la región San Jorge se siembra entre diciembreenero; en la región Sabanas en los meses de abril-mayo y en los Montes de María entre julio y agosto. (FENALCE, 2005)
En términos generales, las épocas de siembra están bien definidas en todas las regiones del país y generalmente coinciden con la iniciación de las lluvias. Esto es importante en zonas que carecen de posibilidades de riego, debido a que el maiz requiere de suficiente humedad para su crecimiento inicial.
1.3.3.3. Densidad de siembra: La densidad de siembra depende de la disponibilidad de agua, fertilidad del suelo y las caracteristicas fisicas de este. La densidad óptima es aquella que produce el mayor rendimiento en grano cuando el cultivo se desarrolla en condiciones no limitantes (buenas condiciones de suelo, fertilización adecuada y buena humedad disponible en el suelo), es distinta para cada variedad y debe ser establecida para las variedades ampliamente sembradas en la región. Corpoica (2004). Los campesinos en Sucre emplean bajas densidades, sin tener en cuenta las recomendaciones hechas para las variedades. Se siembra con 80 a 100 cms . entre plantas y de 100 a 120 cms. entre hileras.

Con una densidad alta hay mayor consumo de agua en las primeras etapas del cultivo, agotando rápidamente las reservas de humedad del suelo. (Rincón, 1980).
Para el cálculo de densidades de siembra, existe en la agricultura una norma importante a tener en cuenta: si se siembra el cultivo demasiado denso, las producciones son menores a las esperadas (competencia entre plantas); por el contrario, si la densidad de siembra es baja, la productividad por planta es elevada, pero la productividad total de la parcela no es compensada, debido a la falta de plantas (Lorenie, 15S8).
Con base en los resultados de ensayos realizados por Corpoica y teniendo en cuenta las características de los maíces recomendados, se han establecido las siguientes distancias y densidades:

Para siembra manual en cuadro utilizar una distancia de $80 \mathrm{cms} \times 80 \mathrm{cms}$, sembrando cinco semillas por sito para dejar tres plantas luego del raleo, para una población de 47 mil plantas/ha; o sembrar a $90 \mathrm{cms} \times 90 \mathrm{cms}$, depositando cinco semillas por sitio, para dejar cuatro plantas al raleo, dándose una población de 49 mil plantas/ha. También en siembra manuaís se recomiendan distancias entre surcos de 80 cms a 50 cms y entre sitios d'e 40 a 50 cms , con tres semillas por sitio, para dejar dos plantas al raleo, para una población entre 44.000 y 50.000 plantas/ha.
1.3.3.4. Semilla: La calidad de la semilla es un factor importante en el establecimiento y producción del cultivo. Para el caso de la Costa Atlántica, además de las variedades criollas, se cuentan con variedades e híbridos mejorados con buenas características agronómicas y alto potencial productivo; sin embargo, es importante tener en cuenta algunos criterios para la elección de la variedad o híbrido a sembrar, como experiencias anteriores propias o ajenas; altitud, temperatura y precipitación; en lo posible observación cuidadosa de resultados de pruebas regionales y calidad de semilla en relación con su origen, porcentaje de germinación, tamaño y
sanidad, ya que con esto los productores que utilizan esta clase de semilla y dan al cultivo el manejo adecuado, tienen casi asegurado un alto rendimiento. Corpoica (2CC4).
1.3.3.5. Siembra: Se debe efectuar con el inicio de las lluvias, teniendo en cuenta que las lluvias tardías retrasan la floración femenina, con duración corta del período de llenado de grano. (Giraldo Pineda (1982), citado por Durante y Ruiz (1989).

Como medidas de prevención se hacen las siguientes observaciones: siembre hasta que el régimen de lluvia esté establecido: no siembre en seco esperando que el maiz germine con la primera lluvia, esto es riesgoso, y siembre cuando el suelo haya acumulado suficiente humedad y una temperatura entre $15^{\circ} \mathrm{C}$. y $30^{\circ} \mathrm{C}$., esto es ideal para que el grano germine.
1.3.3.6. Raleo: El raleo se debe realizar a los 10 días, cuando el maíz tenga una altura de 15 a 20 cms , para dar mayor espacio a las plantas definitivas y dejar la población recomendada. (Ospina Gabriel José, 1999)

## 2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. Ubicación de la zona: El municipio de Sampués esta localizado al Occidente del Departamento de Sucre y hace parte de la subregión Sabanas, como una extensión de $209 \mathrm{Km}^{2}$ y con una distancia desde la capital de 17 Km. Limita al Norte con el municipio de Sincelejo, al Sur y Occidente con Chinú (Departamento de Córdoba) y al Oriente con los municipios de Corozal y el Roble.

El clima es calido con una temperatura media de $26^{\circ} \mathrm{C}$ y $29^{\circ} \mathrm{C}$ y
precipitación entre 1000 y 1200 mm anuales. Posee una humedad relativa promedio de $75 \%$ (PBOT). Es de anotar que el municipio de Sampues hace parte del acuífero de la formación Morroa. En cuanto al régimen de lluvias, se caracteriza por ser Mono-modal, el cual va desde abril a noviembre. Su topografía comprende un relieve ligeramente ondulado en la parte de los resguardos indígenas y más plano en la parte de Sabanas.
Su división territorial esta conformado por 16 corregimientos y 11 veredas, siendo la zona urbana el epicentro de las actividades administrativas y de servicio.


Figura 1 Mapa de Sampues
2.2. Sitio escogido: La parcela o terreno donde se encuentra ubicado el modelo experimental es la finca La España en el Corregimiento La Negra, Municipio de Sampues, Departamento De Sucre, la cual tiene un área de $20.000 \mathrm{~m}^{2}$, posee una pendiente aproximada del $3 \%$, La finca se encuentra a escasos 2 (dos) kilómetros del Municipio de Sampues. Está comunicada con Sincelejo a través de la troncal de occidente que permanece en condiciones transitables durante todo el año.

A través de los años la finca en mención a sido utilizada para la siembra de cultivos de pancoger (ñame, maiz, yuca, etc.), incorporándose en la actualidad frutales de diversas especies.
La escogencia del área a trabajar se debió a un minucioso recorrido que se hizo por toda la finca teniendo en cuenta la experiencia del campesino encargado de ésta y de la observación directa que se hizo del suelo, encontrándose un Franco arenoso, y un horizonte edafológico (horizonte A) de unos 12 a 15 cms . de profundidad. La pendiente natural del terreno favorece el drenaje de excesos de agua, necesario en el cultivo de maíz, que requiere de suelos profundos, fértiles y bien drenados (Larios, 1997).

## 3. METODOLOGÍA

3.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO: Es muy importante proporcionar un buen ambiente para la germinación de la semilla, el crecimiento de las raíces y favorecer el desarrollo de la planta durante el ciclo vegetativo.
Incorporar materia orgánica y residuos de cosecha de cultivos anteriores o simplemente dejando sobre el suelo como "colchón" protector para que se vayan descomponiendo.
3.1.1 Limpieza del terreno: Una vez escogida dentro del terreno el área a utilizar para el montaje de la investigación, se procedió a la limpieza, consistente en el desmonte, con el fin de facilitar las labores siguientes.
Este paso se llevó a cabo unos días antes de las labores de arado, en la cual se utilizaron machetes durante cuatro dias aproximadamente (Ver figura 2). Es de saberse que los residuos de la cosecha anterior fueron dejados en el mismo sitio de la limpia, siendo incorporados al suelo por el arado de disco y retirado de éste en las parcelas cinceladas, por ser ésta una característica negativa del cincel, que trabaja como rastrillo.


Fig. 2. Limpieza del terreno
Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.
3.1.2. Trazado de parcelas: Posterior al desmonte se procedió con el proceso de demarcación del área a utilizar. Para esta labor se usó el método $3,4,5 \mathrm{y}$ con la ayuda de cal agrícola (carbonato de calcio) se marcaron las
parcelas respectivas para facilitar las labores de labranza por parte del operador del tractor.
Para la realización del trazado de las parcelas se utilizó el modelo estadístico de bloques completamente ranurados y al azar, para lo cual se tomaron como base del experimento 18 parcelas de 6 metros de ancho por 10 metros de largo cada una, separadas entre sí 2 metros, resultando un área total de $2000 \mathrm{mt}^{2}$. (Ȧrea mínima requerida para un ensayo. (Vertiguras 3 y 4).


Figura 3 trazado de parcelas
Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.
A continuación se describe: El tratamiento de labranza cero se denominó To; al tratamiento de labranza con disco T1 y al tratamiento de labranza con cincel T2.


Figura 4. Trazado y rotulado de parcelas
3.1.3. Selección del sistema de labranza: Para obtener un mejor resultado se establecieron sistemas de labranza con diferentes grados de disturbación del suelo. Estos sistemas fueron: labranza cero o siembra directa, en la que no hubo remoción de tierra (To); labranza con cincel o labranza de conservación, utilizando dos pasadas de cincel rígido con dos pases de rastrillo pulidor (T2); por último, el sistema de labranza con disco o labranza tradicional, la cual consiste en arar el terreno con dos pases de disco y dos con rastrillo pulidor (T1). Estas labores se llevaron a cabo en cada una de las repeticiones con sus respectivos tratamientos ( $6 \mathrm{To}, 6 \mathrm{~T} 1,6 \mathrm{~T} 2$ ). (Ver figuras 5 , $6 y 7$ ). Una vez finalizada las labores de labranza, se midió la profundidad de trabajo de los tratamientos T1 y T2.


Fig. 5. Cero labranza (To)


Fig. 6. Labranza con disco ( $\mathrm{T}_{1}$ )

Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.


Fig. 7. Labranza con cincel ( $\mathrm{T}_{2}$ )
Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.
3.1.4. Toma de muestras de suelo: Para realizar esta labor se utilizó un barretón para sacar las muestras a 15 y 30 cms . de profundidad en cada una de las parcelas demostrativas, en donde cada muestra fue tratada individualmente en bolsas plásticas, disturbándolas lo menos posible. La toma de las muestras en las que se midieron las propiedades del suelo se llevaron a cabo al inicio de la siembra y al final de la recolección del cultivo. Estas muestras fueron:

## a. Propiedades físicas:

- Porosidad total (Pt): se usó el método indirecto expresado en porcentaje, usando la fórmula matemática
$\% \mathrm{Pt}=100-\left(\frac{\mathrm{Da}}{\mathrm{Dr}} \times 100\right)$
Donde:
Pt= Porosidad total
$D a=$ Densidad aparente
Dr. = Densidad real
- Densidad real (Dr.): Se determinó utilizando el método del Picnómetro.
- Densidad Aparente (Da): Se utilizó el método del terrón parafinado.
- Textura: Se determinó por el Método de Bouyoucos.

En cuanto al contenido de humedad de cada una de las parcelas evaluadas, se tomaron muestras a los $15,45,75$ y 105 días del desarrollo del cultivo. Esta propiedad fisica fue evaluada gravimétricamente en porcentaje. Además, en el lote seleccionado ( $2000 \mathrm{~m}^{2}$ ), se hizo una calicata con el
propósito de evaluar el pertıl déel Sueío el cual se realizó utilizando la guia para la descripción de suelo de la FAO-19S7, del Servicio de Fomento y Conservación de Recursos de Suelo y del Centro de Estudios para la conservación integral de la Ladera (CECIL), INAT, JICA.

## b. Propiedades químicas:

## - Macro nutrientes:

- Materia Orgánica (M.O): Esta se determinó mediante el método de Walkley-Black.
- Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C): Se determinó por el Método de Acetato de Amonio 1 Normal y Neutro.
- Bases Intercambiables (B.I): Se midió: a) Calcio (Ca++) por el Método Complexo métrico, Vérseno o Versenato. b) Calcio + magnesio (Ca++ + $M g++$ ) usando el mismo método. c) Fósforo ( P ) Disponible en el Suelo: se determinó por el Método de Bray II. d) Potasio (K) y Sodio (Na): Se obtuvieron mediante el Método Espectrofotométrico o Fotometría de llama.
- pH del Suelo: Se halló por el Método Potenciométrico.
- Micro nutrientes:
- Cu, Fe, Zny Mn.

Dichos análisis se llevaron a cabo, ambos, al final del experimento (recolección), debido a las recomendaciones hechas por estudiantes que llevaron a cabo esta misma experiencia, dado a que si las experiencias se hacían a intervalos largos de tiempo, se pueden presentar diferencias en el uso de la cantidad de reactivos.

### 3.2. LABORES DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO

3.2.1. Semilla utilizada: La semilla de maíz utilizada en el ensayo fue la variedad ICA V-109, (Figura 8), la cual fue creada por el ICA en su programa
de maiz y sorgo; su adaptación va desde los 0 a los 1000 metros de altitud (sabanas d'e Sucre y Bolívar, Valle del Sinú y alto Sinú y San Jorge, Darién (Urabá antioqueño)), dando rendimientos del orden de 5000 Kg . $/ \mathrm{Ha}$. (superior al ICA V-105 al cual reemplaza). El ICA recomienda 50.000 plantas /Ha.

Su período vegetativo es de 120 días desde la siembra hasta la cosecha comercial: 53 días a la floración femenina. Sus granos son amarillos, con ligera capa harinosa; el peso de 1.000 semillas es de 308 grs. en promedio. La variedad es tolerante a las enfermedades y plagas.


Fig. 8. Semilla utilizada
Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.
Su porte es mediano, presentando tolerancia a los vientos, con una altura promedio de 240 cms ., y con un número total de hojas de 15, presentando 8 por encima de la mazorca superior; dicha mazorca está colocada a 134 cms . del suelo y tiene una longitud promedio de 15.4 cms., con hileras regulares y 30 semillas en promedio por hilera. La proporción en peso por grano con respecto a la mazorca es de 82.4 cms. (Ospina, 1999)
3.2.2. Siembra: Una vez comprada la semilla (ICA V-109), se realizó una prueba de germinación, la cual consistió en echar 100 granos de maíz en un papel periódico húmedo para así establecer el poder germinativo de la semilla.

Cabe destacar que antes de la siembra del maiz, se fumigaron las seis parcelas correspondientes al tratamiento de labranza cero (To) con el herbicida Roundup con el fin de controlar la emergencia de malezas. (Figura S).


Fig. 9. Fumigación parcelas To Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo. Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo. Una vez finalizado los pasos anteriores, se comenzó el proceso de siembra ( 8 de mayo 2005), la cual se llevó a cabo de forma manual, utilizando el sistema tradicional a "chuzo" en cada uno de los tratamientos (ver fig. 10). La variedad ICA V-109 se sembró a una distancia entre hileras de 80 cms . y de 40 cms . entre sitios, depositando en cada hueco abierto con el chuzo (palo grueso punta afilada) tres semillas por sitio.
3.2.3. Fertilización: Para obtener un rápido crecimiento inicial, se aplicó urea, después de 5 días de la nasciencia de las plantas de maíz, llegando hasta los 30 días, es decir, cuando el maiz estaba rodillero. El uso posterior de fertilizantes termina en tejido vegetal distinto al grano, obteniéndose un bajo índice de cosecha. (Ospina, 1.999). Para esto se tomaron 25 grs. de urea por sitio y se depositaron en un hoyo de 6 a 8 cms . de profundidad y a una distancia de 20 cms . del pie de la planta.
3.2.4. Raleo: A los 10 días de germinado el maíz, se arrancó una planta por sitio en cada parcela, dejando las dos más vigorosas, esto con el fin de evitar excesos de población y por ende la competencia entre las plantas, mejorando la aireación y la absorción de nutrientes y el rendimiento.
3.2.5. Control de malezas y plagas: Se llevaron a cabo dos desyerbas en el cultivo: la primera a los diez dias de haber germinado (13 a 20 cms . de altura); y la segunda cuando el maíz estaba próximo a espigar. Estas desyerbas se llevaron a cabo a mano, usando machete. En cuanto al control de plagas, utilizamos lorsban líquido para contra restar el gusano cogollero.

### 3.3. DATOS FISIOLOGICOS (PARÁMETROS A EVALUAR)

3.3.1. Período vegetativo y madurez fisiológica del cultivo: Durante el periodo vegetativo y la madurez fisiológica se tomaron registros de altura de planta, número de hojas por planta y profundidad radicular efectiva.
3.3.1.1. Altura de la planta: Al azar se seleccionaron 2 plantas por parcela; o sea, 12 plantas por tratamiento, a las cuales se les midió la altura desde el pie hasta el último nudo diferenciable, procedimiento que se llevó a cabo en cuatro fechas: a los $15,45,75$ y 105 días después de germinado el cultivo.
3.3.1.2. Número de hojas por planta: Igual procedimiento se realizó con el número de hojas por planta (2 plantas x parcela: 12 plantas $x$ tratamiento), actividad en la cual se les contaron a las mismas plantas escogidas, la cantidad de hojas presentes en ellas.
3.3.1.3. Profundidad radicular efectiva: Las mismas plantas escogidas para las mediciones anteriores se utilizaron para medir este parámetro; para ello se utilizó el método del perfil de pared: se excavó el terreno al pie de la planta y se midió la profundidad de la raíz. Es de aclarar que todos estos parámetros fueron promediados para obtener datos más confiables.
3.3.2. Rendimientos de la producción: Teniendo en cuenta que el momento de la cosecha se presenta cuando el grano tenga una madurez plena entre con $20 \%$ a $22 \%$ de agua. Las sustancias que conforman el grano se depositan densamente para formar el firme cuerpo harinoso; se tuvieron en cuenta los siguientes patrones de rendimientos:
3.3.2.1. Número de mazorcas por plantas: Corresponde al promedio de las mazorcas por plantas de la población de las dos diagonales más largas que forman una equis $(X)$ en cada parcela.
3.3.2.2. Número de plantas por parcela: Este se determinó contando cada una de las plantas por sitio en todas las hileras existentes en las parcelas.
3.3.2.3. Longitud y espesor de las mazorcas: Se tomaron muestras en las 2 diagonales más largas que forman una $X$ en cada parcela, para asi escoger del muestreo total, 10 mazorcas de todos los tamaños. A estas 10 mazorcas se les midió la longitud y el diámetro superior, medio e inferior (con un pie de rey). Al final todos los valores se promediaron.
3.3.2.4. Número de hileras: Se tomaron las mismas 10 mazorcas para contarles el número de hileras.
3.3.2.5. Relación grano / tusa: Cada una de las 10 mazorcas fueron desgranadas de forma manual teniendo en cuenta que cada tusa se mantuviera individualmente con sus respectivos granos; esto con el fin de pesar granos y tusas de forma separada para poder relacionar entre sí el peso de estos al momento de la cosecha.
3.3.2.6. Peso de 100 granos: De cada una de las 10 mazorcas se tomaron 100 granos al azar que posteriormente fueron pesados.
3.3.2.7. Rendimientos y producción obtenidos: Corresponde a la producción en grano de las dos diagonales más largas en cada parcela experimental expresada en kg/ha al $14 \%$ de humedad. Es decir que se tomaron las 10 mazorcas, se pesaron individualmente y se promediaron para obtener el peso de granos por mazorca más exacto.

## 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadistico de los datos tomados en campo (Rendimiento, producción, parámetros botánicos y caracteristicas fisicas y químicas del suelo, entre otros), se realizó a través del sistema de bloques al azar, el cual consiste en dividir la muestra en submuestras aleatorias, de manera que cada submuesta sea representativa; en nuestro caso se buscó que cada tratamiento quedará distribuido por todo el terreno. El arreglo de las parcelas es un arreglo de filas y columnas; en cada columna se debió repetir necesariamente cada tratamiento, pero se procuró que no quedara una parcela con el mismo tratamiento al lado de otra y nunca se repite un tratamiento en la misma fila, de modo que en cada una de las seis filas encontramos siempre los tres tratamientos (ver figura 3). Se empleó también el análisis de varianza y prueba de comparación de medias (análisis LSD) empleándose para ello el programa informático STATGRAPHICS Plus. El programa STATGRAPHICS es un software que está diseñado para facilitar el análisis estadístico de datos. Mediante su aplicación es posible realizar un análisis descriptivo de una o varias variable, utilizando gráficos que expliquen su distribución o calculando sus medidas características. Entre sus muchas prestaciones, también figuran el cálculo de intervalos de confianza, contrastes de hipótesis, análisis de regresión, análisis multivariantes, así como diversas técnicas aplicadas en control de calidad.

## 5. RENTABILIDAD

Se determinó a través de los costos de producción de cada tratamiento, cuál de los tres sistemas de labranza resultó más rentable. Para ello se sacaron los costos fijos y los costos variables y se compararon con la producción obtenida en cada uno, para así determinar cuán rentable resulta usar un sistema en comparación con los otros. Los costos detallados de estos tratamientos se muestran en el anexo 5 .

$$
\text { Re ntabilidad }=\frac{\text { Ingreso bruto }- \text { Gastos totales }}{\text { Gastos totales }} * 100
$$

- Cultivo mecanizado con disco (T1):


## Por tratamiento:

$$
R=\frac{145.076-170.118}{170.118} * 100=(14 \%) \quad R=\frac{4.029 .900-2.747 .400}{2.747 .400} * 100=46.6 \%
$$

> Cultivo mecanizado con cincel (T2):

$$
R=\frac{128.394-168.418}{168.418} * 100=(24 \%) \quad R=\frac{3.566 .300-2.502 .600}{2.502 .600} * 100=42.5 \%
$$

- Cultivo labranza cero (TO).

$$
R=\frac{93.943-139.506}{139.506} * 100=(32 \%) \quad R=\frac{2.609 .460-1.857 .400}{1.857 .400} * 100=40 \%
$$

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LAS PROPIEDADES Físicas del SUeLo

El maíz requiere suelos fértiles, profundos bien drenados, textura media y con estructura granular friable y suelta. Los suelos arenosos son deseables en zonas de alta precipitación, mientras que los suelos pesados (arcillosos) lo son en zonas secas por la buena capacidad de retención de agua (Larios, 1997 ). El maiz no se comporta bien en suelos salinos y ácidos.
La labranza se basa en una serie de operaciones que alteran las condiciones originales del suelo para el adecuado crecimiento de las plantas, pero si se practica de forma incorrecta nos aficionamos al deterioro de sus propiedades. Por ejemplo, el uso indiscriminado de implementos de labranza con discos destruye las propiedades físicas del suelo (humedad, porosidad y densidad aparente, densidad real, textura y estructura), sellan la superficie del suelo, comprimiendo la germinación de la semilla y por ende la reducción de la productividad de los cultivos. La disminución de la porosidad, el almacenamiento y la retención de agua, requieren un cambio en la estrategia para preparar los suelos.

### 6.1.1 Humedad

### 6.1.1.1. Contenido de humedad a los $15,45,75$ y 105 días

Se tomaron muestras de humedad a los 15, 45, 75 y 105 dias de establecido el cultivo, obteniéndose los datos de la tabla 3. Igualmente se midieron las precipitaciones durante este periodo, equivalente al ciclo vegetativo del maiz. (Ver tabla 4). Durante los primeros 15 dias cayeron 45.4 mm , los cuales se distribuyeron de igual forma en los tratamientos cero labranza $T_{0}$, arado de disco $T_{1}$, y en el cincel rígido $T_{2}$, ya que la prueba LSD no mostró ninguna diferencia significativa.

En la tabla 3 se aprecia que las diferencias significativas estadisticamente solo se presentaron a los 75 y 105 DDS, según el análisis de varianza con la prueba LSD en un $95 \%$ de probabilidad, en los tratamientos de cero labranza y arado con cincel rígido, presentaron los contenidos de humedad más alto ( ver Grafico 1 y 2) debido a que la microporosidad de éste le permite retener el agua gravitacional mas fácilmente por más tiempo que los suelos cuya porosidad ha sido aumentada por el uso de herramientas, de tal forma que los suelos menos removidos, como el cincelado, presentaron mejor retención de humedad.
Tabla 3. Porcentaje de humedad (\%) en el suelo para los diferentes tratamientos a los $15,45,75$ y 105 días de desarrollo del cultivo

| DDE | Profundidad(cm) | Humedad (\%) |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | To | T1 | T2 |
| 15 | $0-15$ | $27,15^{\mathrm{a}}$ | $31,45^{\mathrm{a}}$ | $27,89^{\mathrm{a}}$ |
|  | $0-30$ | $27,51^{\mathrm{a}}$ | $25,57^{\mathrm{a}}$ | $26,17^{\mathrm{a}}$ |
| 45 | $0-15$ | $22,08^{\mathrm{a}}$ | $19,11^{\mathrm{a}}$ | $26,63^{\mathrm{a}}$ |
|  | $0-30$ | $21,67^{\mathrm{a}}$ | $17,06^{\mathrm{a}}$ | $21,51^{\mathrm{a}}$ |
|  | $0-15$ | $29,73^{\mathrm{a}}$ | $25,80^{\mathrm{a}}$ | $30,45^{\mathrm{b}}$ |
| 75 | $0-30$ | $26,47^{\mathrm{a}}$ | $25,30^{\mathrm{a}}$ | $31,36^{\mathrm{b}}$ |
| 105 | $0-15$ | $26,84^{\mathrm{a}}$ | $26,39^{\mathrm{a}}$ | $33,16^{\mathrm{b}}$ |
|  | $0-30$ | $25,10^{\mathrm{a}}$ | $24,55^{\mathrm{a}}$ | $30,43^{\mathrm{b}}$ |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 11.Contenido de Humedad a los 15 Cm durante el ciclo vegetativo del cultivo


Fuente: Tabla 3

Figura 12. Contenido de Humedad a los 30 Cm durante el ciclo vegetativo del cultivo


Fuente: Tabla 3.

## TABLA 4. Precipitación Caída Durante el Experimento

| MESES DIAS | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOS | SEPT |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 1 | - | 6,4 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | - | 0 | 0 | 30 | 23 |
| 5 | - | 3,1 | 0 | 0 | - |
| 6 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| 7 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| 8 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| 9 | 6,7 | 0 | 0 | 29 | - |
| 10 | 8,3 | 8 | 0 | 0 | - |
| 11 | 0 | 0 | 48 | 0 | - |
| 12 | 0 | 9,2 | 0 | 0 | - |
| 13 | 0 | 0 | 1,8 | 11,8 | - |
| 14 | 0 | 0 | 2,2 | 0 | - |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 8,1 | - |
| 17 | 33,8 | 0 | 0 | 0 | - |
| 18 | 0 | 2,2 | 0 | 5,3 | - |
| 19 | 0 | 14 | 14,5 | 0 | - |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 22 | - |
| 22 | 17 | 0 | 0 | 0 | - |
| 23 | 0 | 0 | 6,2 | 0 | - |
| 24 | 0 | 10,1 | 0 | 0 | - |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 28 | 28,4 | 0 | 0 | 10,2 | - |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 30 | 0 | 10,9 | 0 | 0 | - |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| Total |  |  |  |  | 377,4 |

Fuente: Datos de Campo.

Según Malágón, 1950, dice, que en regiones áridas y sumí - áridas, o cuando se presenta una baja o cero precipitación (verano), la inversión del suelo con arados, aumenta la pérdida de agua al exponer los horizontes subsuperficiales húmedos a la acción atmosférica.
Por las anteriores razones es común observar que en los lotes de investigación, los cultivos bajo el sistema de labranza cero disponen de mayor humedad durante su ciclo vegetativo y se reduce la tasa de evaporación, debido al efecto de los residuos superficiales y a la disminución del área de suelo expuesta al ambiente, por su menor disgregación. Maiáaón, 1 SG9.
Según Mazzani, $159{ }^{1}$, concluye; que el contenido de humedad en el suelo arado siempre es menor que en el suelo compactado. (Sin arar), sugiriendo que la capa compactada, afecta el flujo de agua a través del perfil, reteniendo más la humedad. Pero las restricciones de aireación y la resistencia mecánica del suelo al desarrollo de las raices en la capa compactada disminuyen el uso de esa agua por la planta. En el suelo arado la humedad es menor, pero la planta explora mayores volúmenes de suelo y la aprovechabilidad del agua almacenada es mayor.

### 6.1.1.2 Precipitación

El contenido de humedad está estrechamente ligado a la precipitación. Es decir, a mayor precipitación, mayor cantidad de agua se almacena en el suelo y, por el contrario, cuando las precipitaciones cesan o disminuyen considerablemente, la humedad disminuye, produciendo déficit para el desarrollo del cultivo. A continuación se observa la grafica 3 de precipitación acumulada para el cultivo vs. la requerida por este.

[^0]Figura 13. Precipitación y déficit durante el ciclo vegetativo del cultivo


Fuente: Precipitación Requerida: ICA
Precipitación Obtenida: Tabla 4.
En el gráfico 3, se aprecia una comparación entre las precipitaciones requeridas por la variedad ICA V-109 y las precipitaciones que se presentaron durante el desarrollo de la fase investigativa. Se observa que durante los primeros 20 dias cayeron 45.4 mm de lluvia las cuales cubrieron el requerimiento del cultivo, pero de allí en adelante siempre se presentó déficit, lo que influyó marcadamente en la disminución de la producción.

Figura 14. Pluviometría durante el ciclo del cultivo


Fuente: Tabla 4.

FENALCE ha dividido el ciclo vegetativo del maíz en cuatro fases. Como se muestra en la figura 10. En las fases A y B, durante el crecimiento del cultivo, se requieren 150 mm de lluvia y en las fases C y D , cuando se da la floración y la emergencia de la mazorca se requieren 100 mm , para un total de 500 mm durante todo el ciclo vegetativo. Durante el experimento el mayor déficit se presentó en la fase C, durante la floración, precisamente donde las lluvias oportunas contribuyen con un buen rendimiento del cultivo.

### 6.1.2 Porosidad total y densidad aparente

En la tabla 5 se muestran los resultados de las densidades aparentes, y porosidades totales para los tratamientos; en el cual puede notarse que la mecanización realizada con los tipos de arado mas las rastrilladas, ocasionan una densidad aparente baja y una porosidad total alta en los primeros 15 DDE, lo cual se aprecia mas al comienzo del ciclo vegetativo y luego aumentando paulatinamente. Esto concuerda con la afirmación de Lozano y Castilla (1998), cuando dice que una fuerte remoción con labranza primaria (arada) y varias rastrilladas generan inicialmente una densidad aparente baja y una porosidad totalmente alta principalmente en los primeros 15 Cm .
El valor mas bajo de densidad aparente en promedio de las 6 (seis) repeticiones se presento en el tratamiento $T_{2}$ (labranza con cincel rigido) a la profundidad de $15 \mathrm{Cm}\left(1.09 \mathrm{gr} / \mathrm{cm}^{3}\right)$ medida los 15 días de emergencia del cultivo dato con el cual se obtuvo el valor más alto de porosidad total ( 58.08 $\%$ ) mientras que el tratamiento $T_{0}$ (labranza cero) presentó el valor más alto de densidad aparente de ( $1.33 \mathrm{gr} / \mathrm{cm}^{3}$ ) resultando el valor más bajo de porosidad total de $48.85 \%$ como se muestra en la figura.

También se puede notar que hubo diferencia significativa en la densidad aparente en los 45 y 105 días en los tratamientos $T_{0}$, con respecto a $T_{1}$ y $T_{2}$; de igual manera ocurrió en la porosidad.

Tabla 5. Valores promedio de densidad aparente y porosidad al inicio y final de la experiencia

| DDE | $\begin{array}{\|c} \hline \text { Profundida } \\ \text { d } \\ (\mathrm{cm}) \\ \hline \end{array}$ | Densidad Aparente $\left(\mathrm{gr} / \mathrm{cm}^{3}\right.$ ) |  |  | Porosidad Total (\%) |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | To | T1 | T2 | To | T1 | T2 |
| 15 | 0-15 | 1,33 ${ }^{\text {a }}$ | 1,12 ${ }^{\text {b }}$ | 1,09 ${ }^{\text {b }}$ | 48,85 ${ }^{\text {a }}$ | $56,92^{\text {b }}$ | 58,08 ${ }^{\text {b }}$ |
|  | 0-30 | 1,35 ${ }^{\text {a }}$ | 1,13 ${ }^{\text {b }}$ | 1,17 ${ }^{\text {b }}$ | 48,07 ${ }^{\text {a }}$ | 56,54 ${ }^{\text {b }}$ | $55,0{ }^{\text {b }}$ |
| 45 | O-15 | 1,37 ${ }^{\text {a }}$ | 1,14 ${ }^{\text {b }}$ | 1,12 ${ }^{\text {b }}$ | 47,30 ${ }^{\text {a }}$ | 56,15 ${ }^{\text {b }}$ | 56,92 ${ }^{\text {b }}$ |
|  | O-30 | 1,40 ${ }^{\text {a }}$ | 1,18 ${ }^{\text {b }}$ | 1,25 ${ }^{\text {b }}$ | 46,15 ${ }^{\text {a }}$ | 54,62 ${ }^{\text {b }}$ | $51,92^{\text {b }}$ |
| 75 | 0-15 | 1,39 ${ }^{\text {a }}$ | 1,17 ${ }^{\text {b }}$ | 1,18 ${ }^{\text {b }}$ | 46,53 ${ }^{\text {a }}$ | 55,00 ${ }^{\text {b }}$ | 54,62 ${ }^{\text {b }}$ |
|  | O-30 | 1,43 ${ }^{\text {a }}$ | 1,22 ${ }^{\text {b }}$ | 1,25 ${ }^{\text {b }}$ | 45,00 ${ }^{\text {a }}$ | 53,07 ${ }^{\text {b }}$ | 51,52 ${ }^{\text {b }}$ |
| 105 | 0-15 | $1,41^{\text {a }}$ | 1,20 ${ }^{\text {b }}$ | 1,19 ${ }^{\text {b }}$ | $45,77^{\text {a }}$ | 53,85 ${ }^{\text {b }}$ | 54,23 ${ }^{\text {b }}$ |
|  | 0-30 | 1,44 ${ }^{\text {a }}$ | 1,26 ${ }^{\text {b }}$ | 1,26 ${ }^{\text {b }}$ | $44,61^{\text {a }}$ | $51,53^{\text {b }}$ | $51,54^{\text {b }}$ |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.
Figura15. Densidades aparentes al inicio y final de la experiencia a dos profundidades


Fuente: Tabla 5.
En el gráfico 4 se observa que la densidad aparente es mayor en cero labranza teniendo en cuenta las 18 parcelas experimentales. Los valores de densidad aparente en el suelo labrado con disco para la profundidad de 15 cms, son muy cercanos a los valores del suelo labrado con cincel, pero en promedio y teniendo en cuenta el error estándar, el resultado fue menor en disco a los 30 cm al inicio, seguido por cincel.
Al final de la experiencia la diferencia entre las densidades se hace menor, especialmente entre disco y cincel por efecto del reacomodo de las
partículas. Además, a treinta centímetros de profundidad se observa que el suelo es más denso, ya que el paso de maquinaria y los efectos del laboreo tienen mayor efecto a esta profundidad, por lo que en ocasiones se crean capas impermeables en el suelo que exigen el uso de un subsolador.

En Colombia, el uso indiscriminado de maquinaria e implementos agricolas en la preparación de tierras, ha originado que muchas zonas planas y de alta intensidad agrícola como en los valles interandinos, los llanos orientales, el valle geográfico del rico Cauca, y la Región del Caribe, presenten procesos acelerados de degradación de suelos, con predominios de capas compactadas, conocidas comúnmente como pisos de arado (Salinas y Perea, 1957, cilaa'o por Cspina, 1SSS).

En el grático 5, la porosidad más elevada la presenta el arado de disco y cincel, con un porcentaje de $51.53 \%$ y $51.54 \%$ al final de la experiencia, ya que al ser un implemento que voltea el suelo, produce mayor porosidad en él. Esto mismo comprobó Maíagón (1SSS), quien comenta que con el arado se obtiene la formación de un mayor volumen de poros en el suelo. En la experiencia se observa que a treinta centímetros la porosidad se hace menor, manteniéndose sin embargo la labranza cero como la menos porosa.

Figura 16. Porosidad Total al inicio y final de la experiencia.


Fuente: Tabla 5.

Al final de la experiencia, el suelo presenta una variación no significativa en el análisis LSD, aunque matemática y gráficamente se puede ver una disminución en los valores por efecto del reacomodamiento de las partículas de suelo debido a las labores agrícolas, los factores fisicos como el agua, la gravedad, entre otros.

### 6.1.3 Densidad real, textura y estructura

La densidad real y la textura son propiedades que no dependen de la estructura del suelo, si no del tamaño de las partículas y peso de la misma, luego no se afecta ni a favor ni en contra con la labranza, por lo que permanecieron inalterables durante el transcurso del experimento.

Hillel, 1980, citado por Malagón y Montenegro, 1990), definen la estructura del suelo como el arreglo y la organización de las partículas constitutivas del suelo, en donde la acción del hombre determina, en muchos casos, que la estructura sea inestable debido a su cambio rápido bajo prácticas comunes de manejo, lo cual contribuye a que este se transforme en menos denso por acción de la labranza o en más denso por el desarrollo de la compactación. Por otra parte, para hallar la densidad real se tomó una muestra por tratamiento y el análisis se hizo mediante el método del picnómetro, tratando de que las muestras representaran el suelo del área total del cultivo. Se obtuvo una densidad real de $2.6 \mathrm{~g} / \mathrm{cc}$, lo que es corroborado por Malagón y Montenegro, 1990, quienes afirman que "la densidad real, cuando no se presentan cantidades considerables de materia orgánica, fluctúa entre 2.5 a $2.6 \mathrm{~g} / \mathrm{cc}$, y alcanza el mayor valor ( $2.65 \mathrm{~g} / \mathrm{cc}$ ) en suelos arcillosos o arenosos con muy poca materia orgánica."

La textura del suelo es Franco arenosa con un contenido medio de arena entre ( $56.58-58.25 \%$ ) presentándose una sola parcela con una textura arcillosa. Para esto se tomó una muestra por parcela para un total de 6 muestras por tratamiento, utilizando el método de Bouyoucos (1927-1962).


Fig. 17. Calicata y perfil del suelo
Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.
Para observar la variación de la estructura y la estratificación de los horizontes del suelo, se realizó una calicata de un metro cuadrado por un metro de profundidad. (Ver figura 12). Se encontró un horizonte A de 15 cms , y un horizonte B de transición de 18 cms . A partir de alli el suelo presenta un horizonte $C$ bien diferenciado, hallándose la roca madre a 1.2 m de profundidad.

### 6.2 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

### 6.2.1 Potencial de hidrogeno del suelo (pH).

En cuanto al PH, se observó que su valor tuvo una variación entre 7.6 como el mas elevado, medido éste, en el tratamiento de labranza de cincel rígido de $15-30 \mathrm{Cm}$ de profundidad y 6.36 como el valor mas bajo medido en el tratamiento de labraza cero de $0-15 \mathrm{Cm}$, considerando el primer valor como mediana mente alcalino y el ultimo como ligeramente ácido. Los valores de PH en la labranza de disco permanecieron casi neutro de $0-15 \mathrm{Cm}$ y muy ligeramente ácido $15-30 \mathrm{Cm}$, de acuerdo con los análisis realizados el PH tiene un valor de 6.86 (casi neutro).


Fig. 18. Extracción de muestras Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.

### 6.2.2 Materia orgánica

De acuerdo al análisis de caracterización de suelo (Ver anexo 3), realizado en el laboratorio de la Universidad de Sucre, se deduce que el suelo donde se realizó la experiencia tiene un contenido muy bajo de materia orgánica, lo que se esperaba, porque en el uso tradicional que se le daba al suelo, éste era limpiado y quemado, lo que evita la incorporación de residuos verdes al mismo, y como es sabido, estos residuos y abonos verdes aumentan en el suelo la materia orgánica, la población y la actividad de los microorganismos, la disponibilidad de macro y micronutrientes, al igual que ayudan a la agregación del suelo aumentando la capacidad para retener el agua, la porosidad y la aireación (Lal, 1995, citado por Luna y Rodas, 1996, citado por Ospina, 1999).
Además de que el suelo de estudio posee poca materia orgánica, la poca precipitación contribuyó a que la descomposición de los pocos residuos de cosecha existentes fuera lenta o nula, lo que es corroborado por Guerrero, 1993, quien comenta que la literatura agronómica reporta que en las zonas tropicales cálidas y húmedas (zonas más bien secas, o de veranos intensos y alta evapotranspiración), los contenidos de materia orgánica y nitrógeno disponible para las plantas, son deficientes y bajos, debido principalmente al poco contenido y/o a la gran transformación de los residuos orgánicos y altas
pérdidas de nitrógeno, causadas algunas veces por las quemas producto de la mentalidad de nuestro campesinado.

### 6.2.3 MACRO Y MICRONUTRIENTES

### 6.2.3.1 MACRONUTRIENTES

El maiz agota el suelo en forma considerable, y sólo bajo un correcto abastecimiento de nutrientes pueden proporcionar rendimientos satisfactorios. Su rápido crecimiento hace que estas plantas presenten desde el inicio de su crecimiento una elevada demanda de nutrientes (Monómeros colombo-venezolano, 1991 Ospina, 1999). Lo anterior se puede corroborar en el análisis de laboratorio de la experiencia, en el que se obtuvo que todos los macronutrientes (bases intercambiables: fósforo, calcio, magnesio, potasio y sodio; y la C. I. C), estaban en un valor aceptable (medio a alto); con excepción del calcio y potasio, quienes presenta un nivel bajo de 0 a 15 y de 15 a 30 cms , al inicio y al final de la experiencia. (Ver anexo 3).

En el análisis de C. I. C. ésta, se encuentra en el rango normal, es decir, buena, en la relación $3: 2$ y como es sabido estos cationes deben guardar entre si una relación adecuada para favorecer la nutrición de las plantas. Ospina, 1991.

### 6.2.3.2 MICRONUTRIENTES

Los micronutrientes más importantes que requiere el cultivo de maíz (Cobre, Zinc, Hierro y Manganeso), el suelo presentó en lo dos primeros, contenidos medios; el Hierro presentó contenidos muy altos, que pueden ser perjudicial. Destacándose el Manganeso como presente en buenas cantidades.

Tabla 6. Factores que afectan la disponibilidad de micronutrientes.

| Factores que <br> afectan la <br> disponibilidad | Deficiencias |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | Mn | Fe | Cu | Zn |
| Alto Ca | $*$ | ${ }^{*}$ | ${ }^{*}$ |  |
| Alto Mg |  |  |  | $*$ |
| Bajo Zn |  |  | $*$ |  |
| Bajo pH | $*$ |  |  |  |
| Alto Na | $*$ |  | $*$ |  |
| Bajo MO |  |  |  |  |
| Condiciones de <br> sequia | $*$ |  |  |  |

Fuente: Tecnología del Cultivo Del Maíz (1999).

En términos generales, se puede decir que los niveles de macro y micronutrientes para todos los tratamientos de labranza, al inicio y final de la experiencia, fueron similares y se encuentran en un nivel aceptable (Ver anexo 4), y la diferencia la hace la facilidad con que las condiciones ambientales y edáficas, le permitan a la raíz un mejor aprovechamiento, ya que, como es sabido, la toma de nutrientes depende del flujo de agua a las raíces y al crecimiento de las raíces a nuevas zonas del suelo donde el agua esté disponible. Al reducir el agua disponible, cercana al punto de marchitez, se reduce la velocidad de crecimiento radicular, lo que significa que menos raíces absorben nutrientes. (Donahue, 1981).

Tabla. 7. Macro nutrientes y micro nutrientes

| RESULTADO DE ANALISIS QUIMICOS DE LABORATORIO AL FINAL DEL EXPERIMENTO |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Químicos | Tratamientos | To |  |  |  | T1 |  |  |  |  |  |
|  | Profundidad | 0-15 |  | 15-30 |  | 0-15 |  | 15-30 |  | 0-15 |  |
|  | Determinación | Valor | Interp | Valor | Interp | Valor | Interp | Valor | Interp | Valor | Inte |
|  | PH (Agua 1:1 p/v) | 6,36 | L.Acido | 6,57 | L.Acido | 6,86 | Casi Neutro | 6,61 | Muy Acido | 7,28 | Muy |


| Macro nutrientes | Materia orgánica (\%) | 1,01 | B | 1,06 | D | 0,81 | F | 1,06 | D | 0,96 | F |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | C.l .C (Meq/100 gr.) | 21,45 | B | 24,75 | B | 24,75 | B | 22,00 | B | 22,00 | Buen |
|  | Fósforo ( p.p.m ) | 46,00 | B | 43,00 | A | 36,00 | B | 31,00 | B | 26,00 | Medic |
|  | Calcio (Meq/100 gr.) | 6,80 | C | 5,45 | C | 5,71 | C | 4,63 | D | 5,50 | Medic |
|  | Magnesio (meq/100 gr) | 5,87 | A | 6,27 | A | 5,72 | A | 4,14 | B | 5,15 | Alto |
|  | Potasio (Meq/100 gr. ) | 0,24 | C | 0,18 | D | 0,11 | D | 0,13 | D | 0,09 | Bajo |
|  | Sodio (Meq/100 gr. ) | 1,23 | A | 1,75 | E | 1,15 | A | 0,78 | B | 2,29 | Alto |
|  | Saturación de Ca(\%) | 31,70 | C | 22,02 | B | 23,07 | D | 21,05 | D | 25,00 | Bajo |
|  | Saturación de Mg (\%) | 27,37 | B | 25,33 | B | 23,11 | B | 18,82 | C | 23,41 | Buen |
|  | Saturación de Na (\%) | 5,73 | D | 7,07 | D | 4,65 | D | 3,55 | D | 10,41 | Buen |
|  | Relación $\mathrm{Ca} / \mathrm{Mg}$ | 1,16 | Estrech | 0,87 | Invert | 0,89 | Invert | 1,11 | Estr | 1,06 | Estre |
| Micro nutrientes | Cobre ( Cu ) p.p.m. | 1,60 | C |  |  | 1,60 | C |  |  | 1,60 | C |
|  | Hierro (Fe) p.p.m. | 88,00 | E |  |  | 140,8 | E |  |  | 66,0 | E |
|  | Zinc ( Zn ) p.p.m. | 3,00 | C |  |  | 1,60 | D |  |  | 2,80 | D |
|  | Manganeso (Mn)p.p.m | 52,0 | A |  |  | 57,20 | A |  |  | 48,40 | B |

Tabla 7

### 6.3 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LA FISIOLOGIA DEL MAIZ

### 6.3.1 Raíz

En la tabla 8 se muestran los resultados promedios obtenidos en la profundidad tanto vertical y horizontalmente, a los 15, 45, 75 y 105 días, medidos aleatoriamente y al azar, donde se presentan los resultados de acuerdo al análisis realizado en los tratamientos $T_{0}, T_{1}, T_{2}$. El cual indica que se presentaron diferencias significativas en la profundidad radical entre los tratamientos $T_{0}, T_{1}$ y $T_{2}$. Lo anterior significa que principalmente la densidad aparente de las parcelas sin remocion del suelo esta afectando la exploracion de capas mas profundas por las raices en un $44.1 \%$ con respecto al testigo (Labranza con cincel rigido), lo cual confirma lo expresado por Gavande (1987), cuando sostiene que una de las repercuciones importantes en el desarrollo radical es la compactacion del suelo, que esta asociado con la densidad aparente; en donde se ha encontrado que la raices de las plantas comunes no penetran en suelos arcillosos con densidad de $1.65 \mathrm{gr} / \mathrm{cm}^{3}$, mientras que Herrera 1991, indica también que la compactaciòn producida por la rastra afecta las condiciones físicas y limita el desarrollo de las raices. La mayor profundidad radical en promedio, se presentó en la labranza con cincel rigido (26.83 Cm) y la menor correspondió al tratamento de labranza cero ( 15 cm ), medidas al final del ciclo vegetativo
como se muestra en la tabla 8. En dicha práctica se encontró que la profundidad vertical aumenta en los primeros 15 aías mucho más rápido en el arado de disco, que en el arado cincel, siguiéndole la cero labranza. Ver grálico 6 , esto concuerda con el grado de remoción del suelo que ofrece cada sistema; Sieen y Hiakansson, 1587, citacio por Ohep et al, 2002, reportan que el desarrollo de las raíces está relacionado con las condiciones físicas del suelo.

En la tabia 9, se aprecia que el crecimiento horizontal de las raíces es similar al vertical, presentándose en el análisis LSD las mismas variaciones. A ics 15 dias las raíces se extendieron más en T1 (arado con disco), las cuales crecieron 20.41 cms en promedio, $22 \%$ más que en cincel y $47.75 \%$ más que en labranza cero, donde el crecimiento fue de 10.66 cms . A los 45 aías se presentaron aiferencias significativas entre los tratamientos de cero labranza y cincel con respecto al arado de disco. A los 75 días se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos $T_{0} y$ los tratamientos donde hubo remoción de suelo, el radio explorado por las raices en disco y cincel son de 34.75 cms para el primero y 30.08 cms para el segundo, quedando rezagado el sistema radicular de las parcelas tratadas con cero labranza, con 24.91 cms. Fara el linal (105 aías) las raíces con disco superaron a las de cincel en un 6.03\% y a las de cero labranza en un $29 \%$, traduciéndose esto en plantas más vigorosas y al final en un mayor rendimiento.

Tabla 8 Profundidad radicular a los $15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.

|  | VALOR | Profundidad Radicular (cm.) |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | To | T1 | T2 |
| 15 | Media Ls | $4.1166^{\text {a }}$ | $10.6667^{\text {b }}$ | $7.0833^{\text {ab }}$ |
| 45 | Media Ls | $9.6666^{\text {a }}$ | $17.0{ }^{\circ}$ | $17.1667^{\text {b }}$ |
| 75 | Media Ls | $14.1667^{\text {a }}$ | $19.8333^{\text {b }}$ | $25.0{ }^{\text {c }}$ |
| 105 | Media Ls | $15.0^{\text {a }}$ | $23.1667{ }^{\text {b }}$ | $26.8333^{\text {b }}$ |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 19. Profundidad radicular a los $15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.


Fuente: Tabla 8.
Tabla 9. Radio explorado horizontalmente por la raíz a los $15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.

| DDE | VALOR | Radio Horizontal (cm) |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | To | T1 | T2 |  |
| 15 | Media Ls | $10.6667^{\text {a }}$ | $20.4167^{\text {c }}$ | $15.9167^{\text {b }}$ |  |
| 45 | Media Ls | $26.45^{\text {a }}$ | $32.0^{\text {b }}$ | $25.9167^{\mathrm{a}}$ |  |
| 75 | Media Ls | $24.9167^{\mathrm{a}}$ | $34.75^{\mathrm{b}}$ | $30.0833^{\text {ab }}$ |  |
| 105 | Media Ls | $25.5^{\mathrm{a}}$ | $35.9167^{\text {b }}$ | $33.75^{\text {b }}$ |  |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 20. Radio explorado horizontalmente por la raíz a los $15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.


Fuente: Tabla 9.

Según Rincón, 1981, cuando la planta de maiz alcanza el estado de "rodillero" (25 a 35 días después de la siembra), las raíces se han extendido hasta la mitad del entresurco y han penetrado unos 46 cms . de profundidad. A raíz de esto, se puede comentar que en nuestro caso, las raíces no alcanzaron su profundidad normal en ninguno de los tratamientos, ya que lo ideal a los 45 dias sería de 82.8 cms . de profundidad, y a los 75 dias, 138 cms. de profundidad.


Figura 21. Profundidad radicular a los 75 días de emergencia Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.

En la figura 21, se observa que las raíces no alcanzaron su profundidad normal, ya que en esta zona se utiliza maquinaria Agricola y zonas de pastoreo (ganado vacuno), que causan problemas de compactación del suelo Influyendo en la poca exploración radicular, reduciendo la porosidad y el intercambio poroso, incrementando las densidades aparentes (cercanas a $1.44 \mathrm{gr} . / \mathrm{cm}^{3}$. (Ver tabla 5), y disminuyendo la capacidad de absorción de agua y nutrientes. (Ospina, 1999). Otra de las causas seria la falta de agua que se presentó (ver tabla 3), ya que al reducirse el agua disponible, se reduce la velocidad de crecimiento radicular, lo que significa que menos raíces absorben nutrientes, y entre estos el fósforo (Donahue, 1981).

### 6.3.2 Altura y número de hojas por planta

### 6.3.2.1 Altura por planta

En la tabla 10 se observó que el crecimiento de las plantas es mayor en los tratamientos donde hubo remoción de suelo, presentando diferencias significativas con respecto a la labranza cero; dichas diferencias se presentaron después de los 45 días DDE (Día después de la Emergencia), según el análisis de varianza con la prueba LSD en un $95 \%$ de probabilidad.


Figura 22 Altura de las plantas a los 75 días emergencia Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.

También se aprecia que las plantas crecieron con mayor rapidez en el tratamiento con arado de disco, seguido por la labranza con cincel rigido.
Estos resultados que no son extraños al considerar las densidades aparentes, la porosidad total y en parte el grado de maleza presente, lo que indica que las raices de las plantas encontraron menos resistencia de penetración, mejores condiciones y menos competencia por los nutrientes, esto implica mayor consumo de energía en lucha con el medio, agotando la reserva que les pueden faltar para el crecimiento y desarrollo de la mazorca. Lozano y Castillo (1998) encontraron que las mayores alturas se presentaron en el tratamiento con el arado de disco, deshierba con guadañadora y varios pases con diferentes clases de rastrillo antes de la siembra; mientras que las alturas intermedias se dieron con el tratamiento con arado de cincel,
deshierba con guadañadora y dos pases de rastrillo pulidor antes de la siembra y las menores alturas en el tratamiento de cero labranza con aplicación de un herbicida (Roundup) antes de la siembra, atribuyéndose este último resultado a las características físicas del suelo.

El bajo crecimiento de las plantas en la labranza cero comparado con los tratamientos donde hubo mecanización y remoción del suelo pudo deberse principalmente a la densidad aparente (soane y pidgeon, 1974 citado por Chadhary etal, 1985 citado por Marcano etal, 1998). La densidad aparente interactúa con la consistencia del suelo, la estructura y el contenido de humedad, cada una de las cuales afecta el crecimiento de las plantas.

En cuanto al número de hojas con relación a las plantas no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos de labranza a los 15, 75 y 105 dias de emergencia, pero si se presentaron diferencias significativas entre la labranza cero y la labranza de disco, y entre la labranza cero y con cincel rígido no hubo diferencias significativas a los 45 días.

Figura 23. Altura de las plantas a los $15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.


Fuente: Tabla 8.
6.3.2.2 Número de hojas por planta Los más altos rendimientos del cultivo del maíz se logran cuando las condiciones ambientales son favorables en todos los estados del crecimiento. Condiciones desfavorables durante los estados tempranos del crecimiento y desarrollo pueden limitar el tamaño y el número de las hojas, consideradas como la fábrica fotosintetizadora de las plantas. Barnett, 1988, citado por Arrieta y Meléndez, 1986.
Los componentes del crecimiento más afectados por los cambios en las condiciones ambientales son: el área foliar, la acumulación de materia seca y la tasa de crecimiento de la planta. Alvarado y García, 1997.
La tabla 10 muestra el número de hojas por planta para cada tratamiento en donde el máximo valor corresponde para cada época (15, 45, 75 y 105 dias), al de disco, seguido por cincel y cero labranza; pero se puede observar que estos valores no exceden a 10 hojas a los 75 dias, encontrándose por debajo de las 15 hojas, que según el ICA es el valor promedio de esta variedad. Además, al existir un número menor de hojas presentes en el tallo se dejarán de recibir una gran cantidad de nutrientes del proceso fotosintético. A/varado y García, 1997.

Tabla 10. Valores promedio de altura y número de hojas por planta en el ciclo vegetativo del cultivo

| D. D. E | Altura de plantas en cms |  |  | Número de hojas por plantas |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | To | T ${ }_{1}$ | T | To | T1 | T2 |
| 15 | $7.9166^{\text {a }}$ | $7.7167^{\text {a }}$ | $7.5833^{\text {a }}$ | $5.3333^{\text {a }}$ | $5.8333^{\text {a }}$ | $5.6666^{\text {a }}$ |
| 45 | $111.833^{\text {a }}$ | $115.833^{\text {a }}$ | $110.833^{\text {a }}$ | $10.8333^{\text {a }}$ | $11.8333^{\text {b }}$ | $11.5{ }^{\text {ab }}$ |
| 75 | $177.667^{\text {a }}$ | $202.667^{\text {b }}$ | $201 .{ }^{\text {b }}$ | $10.1667^{\text {a }}$ | $10.5{ }^{\text {a }}$ | $10.6667^{\text {a }}$ |
| 105 | $189.833^{\text {a }}$ | $209.333^{\text {b }}$ | $205.167^{\text {b }}$ | $9.3333^{\text {a }}$ | $10.0{ }^{\text {a }}$ | $10.0^{\text {a }}$ |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 24. Número de hojas por plantas a los $15,45,75$ y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.


Fuente: Tabla 10

El agua es el factor que más comúnmente limita la producción de maiz en las zonas tropicales. La sequía durante la etapa de establecimiento del cultivo puede matar las plantas jóvenes y reducir la densidad de población (en la época de establecimiento del cultivo: primeros 100 días, sólo recibió 337.4 mm, y según investigaciones realizadas en Espinal, Tolima, en los primeros 100 dias de emergencia requiere 400 mm , por lo que presentó un déficit de 22.6 mm ). Ospina, 1999.

El principal efecto de la sequía en el periodo vegetativo es reducir el crecimiento de las hojas, de tal modo que el cultivo intercepta menos radiación solar, por lo tanto realiza menos fotosíntesis y producción de fotosintatos, y como es sabido, el principal factor responsable de los cambios ocurridos en la tasa de fotosíntesis, la transpiración y la conductancia estomática del maiz es el déficit hídrico del suelo. ${ }^{2}$

[^1]
### 6.4 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LABRANZA EN LA PRODUCCIÓN DEL MAIZ

### 6.4.1 Características de la mazorca

### 6.4.1.1 Longitud, granos e hileras por mazorca.

Las labranzas conservacionistas permiten la acumulación de residuos en la superficie, lo que contribuye a una mayor disponibilidad de agua y espacio poroso, lo cual reduce marcadamente la escorrentía y a su vez la erosión del suelo. Ospina, 1999.

Los resultados de estos parámetros se muestran en la tabla 12, indicando que no se presentaron diferencias significativas entre todos los tratamientos.

En la tabla 12 también notamos, que las mazorcas que alcanzaron mayor longitud son las del tratamiento con labranza de cincel rígido precedida por labranza cero. De acuerdo con fenalce (2002), cuando señala que factores ambientales como la radiación solar, el agua y la disponibilidad de elementos nutritivos, limitan el crecimiento de la mazorca; por lo cual podemos decir que en cuanto los dos primero factores no se presentó carencia en ningún periodo. Con relación a la disponibilidad de nutrientes, se pudo demostrar, comprobando los rendimientos entre los tratamientos que incluyeron remoción de suelo y la cero labranza, que la descompactación del terreno mediante las herramientas de trabajo utilizadas favoreció el aprovechamiento de los nutrientes gracias al mayor desplazamiento de las raíces en todas las direcciones.


Figura 25 Longitud de las mazorcas tomadas con un pie de rey.

## Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.

La poca ganancia de humedad en el suelo de estudio influyó marcadamente a que se presente, según el gráfico 10, longitudes mayores en las labranzas que permiten una mayor retención de humedad del suelo (Cincel y cero labranza), caso contrario ocurrió con el disco. Sin embargo, las mazorcas en arado con disco presentaron un mayor grosor y un mayor peso de granos por mazorca (Tabla 13 y 14) y un mayor número de mazorcas en todo el tratamiento (Tabla 15).

Figura 26. Longitud, granos e hileras por mazorcas.


Fuente: Tabla 12.
Se puede decir que las longitudes alcanzadas por el maiz (mazorcas) están muy por debajo de las señaladas por el ICA, 1999, según el cual la variedad ICA V-109 tiene una longitud promedio de 15.4 cms , presentando diferencias con respecto a este valor de $92.532 \%$ para To; de $96.428 \%$ para $\mathrm{T}_{2}$ y de $91.818 \%$ para T1, influyendo esto en la producción y en los rendimientos finales del cultivo (Ver figura 16). Según Barnett, 1988, citado por Arrieta y Meléndez, 1986, los más altos rendimientos del cultivo se logran cuando las condiciones ambientales son favorables en todos los estados del crecimiento. En los estados posteriores, cerca de la floración, las condiciones desfavorables pueden reducir el número y el tamaño de las mazorcas producidas, restringiéndose el tamaño de los granos. (Ver tabla 12).

Una de las fases más importantes del crecimiento y desarrollo de la planta de maiz lo constituye el llenado del grano, siendo el componente primordial del rendimiento en grano de la planta. A la sexta semana se inicia la formación de los granos, alcanzando el estado lechoso a la a $12^{\text {va }}$ semana, y a la $17^{\text {va }}$ semana, se alcanza la madurez fisiológica. Ver labla 11: Resumen dee iás láapas tisioućgicas del maíz (Coioracoo y Suárez, 1S91). A partir de este punto ( $17^{\mathrm{va}}$ semana), los rendimientos no aumentan ni disminuyen, salvo en condiciones desfavorables externas (Alárich y Lerig, 1S74, ciláo por Melénćez y Ramos, 1598.
Tabla 11: Resumen de las etapas fisiológicas del maíz.

| Fase | Etapa | sde | hv | arn | Estado de Desarrollo |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| A | 1 | 1 | 2 | 150 mm | Plántula: 2 hojas, raíces seminales |
|  | 2 | 2-3 | 7 |  | Planta: de 3 a 8 hojas, raíces nodales, inicia espiga |
| B | 3 | 4-7 | 8 | 150 mm | Tallo visible: desarrolla espiga, inicia mazorca |
|  | 4 | 6-7 | 9 |  | Definición $\mathrm{N}^{\circ}$ de granos; desarrolla estigmas |
|  | 5 | 8-9 | 11 |  | Emergencia de la espiga y los estigmas |
| C | 6 | 10-11 | 14 | 100 mm | Polinización, desarrollo total de la tusa |
|  | 7 | 12 | 14 |  | Grano lechoso, acumulación del almidón |
|  | 8 | 13 | 14 |  | Grano pastoso |
| D | 9 | 14-16 | 14 | 100 mm | Formación del embrión, grano pastoso, pérdida de H |
|  | 10 | 17 | 14 |  | Madurez fisiológica, humedad del grano 30-35\% |
|  | 11 | 18-20 | 14 |  | Cosecha con humedad del grano 14-18\% |

Fuente: Manejo Agrofisiologico del maíz. (1997).

Donde:
SDE: Semanas después de emergencia.
HV: Hojas verdaderas.
ARN: Agua requerida por el cultivo.

Según las etapas fisiológicas del maiz, este necesita desde la $6^{\text {ta }}$ semana hasta la $17^{\text {va }}$ semana 350 mm de agua, y al cultivo sólo se le infiltraron 249.1 mm . (Ver tabla 4), presentándose un déficit de 100.9 mm de agua.

Estas condiciones de falta de precipitación conllevaron a que los granos por mazorca, en ninguno de los tres tratamientos, llegaran a 420 granos ( 30 granos x 14 hileras), ICA, 1999, recomendando la aplicación de sistemas de riego para darle los requerimientos hídricos optimo, para su buen desarrollo. A partir de esto se puede apreciar, en la tabla 12, que el tratamiento de labranza con disco aportó un número mayor de granos (417.5 granos), seguido por cincel y cero labranza.
En cuanto a las hileras por mazorca, el análisis LSD muestra que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos $\mathrm{To}_{0}-\mathrm{T}_{1}$ y $\mathrm{T}_{2}$ siendo superiores los tratamientos en donde hubo remoción del suelo; los cuales alcanzaron el número máximo promedio (14 hileras) según el ICA.

Tabla 12. Valores promedio de longitud (cms), granos e hileras de las mazorcas

| Valor | Longitud de mazorcas |  |  | Numero de hileras <br> mazorcas |  |  |  | Numero de granos |  |  |  |
| :--- | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | $\mathrm{T}_{0}$ | $\mathrm{~T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ | $\mathrm{~T}_{0}$ | $\mathrm{~T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ | $\mathrm{~T}_{0}$ | $\mathrm{~T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ |  |  |
| Media Ls | $14,25^{\mathrm{a}}$ | $14,14^{\mathrm{a}}$ | $14,85^{\mathrm{a}}$ | $13,63^{\mathrm{a}}$ | $14,2^{\mathrm{a}}$ | $14^{\mathrm{a}}$ | $353,4^{\mathrm{a}}$ | $417,5^{\mathrm{b}}$ | $416,7^{\mathrm{b}}$ |  |  |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

### 6.4.1.2 Diámetro superior, medio e inferior por mazorca

El análisis LSD mostró que no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Esto significa que el grosor de las mazorcas no representa factor determinante en los rendimientos del cultivo del maíz ICA V 109. La figura 17 ilustra que esta variedad (ICA $\vee$ 109), presenta mayor espesor en la parte inferior de las mazorcas.
En general, el maíz ICA V - 109 resulta homogéneo en sus diámetros. Además hay que anotar, que en condiciones normales, el grosor de las mazorcas es superior al presentado en dicho experimento, teniendo en cuenta la falta de precipitación. Según Ospina, 1999, la mayor disminución del rendimiento en grano lo ocasiona el déficit de agua durante la floración, y si se disminuye el grano, igual ocurrirá con los diámetros, ya que dependen directamente uno del otro.


Fig. 27. Diámetros de las mazorcas tomadas con un pie de rey Fuente: Nasly Contreras - Teofilo Naranjo.

Tabla 13 Diámetros y Longitud de las Mazorcas

| Valor | Diámetro Inferior |  |  | Diámetro Superior |  |  |  | Diámetro Medio |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | $\mathrm{T}_{0}$ | $\mathrm{~T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ | $\mathrm{~T}_{0}$ | $\mathrm{~T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ | $\mathrm{~T}_{0}$ | $\mathrm{~T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ |  |
| Media <br> Ls | $4,23^{\mathrm{a}}$ | $4,31^{\mathrm{a}}$ | $4,27^{\mathrm{a}}$ | $4,05^{\mathrm{a}}$ | $4,08^{\mathrm{a}}$ | $4,05^{\mathrm{a}}$ | $4,19^{\mathrm{a}}$ | $4,21^{\mathrm{a}}$ | $4,19^{\mathrm{a}}$ |  |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 28. Diámetros de las Mazorcas.


Fuente: Tabla 13.
6.4.1.3 Relación grano tusa y peso de 1000 granos

La tabla 14 y en el gráfico 12, muestran que en la relación grano / tusa no se presentaron diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos, lo cual nos indica que existe una relación proporcional directa entre el peso de los granos y el peso de la tusa con relación a la mazorca.
En el peso de 1000 granos para cada tratamiento, aunque no se presentaron diferencias significativas, si alcanzó el peso estipulado para la variedad ICA V - 109, que es de 308 grs,en el tratamiento con arado de disco. En el muestreo de las 10 mazorcas escogidas al azar se observó una homogeneidad en peso de granos de las mismas. (Ver tabla 14).

Tabla 14. Valores promedio de peso de granos, peso de 10 tusas, relación grano/tusa y peso de 1000 granos de mazorcas por parcela

| Peso de Granos 10 <br> Mazorcas (gr.) |  |  |  | Peso de Tuzas 10 <br> Mazorcas (gr.) |  |  |  | Relación Grano / <br> tuza |  |  | Peso de 1000 <br> Granos(gr) |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| To | T 1 | T 2 | To | T 1 | T 2 | To | T 1 | $\mathrm{~T}_{2}$ | To | $\mathrm{T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ |  |  |
| $103,683^{\mathrm{a}}$ | $110,367^{\mathrm{a}}$ | $108,35^{\mathrm{a}}$ | $25,15^{\mathrm{a}}$ | $23,233^{\mathrm{a}}$ | $23,52^{\mathrm{a}}$ | $4,13^{\mathrm{a}}$ | $4,75^{\mathrm{a}}$ | $4,61^{\mathrm{a}}$ | $303.7^{\mathrm{a}}$ | $309.8^{\mathrm{a}}$ | $307.8^{\mathrm{a}}$ |  |  |

Fuente : Programa Informático STATGRAPHICS Plus.
Figura 29. Relación grano / tusa y peso de 1000 granos.


Fuente: Tabla 14.

### 6.4.2 Rendimientos y producción obtenidos

Los rendimientos muestran que hubo una mayor producción en el tratamiento arado con disco ( $T_{1}$ ), con $2393.5 \mathrm{~kg} / \mathrm{ha}$. siendo este
rendimiento mayor al de cero labranza en un 38.04\% y al de labranza de cincel en un 15.29\% (Ver Gráfíco 13). Esto se observa en la tabla 15. El arado con disco tuvo un mayor rendimiento, debido a que las plantas tuvieron un rápido desarrollo radicular, por lo que crecieron más vigorosas que las de los otros tratamientos. Al presentar un mayor desarrollo radicular (tabla 8), tuvieron un área mayor de exploración, aprovechando mejor la humedad reinante. A todo esto se le sumó el hecho de que al ser las que mayor número de hojas presentaron (tabla 10), aprovecharon más la radiación solar para realizar el proceso fotosintético. Y según Barneit, 1988, el estrés hídrico limita el tamaño y el número de hojas en el maiz, lo que influye considerablemente en el rendimiento final, cosa que pudo haber ocurrido con los tratamientos de cero labranza y labranza con cincel, quienes al final rindieron menos que $\mathrm{T}_{1}$ (arado con disco).

Figura 30. Producción y rendimientos


[^2]Tablal 5

### 6.4.2.1 Total plantas sembradas por tratamiento y plantas faltantes

La siembra se hizo en 24 sitios cada 40 cms , con 80 cms entre surco; se sembraron 3 semillas por sitio; en las labores de raleo se dejaron dos plantas por sitio, para un total de 48 plantas en cada hilera. Se sembraron 7 hileras, sin meter las esquinas, para un total de 336 plantas sembradas en $60 \mathrm{~m}^{2}$ (una parcela). (Ver fig. 4). Fueron seis parcelas por tratamiento, lo que arroja 2016 plantas por tratamiento. De ellas no nacieron 948 en To; 682 en $\mathrm{T}_{1}$ y 703 en $\mathrm{T}_{2}$. Ver tabla 15 y 16. Si llevamos estos valores a porcentaje (Tabla 16), tenemos que: en To no germinaron el $47.03 \%$ de las semillas; en $\mathrm{T}_{1}$ el $33.82 \%$ y en $\mathrm{T}_{2}$, el $34.87 \%$. Por lo tanto podemos comentar que el mayor porcentaje de germinación se dio en el tratamiento labrado con disco (60.813\%) y el menor en cero labranza, con ( $42.90 \%$ ). Es posible que esto se haya debido a la compactación del sistema de cero labranza con relación a los sistemas donde el suelo es removido y a la facilidad que ofrecen estos a la emergencia de las plántulas.

Tabla 16 Producción, Rendimiento y Características de Cosechas en Porcentaje
(\%)

|  | $\mathbf{T}_{0}$ | $\mathbf{T}_{1}$ | $\mathbf{T}_{2}$ |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| Total plantas sembradas por tratamiento | 2016 | 2016 | 2016 |
| Total plantas faltantes por tratamiento | 948 | 682 | 703 |
| Total plantas faltantes en porcentaje | 47.03 | 33.82 | 34.87 |
| Total plantas sin mazorca | 203 | 108 | 153 |
| Total plantas sin mazorca en porcentaje | 10.069 | 5.357 | 7.589 |
| Plantas cosechadas por tratamiento | 865 | 1226 | 1160 |
| Plantas cosechadas por tratamiento en <br> porcentaje | 42.90 | 60.813 | 57.539 |

Fuente: Tabla 15.

### 6.4.2.2 Total plantas sin mazorca

El tratamiento en el cual se obtuvo el mayor porcentaje de plantas sin mazorca fue el de cero labranza ( $\mathrm{T}_{0}$ ), con un 10.069\% (Ver gráfico 14). Si bien, este porcentaje de pérdidas se debió al verano que hubo entre el 30 de Junio hasta el 11 de Julio donde la precipitación es indispensable para dicho cultivo (Tabla 4) y al ataque del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), también pudo deberse al bajo contenido de nitrógeno,
elemento asociado a la materia orgánica en el suelo. Según Grower, 1589, citado por Garcés y Humanez, 1595, c.taco por Ospina la falta de nitrógeno en la planta produce un estrés que afecta procesos fisiológicos importantes como la fotosíntesis, también se ha encontrado que el número de mazorcas perdidas y el tiempo de la floración aumentan cuando la disponibilidad de nitrógeno del suelo es baja"3.

El arado con cincel, bien sea rígido o vibrador, tiene la desventaja de actuar como rastrillo, arrastrando los desechos de cosecha y la vegetación de las parcelas (principal fuente de nitrógeno para las plantas), depositándolas fuera del lote, lo cual es contraproducente para cultivos exigentes en nitrógeno como el maíz.
El tratamiento que menor porcentaje de plantas sin mazorcas presentó fue el labrado con disco (5.357\%). A diferencia del cincel, el disco tiene la ventaja de cortar, invertir el suelo e incorporar abonos verdes y residuos de cosechas, lo que hace que el rendimiento de los cultivos exigentes en nitrógeno sea mayor al usar este sistema. En la tabla 7 se observa que el contenido de materia orgánica fue mayor al final de la experiencia en el arado con disco, mientras que en la labranza con cincel se presentaron los valores más bajos.

Tabla 17 Total plantas sin mazorca

| Valor | Plantas sin Mazorcas |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  | $\mathrm{T}_{\mathrm{o}}$ | $\mathrm{T}_{1}$ | $\mathrm{~T}_{2}$ |  |
| Media Ls | $33.833^{\circ}$ | $18^{\mathrm{a}}$ | $25.5^{\mathrm{a}}$ |  |

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 31. Valores de producción y características de cosecha (\%).

[^3]

Fuente: Tabla 15.

### 6.4.2.3 Total plantas cosechadas por tratamiento.

El mayor número de plantas cosechadas se dio en el tratamiento con disco ( $60,813 \%$ ), seguido por cincel y cero labranza. Sin embargo, el análisis LSD mostró diferencias estadísticamente significativas entre $T_{0}$ con respecto a $T_{1} Y T_{2}$. El mayor rendimiento en cosecha del tratamiento labrado con disco se debió a que estas plantas crecieron más vigorosas debido a que aprovecharon al máximo las lluvias que se presentaron al principio del cultivo, lo que les ayudó a soportar con menos pérdidas el estrés hídrico a que fue sometido el cultivo.

### 6.4.2.4 Características del maíz bajo tres sistemas de labranza

En la tabla 18 se aprecia un análisis comparativo entre las características teóricas dadas por el Instituto Colombiano Agropecuario, sobre la variedad ICA V-109 y las obtenidas en la práctica, notándose en el cuadro que las pérdidas fueron considerables con respecto a las dadas por el ICA Sin embargo, el resultado fue similar a la de las otras investigaciones en cuanto a que el mayor rendimiento se presentó en el tratamiento labrado con disco, seguido por el tratamiento de labranza con cincel, con el 47.87 del rendimiento esperado ( $5000 \mathrm{Kg} / \mathrm{ha}$ ). Como se observa en la tabla 12 el tamaño de la mazorca se acercó entre un 91.818\% y un $96.428 \%$ a lo esperado. El peso de 1000 granos fue el que menos se afectó, es decir, el que estuvo más cerca del ideal, lo que nos dice que el
grano obtenido, a pesar de lo pequeño de las mazorcas fue de buena calidad. En cuanto a la altura de la planta, éstas alcanzaron entre un $79.09 \%$ y un $87,22 \%$ de lo indicado por el ICA, lo que se reflejó enormemente en la producción final, ya que una planta que no se desarrolla bien no cumple a cabalidad los procesos fisiológicos necesarios para dar un buen rendimiento.

Tabla 18. Características agronómicas y botánicas del cultivo

| Parámetros | Características teóricas proporcionadas por el ICA | Características obtenidas en la práctica |  |  | Comparación de características en \% |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
|  |  | To | T1 | T2 | To | T1 | T2 |
| Rendimiento (Kg./ha) | 5000 | 1482.83 | 2393.5 | 2027.332 | 29.65 | 47.87 | 40.54 |
| Tamaño de mazorca (cm.) | 15,4 | 14,25 | 14,14 | 14,85 | 92,532 | 92,818 | 96,428 |
| $\mathrm{N}^{0}$ de hileras | 14 | 13,63 | 14,2 | 14 | 97,357 | 101,42 | 100 |
| Peso granos x mazorca (gr.) | 82,4 | 103,683 | 110,367 | 108,35 | 125,828 | 133,940 | 131,492 |
| Peso de 1000 granos (gr.) | 308 | 303.71 | 309.85 | 307.8 | 98.61 | 100.6 | 99.93 |
| Altura de planta (cm.) | 240 | 189,833 | 209,333 | 205,167 | 79,09 | 87,222 | 85,486 |
| Número hojas x plantas | 15 | 9,333 | 10 | 10 | 62,22 | 66,66 | 66,66 |

Fuente: ICA.

### 6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

De acuerdo a las ecuaciones mencionadas en el análisis de rentabilidad, se deduce que los sistemas que arrojaron mayores pérdidas en producción por hectárea bajo las condiciones dadas durante el experimento son: labranza cero, y cincel rigido. Debido a que en la labranza cero el suelo se encuentra compactado reduciendo la porosidad y el intercambio gaseoso e incrementando la densidad aparente; trayendo como consecuencias la disminución de la capacidad de absorción de agua, nutrientes y minerales necesarios para el desarrollo fisiológico y productivo del cultivo. Seguido por la labranza profunda o labranza de cincel rígido, el cual descompacta el suelo roturando las capas endurecidas en la zona de influencia radical. Observándose un mayor desarrollo de raíces, aumentando la absorción de humedad en comparación con la labranza cero, pero es inferior al método utilizado con arado de disco, dado que esta herramienta divide el suelo y aumenta en poca proporción la macro porosidad del suelo.

## CONCLUSIONES

1. Se requieren noches frescas, días soleados y temperaturas moderadas para los procesos fisiológicos del maíz, ya que el peso seco de la planta, índice de crecimiento, es función directa del área foliar y de la capacidad que tenga la planta para aprovechar los nutrimentos del suelo, que serán traslocados al grano si las condiciones son propicias para el llenado.
2. En verano la falta de agua provoca un estrés o acebollamiento del follaje, retrasando la floración femenina con duración corta del periodo de llenado de grano. Si a esta condición se une el ataque de la plaga, puede presentarse perdida de plantas, porque las larvas grandes, cuando hay alta infestación y varias por plantas, salen del cogollo y perforan el tallo en su punto basal, afectando el crecimiento hasta ocasionar la muerte.
3. Los problemas de compactación del suelo inciden desfavorablemente sobre el desarrollo radicular, reduciendo la porosidad y el intercambio gaseoso, incrementando la densidad aparente, disminuyendo la capacidad de infiltración, dificultando la absorción de agua y nutrientes y como consecuencia, la disminución de la cosecha.
4. El mayor rendimiento del cultivo de maíz se presenta bajo la labranza con disco, independientemente de las condiciones externas, ya que el rendimiento ha sido mayor en $T_{1}$, en veranos largos o en caso de invierno fuerte, lo que deducimos de observar en los resultados de los trabajos anteriores, donde se han presentado condiciones opuestas.
5. Para el final (105 dias) las raíces con profundidad radical, de la labranza con disco superaron a las de cincel en un $13.66 \%$ y a las
de cero labranza en un 44.09\%. De igual forma sucedió en el radio horizontal. Por lo tanto podemos decir que en los tres tratamientos el que más profundizó tanto vertical como horizontalmente fue: el arado de disco seguido por el cincel y por último el de cero labranza.
6. La variedad ICA V-109 posee una altura promedio de 240 cms (ICA, 1S9C); Según lo citado anteriormente, en el experimento la variedad sólo alcanzó el $87.222 \%$ de altura en $T_{1}$ (disco), el $85.486 \%$ en $T_{2}$ (cincel) y el $79.09 \%$ en $T_{0}$ (cero labranza), a los 75 días de emergencia, lo que indica que los factores climáticos adversos, junto con la temperatura disminuye el crecimiento. Por lo tanto, debido al estrés hídrico presentado y como consecuencia de éste al bajo crecimiento, las plantas que alcanzaron mayor longitud fueron las del tratamiento con arado de disco.
7. El tratamiento que presentó una mayor producción fue el de arado con disco ( $T_{1}$ ), con $2393.5 \mathrm{~kg} / \mathrm{ha}$., siendo este rendimiento mayor al de cincel rígido en un 15.29\% y al de cero labranza en un 38.04\%. Debido a que las raíces profundizaron más, aprovechando mejor los nutrimentos del suelo, teniendo así un rápido desarrollo y un crecimiento más vigoroso que los demás tratamientos.

## RECOMENDACIONES

1. Deben adelantarse campañas de concientización frente a los campesinos para evitar la práctica de quemas y adquirir otras como abonado y la incorporación al suelo de residuos de cosecha, para mejorar el contenido de materia orgánica.
2. La siembra se debe efectuar con el inicio de las lluvias, ya que asegura la emergencia de las plántulas y un desarrollo vigoroso. Mejora el sistema radicular con mayor longitud de raíces, favoreciéndose la absorción de nutrientes durante las diferentes etapas del crecimiento del cultivo; además reduce el daño del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), ya que el deposito de agua que se forma en el cogollo contribuya a la mortalidad de las larvas o provoca su salida, exponiéndose a la acción de depredadores.
3. Se debe adoptar todas las practicas culturales; como una correcta preparación de suelo, manejo oportuno de malezas hospedantes, rotación de cultivos, uniformidad en la siembra, cosechas oportunas y destrucción de socas de arroz, maíz y sorgo dentro y alrededor de los lotes, 15 a 20 días antes de la siembra.
4. Es recomendable ir realizando los análisis químicos y físicos al momento de extracción en campo, y no dejar todo para el final, ya que pueden presentarse diferencias en la toma de muestras por parte de los analistas de laboratorio, pero estas no son concluyentes debido a su mínimo error presentado; además dichas muestras pierden humedad y sus características iniciales, lo que altera los resultados al momento de evaluar la densidad aparente de las mismas.
5. Para evitar el estrés o acebollamiento del follaje se recomienda riegos y controles oportunos para reducir la población de plagas.
6. A pesar de que los resultados obtenidos fueron superiores con el arado de disco, no hay que menoscabar los beneficios que ofrece el cincel en la conservación de los suelos, lo que se convierte en un beneficio a mediano y largo plazo, al mantener la conservación de este frágil recurso.
7. AVELLA T., Adolfo. Fondo Nacional Cerealista: Tecnología del cultivo de maíz. El riego en el cultivo del maíz. En: Seminario sobre el cultivo del maíz. Neiva, 1989.
8. DONAHUE, Roy et al. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. México, editorial Prentice/Hall Internacional, 1997.
9. DURANTE MIRANDA, Moisés y RUIZ BENÍTEZ, Federman. Efecto de las épocas de siembra en tres genotipos de maíz (Zea Mays L). Trabajo de grado (ing. Agrónomo) universidad de Córdoba. Facultad de ingeniería agronómica. Montería, 1989.
10. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento del maíz en los llanos altos del estado Monagas http:/www.agronomíatropical. 48(2):157-174.1998.
11. Efectos de la labranza conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento del maíz. www.pegasus.ucla.ve, 2000.
12. GAVANDE, Sampat A. Física de suelos. Principios y aplicaciones. $6^{\text {a }}$ edición. Editorial Limusa, 1987.
13. GUTIÉRREZ, Noemí, VENIALGO, Crispín A. et al. Efecto del manejo del suelo sobre la densidad aparente y la resistencia mecánica a la penetración. [online]. Universidad nacional del nordeste. Available from Internet. <http >.
14. Investigación y tecnología del cultivo del Ajonjolí en Venezuela. URL: http://ajonjoli.sian.info.ve. Mazzani, 1999.
15. LARIOS LARIOS, Alejandro. Fondo Nacional Cerealista: Tecnología del cultivo de maíz. Manejo agrofisiológico del maíz. En: Seminario sobre el cultivo del maíz. Documento de trabajo sin imprimir. Neiva, 1997.
16. LORENTE HERRERA, Juan B, Gostincari TURON, Janez. Biblioteca de la agricultura: Defensa de las plantas cultivadas Técnicas agrícolas en cultivos extensivos. $2^{\text {a }}$ edición, mayo 1998.
17. LOZANO OSORNO, Fernando y CASTILLO HERRERA, Bernardo. Propuesta de metodología para el desarrollo de modelos de labranza. Revista de Ingeniería e investigación No 39, 1998.
18. MALAGÓN, dimas, MONTENEGRO, Hugo. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santafe de Bogotá D.C., 1990.
19. NAVARRO BRAVO, Agustín, FIGUEROA SANDOVAL, Benjamín et al. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. [Online]. Febrero, 2000. Available from internet. <http: www.fao.org/docrep/033/x7650>.
20. OSPINA, José Gabriel. Fondo Nacional Cerealista: Tecnología del cultivo de maíz. Produmedios (Productos editoriales y audiovisuales). $1^{\text {a }}$ edición, abril de 1999. Santafe de Bogotá.
21. RINCÓN SEPÚLVEDA, Ovidio (Ing. Agrónomo). El cultivo del Maíz: Temas de orientación agropecuaria. $148^{\text {ava }}$ edición. Bogotá: Ediciones TOA, 1980.
22. SANDOVAL ASSIA, Ismael Segundo. Guía de práctica: Labranza y equipos de labranza primaria. Profesor de la Universidad de Sucre. Ing. Agrícola, 2000.
23. VÁSQUEZ et al., 1989; HILL y CRUSE, 1985; HAMMEL, 1989. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento del maíz en los llanos altos del estado de Monagas. [online]. 1998. Available from internet. <htm. agronomia tropical 48(2): 157-174-1998>.
24. www.corpoicaturipana.org.co, 2004.
25. www.corpoicaturipana.org.co, 2004. Propiedades físico-hídricas de un oxisol rojo-oscuro preparado con discos y bajo siembra directa,

ANEXOS
ANEXO 1. Tratamientos y profundidad de arado.

| Parcela | Tratamiento | Profundidad de arado <br> (promedio en cm.) |
| :---: | :---: | :---: |
| 2 | $\mathrm{~T}_{2}$ | 37.5 |


| 5 | $\mathrm{~T}_{2}$ | 38.8 |
| :---: | :---: | :---: |
| 9 | $\mathrm{~T}_{2}$ | 37.9 |
| 12 | $\mathrm{~T}_{2}$ | 38.2 |
| 13 | $\mathrm{~T}_{2}$ | 37.3 |
| 16 | $\mathrm{~T}_{2}$ | 37.7 |
|  | Promedio | 37.9 |
| 1 | $\mathrm{~T}_{1}$ | 24.6 |
| 4 | $\mathrm{~T}_{1}$ | 25.2 |
| 8 | $\mathrm{~T}_{1}$ | 26.4 |
| 11 | $\mathrm{~T}_{1}$ | 25.8 |
| 15 | $\mathrm{~T}_{1}$ | 25.3 |
| 18 | $\mathrm{~T}_{1}$ | 24.1 |
|  | Promedio | $\mathbf{2 5 . 2}$ |

Donde:
$\mathrm{T}_{2}$ : Cincel
$\mathrm{T}_{1}$ : Disco

ANEXO 2. Precipitaciones y déficit durante el cultivo

| Lías | Precipitación <br> Requerida $(\mathrm{mm})$ | Precipitación <br> obtenida $(\mathrm{mm})$ | Déficit <br> $(\mathrm{mm})$ |
| ---: | ---: | ---: | :---: |
| 0 | 20 | 6.7 | 13.3 |
| 10 | 20 | 42.1 | $*$ |
| 20 | 28 | 45.4 | $*$ |
| 30 | 37 | 9.5 | 27.5 |
| 40 | 49 | 19.4 | 29.6 |
| 50 | 60 | 24.1 | 35.9 |
| 60 | 80 | 10.1 | 69.9 |
| 70 | 98 | 52 | 46 |
| 80 | 103,7 | 20.7 | 83 |
| 90 | 98 | 30 | 68 |
| 100 | 50 | 48.9 | 1.1 |
| 110 | 30 | 27.3 | 2.7 |
| 120 | 20 | 33. | $*$ |

Donde:

* Suficiente humedad

ANEXO 3. Análisis químicos al inicio y final de la experiencia. (Macronutrientes).


## UNIVERSIDAD DE SUCRE

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁITSIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORRE GIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 Agosto 2005
sucre
La Negra
Litia Romero
19 Octubre 2005

ANALISIS $\mathrm{N}^{\circ}$ : 99
MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España CULTIVO: Maíz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACION | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua 1:I, P/V) | 7.6 | Medianamente Alcalino | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 1.39 | D | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 21.00 | C | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 23.10 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 5.13 | C | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 4.70 | B | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.06 | F | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 1.32 | A | $<1.0$ |
| Aluminio interca mbiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F.A | Franco Arenoso | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 56.58 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 13.33 |  | $20-60$ |
| Limo (\%) | 30.09 | D | $20-70$ |
| Saturación de calcio (\%) | 22.21 | B | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 20.35 | D | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 5.71 | - | $<6.0$ |
| Saturación de aluminio (\%) | - | Estrecha | $2-4$ (normal) |
| Relación Calcio/Magnesio | 1.09 | $30.43 \%$ |  |
| Densidad Aparente, gr/cm |  | 1.38 |  |

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F : Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $N^{\circ} 2 \mathrm{~T} 2$ Arado de Cincel $(15-30) \mathrm{cm}$. Trabajo de grado Ingeniería Agrícola. Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización $y$ el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.


UNIVERSIDAD DE SUCRE
CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORRE GIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 Agosto 2005
Sucre
La Negra
Iilia Romero
19 Octubre 2005

ANÁLISIS N ${ }^{\circ}$ : 100 MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España CULTIVO: Maíz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua 1:1, P/V) | 7.28 | Muy Ligeramente Básico | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 0.96 | F | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 26.00 | C | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 22.00 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 5.50 | C | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 5.15 | A | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.09 | F | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 2.29 | E | $<1.0$ |
| Aluminio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F.A | Franco Arenoso | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 58.25 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 13.33 |  | $20-60$ |
| Iimo (\%) | 28.42 | D | $20-70$ |
| Saturacion de calcio (\%) | 25.00 | B | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 23.41 | B | $20-30$ |
| Saturacion de sodio (\%) | 10.41 | - | $<6.0$ |
| Saturación de alurninio (\%) | - | Estrecha | $2-4$ (normal) |
| Relación Calcio/Magnesio | 1.06 | $33.16 \%$ |  |
| Densidad Aparente, gr/cm |  | 1.28 |  |

## INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Conterido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Conterido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F : Contemido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $N^{\circ} 2 \mathrm{~T} 2$ Arado de Cincel ( $0-15$ ) cm. Trabajo de grado Ingeniería Agrícola.
Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilizacion y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades fisicas.


## UNIVERSIDAD DE SUCRE

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 Agosto 2005
Sucre
La Negra
Lilia Romero
19 Octubre 2005

ANÁLISIS $\mathrm{N}^{\circ}$ : 101 MUNICIPIO: Sampués FINCA: La España CULTIVO: Maiz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua l:1, P/V) | 6.61 | Muy Ligeramente Acido | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 1.06 | D | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 31.00 | B | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr .suelo) | 22.00 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 4.63 | D | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 4.14 | B | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.13 | D | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 0.78 | B | $<1.0$ |
| Aluminio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F | Franco | Franco arcilloso |
| Arena (8) | 48.25 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 18.33 |  | $20-60$ |
| Limo (\%) | 33.42 | D | $20-70$ |
| Saturación de calcio (8) | 21.05 | C | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 18.82 | D | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 3.55 | - | $<6.0$ |
| Saturacion de aluminio (\%) | - | Bstrecha | $2-4$ (normal) |
| Relación Calcio/Magnesio | 1.11 | $25.18 \%$ |  |
| Densidad Aparente, gr/cm |  | 1.62 |  |

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES
A: Conterido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contemido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F : Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $\mathrm{N}^{\circ} 8 \mathrm{Tl}$ Arado de Disco (15-30) cm. Trabajo de grado Ingeniería Agrícola. Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.



# UNIVERSIDAD DE SUCRE 

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORRE GIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 Agosto 2005
Sucre
La Negra
Iilia Romero
19 Octubre 2005

ANÁLISIS N ${ }^{\circ}$ : 102
MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España CULTIVO: MaizICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua l:I, P/V) | 6.86 | Casi Neutro | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 0.81 | F | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 36.00 | B | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 24.75 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 5.71 | C | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 5.72 | A | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.11 | D | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 1.15 | A | $<1.0$ |
| Alurainio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F.A | Franco Arenoso | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 64.91 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 10.00 |  | $20-60$ |
| Limo (\%) | 25.09 | D | $20-70$ |
| Saturación de calcio (\%) | 23.07 | B | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 23.11 | D | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 4.65 | - | $<6.0$ |
| Saturación de aluminio (\%) | - | Irvertida | $2-4$ (normal) |
| Relación Calcio/Magnesio | 0.89 | 28.13 \% |  |
| Densidad Aparente, gr/cm | 1.66 |  |  |

## INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Conterido suficiente o valar adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contemido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Conterido excesivo o valor muy alto, puede ser perjucticial.
F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $\mathrm{N}^{\circ} 8 \mathrm{~T} 1$ Arado de Disco $(0-15) \mathrm{cm}$. Trabajo de grado Ingeniería Agricola. Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización $y$ el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.


Carrera $28 \mathrm{~N}^{\circ} 5-267$ Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9
Tels: 2821240-2823867-2820855, Ext. 288. Fax: 2820855-2821240


UNIVERSIDAD DE SUCRE<br>CENTRO DE LABORATORIOS<br>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DESUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:
DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 Agosto 2005
Sucre
La Negra
Lilía Romero
19 Octubre 2005

ANÁLISIS $N^{\circ}$ : 103
MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España CULTIVO: Maiz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua 1:I, P/V) | 7.12 | Casi Neutro | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 0.86 | F | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 22.00 | C | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 21.45 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 4.71 | D | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 5.49 | B | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.06 | F | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 1.70 | E | $<1.0$ |
| Aluminio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F | Franco | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 43.25 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 25.00 |  | $20-60$ |
| Limo (\%) | 31.75 | D | $20-70$ |
| Saturación de calcio (\%) | 21.96 | C | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 25.59 | C | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 7.93 | - | $<6.0$ |
| Saturación de aluminio (\%) | - | Invertida | $2-4.0$ |
| Relación Calcio/Magnesio | 0.86 | $23.55 \%$ | (normal) |
| Densidad Aparente, gr/cm |  | 1.63 |  |

## INTERPRETACION Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Conterido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial.
F: Conterido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $\mathrm{N}^{\circ} 11$ T1 Arado de Disco (15-30) cm. Trabajo de grado Ingeniería Agrícola. Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.


# UNIVERSIDAD DE SUCRE 

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DESUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORRE GIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 Agosto 2005
Sucre
La Negra
Lilia Romero
19 Octubre 2005

ANÁLISIS No ${ }^{\circ} 104$
MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España CULTIVO: Maiz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua 1:1, P/V) | 6.90 | Casi Neutro | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 0.96 | F | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 30.00 | C | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 22.00 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 4.21 | D | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 7.54 | A | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.11 | D | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 1.20 | A | $<1.0$ |
| Aluminio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | Ar | Arcilloso | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 39.91 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 43.33 |  | $20-60$ |
| Limo (\%) | 16.76 | F | $20-70$ |
| Saturación de calcio (\%) | 19.14 | A | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 34.29 | D | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 5.45 | - | $<6.0$ |
| Saturación de aluminio (\%) | - | Invertida | $2-4$ (normal) |
| Relación Calcio/Magnesio | 0.56 | $26.39 \%$ |  |
| Densidad Aparente, gr/cm |  | 1.54 |  |

## INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contendio abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Conterido Moderado o valor medio (regular
D: Contemido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido ínfimo o valar muy bajo (muy pobre)

Muestra $N^{\circ} 11$ T1 Arado de Disco $(0-15) \mathrm{cm}$. Trabajo de grado Ingeniería Agrícola. Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización $y$ el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.


Carrera $28 \mathrm{~N}^{\circ} 5-267$ Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9
Tels: 2821240-2823867-2820855, Ext. 288, Faxi 2820855-2821240


## UNIVERSIDAD DE SUCRE

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DESUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORRE GIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 agosto 2005
sucre La Negra Lilia Romero . 19 octubre 2005

ANALISIS ${ }^{\circ}$ : 105
MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España
CULTIVO: Maíz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua 1:1, P/V) | 6.57 | Ligeramente Acido | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 1.06 | D | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 43.00 | A | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 24.75 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 5.45 | C | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 6.27 | A | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.18 | D | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 1.75 | E | $<1.0$ |
| Aluminio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F.Ar | Franco Arcilloso | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 29.91 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 31.66 |  | $20-60$ |
| Iimo (\%) | 38.43 |  | $20-70$ |
| Saturación de calcio (\%) | 22.02 | B | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 25.33 | B | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 7.07 | D | $<6.0$ |
| Saturación de aluminio (\%) | - | - | 2.0 |
| Relación Calcio/Magnesio | 0.87 | Invertida | $2-4$ (normal) |
| Densidad Aparente, gr/cm | 1.71 | $25.58 \%$ |  |

## INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Conteriido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido sufficiente o valor adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $\mathrm{N}^{\circ} 17$ T0 Labranza Cero (15-30) cm. Trabajo de grado Ingeniería Agrícola. Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.


Carrera 28 N ${ }^{\circ} 5$ - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240-2823867-2820855, Ext. 288, Faxi 2820855-2821240


## UNIVERSIDAD DE SUCRE

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 agosto 2005
sucre
La Negra
Lilia Romero 19 octubre 2005


MUNICIPIO: Sampués
FINCA: La España CULTIVO: Maíz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valares Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| pH (Agua 1:1, P/V) | 6.36 | Ligeramente Acido | $5.80-7.20$ |
| Materia Orgánica (\%) | 1.01 | B | $2.0-4.0$ |
| Fósforo (ppm), Bray II | 46.00 | B | $15-30$ |
| C.I.C. (meq./100 gr.suelo) | 21.45 | B | $10-20$ |
| Calcio (meq./100 gr.suelo) | 6.80 | C | $5-7$ |
| Magnesio (meq./100 gr suelo) | 5.87 | A | $2-3$ |
| Potasio (meq./100 gr suelo) | 0.24 | C | $0.2-0.4$ |
| Sodio (meq/100 gr suelo) | 1.23 | A | $<1.0$ |
| Alumimio intercambiable | - | - | $<0.2$ |
| Textura (M. Bouyoucos) | F.Ar | Franco Arcilloso | Franco arcilloso |
| Arena (\%) | 26.58 |  | $20-50$ |
| Arcilla (\%) | 31.66 |  | $20-60$ |
| Limo (\%) | 41.76 | C | $20-70$ |
| Saturación de calcio (\%) | 31.70 | B | $50-70$ |
| Saturación de magnesio (\%) | 27.37 | D | $20-30$ |
| Saturación de sodio (\%) | 5.73 | - | $<6.0$ |
| Saturación de aluminio (\%) | - | Estrecha | $2-4$ (normal) |
| Relación Calcio/Magnesio | 1.16 | 25.72 \% |  |
| Densidad Aparente, ga/cm | 1.67 |  |  |

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES
A: Conterido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Conterido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
E: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $\mathrm{N}^{\circ} 17 \mathrm{TO}$ Labranza Cero $(0-15) \mathrm{cm}$. Trabajo de grado Ingeniería Agricola.
Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.


Carrera 28 N $^{\circ} 5-267$ Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9
Tels: 2821240-2823867-2820855, Ext. 288. Fax: 2820855-2821240

ANEXO 4. Análisis químicos al inicio y final de la experiencia. (Micronutrientes).

UNIVERSIDAD DE SUCRE
CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

## RESULTADOS DE ANALISIS DESUELOS ELEMENTOS MENORES

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORRE GIMIENTO: PROPIETARTO: Fecha de entrega

2 de jumio de 2005
sucre
La Negra
Iilia Romero
5 julio de 2005

ANÁLISIS $\mathrm{N}^{\circ}$ : 012
MUNICIPIO: Sampues
FINCA: España CULTTVO: Maíz ICA V -109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| Hierro, ppm | 132.00 | E | $20-30$ |
| Cobre, ppm | 2.00 | C | $1.5-2.3$ |
| Zinc, ppm | 3.00 | C | $3.0-5.0$ |
| Manganeso, ppm | 48.00 | B | $25-40$ |
| Boro, ppm | - | - | - |
| Niquel, ppm | - | - | - |

## INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido sufficiente o valor adecuado (Bueno
C: Conterido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjucticial
F: Contenido infimo o valar muy bajo (muy pobre)

Muestra $N^{\circ}$ 2, Muestra del Lote Con Labranza Inicial, Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola

Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


UNIVERSIDAD DE SUCRE<br>CENTRO DE LABORATORIOS<br>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

## RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS <br> ELEMENTOS MENORES

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

20 de septiembre de 2005
Sucre
La Negra
Lilia Romero
11 Octubre de 2005

ANÁLISIS No: 013
MUNICIPIO: Sampues
FINCA: España CULTIVO: Maíz ICA V-109

| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| Hierro, ppm | 66.0 | E | $20-30$ |
| Cobre, ppm | 1.60 | C | $1.5-2.3$ |
| Zinc, ppm | 2.80 | D | $3.0-5.0$ |
| Manganeso, ppm | 48.40 | B | $25-40$ |
| Boro, ppm | - | - | - |
| Niquel, ppm | - | - | - |

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES
A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno
C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
$F$ : Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra $\mathrm{N}^{\circ}$ 3, Muestra del Lote Con arado de Cincel Final, Trabajo de Grado de Ingeniería Agrícola

Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos


UNIVERSIDAD DE SUCRE<br>CENTRO DE LABORATORIOS<br>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

## RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS ELEMENTOS MENORES

| FECHA DE RECIBO: | 20 de septiembre de 2005 | ANÁLISIS No: | 014 |
| :--- | :--- | :--- | :--- |
| DEPARTAMENTO: | Sucre | MUNICIPIO: | Sampues |
| CORREGIMIENTO: | La Negra | FINCA: | España |
| PROPIETARIO: | Lilia Romero | CULTIVO: | Maíz ICA V -109 |
| Fecha de entrega | 11 Octubre de 2005 |  |  |


| DETERMINACIÓN | VALOR | INTERPRETACIÓN | Valores Medios |
| :--- | :---: | :---: | :---: |
| Hierro, ppm | 140.8 | E | $20-30$ |
| Cobre, ppm | 1.60 | $C$ | $1.5-2.3$ |
| Zinc, ppm | 1.60 | D | $3.0-5.0$ |
| Manganeso, ppm | 57.20 | A | $25-40$ |
| Boro, ppm | -- | -- | - |
| Niquel, ppm | - | -- | - |

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES
A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B. Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno

C: Contenido Moderado o valor medio (regular
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra ${ }^{\circ}$ 4, Muestra del Lote Con arado de Disco Final, Trabajo de Grado de Ingenieria Agrícola

Consultar con el profesional especializado de la zona para la aplicación de enmiendas, plan de fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


## ANEXO 5. Análisis Económico

Dpto: Sucre
Municipio: Sincelejo
Vereda: La Negra

Area por tratamiento: 360 mt 2
Cultivo: Maíz mecanizado con disco

| ACTIVIDADES | Unidad | Cantidad / tratamiento | Valor unitario | Valor parcial | $\begin{gathered} \text { Cantidad/ } \\ \mathrm{Ha} \end{gathered}$ | $\begin{array}{\|l} \hline \text { Costos / } \\ \mathrm{Ha} \end{array}$ |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 1. LABORES |  |  |  |  |  |  |
| 1,1. PREPARACIÓN DEL SUELO |  |  |  |  |  |  |
| 1.1.1. Trazado de parcelas | Jornal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.1.2. Arada | Ha | 0,036 | 120.000 | 4.320 | 1 | 120.000 |
| 1.1.3. Rastrillada (2 pases) | Ha | 0,036 | 120.000 | 4.320 | 1 | 120.000 |
| 1.2. SIEMBRA |  |  |  |  |  |  |
| 1.2.1. Siembra y tapada | Jornal | 2,00 | 10.000 | 10.000 | 2 | 20.000 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1.3. LABORES CULTURALES |  |  |  |  |  |  |
| 1.3.1. Raleos | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 4 | 40.000 |
| 1.3.2. Desmonte | Jornal | 2,00 | 10.000 | 20.000 | 30 | 300.000 |
| 1.3.3. Desyerbas | Jornal | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.3.4 Fumigación | Jornal | 1.00 | 10.000 | 10.000 | 6 | 60.000 |
| 1.3.5 Fertilización | Jornal | 2,00 | 10.000 | 20.000 | 4 | 40.000 |
| 1.4. INSUMOS |  |  |  |  |  |  |
| 1.4.1. Semillas | Kg | 1,00 | 2.700 | 2.700 | 27 | 72.900 |
| 1.4.2. Fertilizante | Kg | 40.00 | 1.200 | 48.000 | 1.111 | 1.333.200 |
| 1.4.4.plaguicidas | Lts | 0.036 | 8.500 | 306 | 1 | 8.500 |
| 1.4.3. herbicidas | Lts | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.4.5. Empaques | Sacos | 2,00 | 300 | 600 | 16 | 4.800 |
| 1.4.6. Cabuya - hilazas | Rollo | 0,30 | 1.000 | 300 | 1 | 1.000 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 2. COSECHA Y BENEFICIO |  |  |  |  |  |  |
| 2.1. Recolección | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 6 | 60.000 |
| 2.2. Manipuleo | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 2 | 20.000 |
| 2.3. Desgrane | Producción / parcela | 6,00 | 500 | 3.000 | 8 Jornales | 80.000 |
| 2.4. Acarreo (transporte) | Carrera | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. OTROS GASTOS |  |  |  |  |  |  |
| 3.1. Arrendamiento | Ha/año | 0,04 | 30.000 | 1.200 | 1 | 120.000 |
| 3.2. Toma de muestras durante el ciclo vegetativo del cultivo | Muestra |  |  | 2.880 |  |  |
| 3.3. Análisis físicos y químicos al inicio y final de la experiencia (Macro y micro nutrientes) | Muestra | 21,00 | 7.000 | 5292 | 21 | 147.000 |
| 3.4. Administración | meses | 4 | 1800 | 7200 |  | 200.000 |
| COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO |  |  |  | 170.118 |  | 2.747 .400 |
| Venta producción | Kilogramos | 381,78 | 380 | 145.076 | 10605 | 4.029.900 |

Dpto.: Sucre
Municipio: Sincelejo
Vereda: La Negra
Área por tratamiento: 360 mt 2
Cultivo: Maíz labranza cero

| ACTIVIDADES | Unidad | Cantidad | Valor <br> unitario | Valor <br> parcial | Cantidad / <br> Ha | Costos / <br> Ha |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |


| 1. LABORES |  |  |  |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 1,1. PREPARACIÓN DEL SUELO |  |  |  |  |  |  |
| 1.1.1. Trazado de parcelas | Jornal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.1.2. Arada | Ha | 0,036 | 120.000 | 4.320 | 0 | 0 |
| 1.1.3. Rastrillada (2 pases) | Ha | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.2. SIEMBRA |  |  |  |  |  |  |
| 1.2.1. Siembra y tapada | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 4 | 40.000 |
| 1.3. LABORES CULTURALES |  |  |  |  |  |  |
| 1.3.1. Raleos | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 4 | 40.000 |
| 1.3.2. Desmonte | Jornal | 2,00 | 10.000 | 20.000 | 30 | 300.000 |
| 1.3.3. Desyerbas | Jornal | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.3.4 Fumigación | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 4 | 40000 |
| 1.3.5 Fertilización | Jornal | 2,00 | 7.000 | 14.000 | 4 | 28.000 |
| 1.4. INSUMOS |  |  |  |  |  |  |
| 1.4.1. Semillas | Kg . | 2,00 | 2.700 | 5.400 | 27 | 72.900 |
| 1.4.2. Fertilizante | kg | 20,00 | 1.200 | 24.000 | 556 | 667.200 |
| 1.4.3. herbicidas | Lts | 0,72 | 14.000 | 1008 | 2 | 28000 |
| 1.4.4.plaguicidas | Lts | 0.036 | 8.500 | 306 | 1 | 8.500 |
| 1.4.5. Empaques | Sacos | 2,00 | 300 | 600 | 16 | 4.800 |
| 1.4.6. Cabuya - hilazas | Rollo | 0,30 | 1.000 | 300 | 1 | 1.000 |
| 2. COSECHA Y BENEFICIO |  |  |  |  |  |  |
| 2.1. Recolección | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 6 | 60.000 |
| 2.2. Manipuleo | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 2 | 20.000 |
| 2.3. Desgrane | Prod. parcela | 6,00 | 500 | 3.000 | 8 Jornales | 80.000 |
| 2.4. Acarreo (transporte) | Carrera | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. OTROS GASTOS |  |  |  |  |  |  |
| 3.1. Arrendamiento | Ha | 0,04 | 30.000 | 1200 | 1 | 120.000 |
| 3.2. Toma de muestras durante el ciclo vegetativo del cultivo | Muestra |  |  | 2.880 |  |  |
| 3.3. Análisis físicos y químicos al inicio y final de la experiencia (Macro y micro nutrientes) | Muestra | 21,00 | 7.000 | 5.292 | 21 | 147.000 |
| 3.4. Administración | meses | 4 | 1800 | 7200 |  | 200.000 |
| $\begin{aligned} & \text { COSTO TOTAL POR } \\ & \text { TRATAMIENTO } \\ & \hline \end{aligned}$ |  |  |  | 139.506 |  | 1.857 .400 |
| Venta producción | Kilogramos | 247,22 | 380 | 93.943 | 6.867 | 2.609 .460 |

Dpto: Sucre
Municipio: Sincelejo
Vereda: La Negra
Area por tratamiento: 360 mt 2
Cultivo: Maíz mecanizado con cincel

| ACTIVIDADES | Unidad | Cantidad | Valor <br> unitario | Valor <br> parcial | Cantidad / <br> Ha | Costos / <br> Ha |
| :--- | :--- | ---: | ---: | ---: | ---: | ---: |
| 1. LABORES |  |  |  |  |  |  |
| 1,1. PREPARACIÓN DEL SUELO |  |  |  |  |  |  |
| 1.1.1. Trazado de parcelas | Jornal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.1.2. Arada | Ha | 0,04 | 120.000 | 4.320 | 1 | 120.000 |


| 1.1.3. Rastrillada (2 pases) | Ha | 0,04 | 120.000 | 4.320 | 1 | 120.000 |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| 1.2. SIEMBRA |  |  |  |  |  |  |
| 1.2.1. Siembra y tapada | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 4 | 40.000 |
| 1.3. LABORES CULTURALES |  |  |  |  |  |  |
| 1.3.1. Raleos | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 4 | 40.000 |
| 1.3.2. Desmonte | Jornal | 2,00 | 10.000 | 20.000 | 30 | 300.000 |
| 1.3.3. Desyerbas | Jornal | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.3.4 Fumigación | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 6 | 60.000 |
| 1.3.5 Fertilización | Jornal | 2,00 | 10.000 | 20.000 | 4 | 40.000 |
| 1.4. INSUMOS |  |  |  |  |  |  |
| 1.4.1. Semillas | Kg | 2,00 | 2.700 | 5.400 | 27 | 72.900 |
| 1.4.2. Fertilizante | Kg | 35,00 | 1.200 | 42.000 | 972 | 1.166.400 |
| 1.4.3. herbicidas | Lts | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.4.4.plaguicidas | Lts | 0.036 | 8.500 | 306 | 1 | 8.500 |
| 1.4.5. Empaques | Sacos | 2,00 | 300 | 600 | 16 | 4.800 |
| 1.4.6. Cabuya - hilazas | Rollo | 0,30 | 1.000 | 300 | 1 | 1.000 |
| 2. COSECHA Y BENEFICIO |  |  |  |  |  |  |
| 2.1. Recolección | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 6 | 60.000 |
| 2.2. Manipuleo | Jornal | 1,00 | 10.000 | 10.000 | 2 | 20.000 |
| 2.3. Desgrane | Producción parcela | 6,00 | 500 | 3.000 | 8 Jornales | 80.000 |
| 2.4. Acarreo (transporte) | Carrera | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. OTROS GASTOS |  |  |  |  |  |  |
| 3.1. Arrendamiento | Ha | 0,04 | 30.000 | 1.200 | 1 | 12.000 |
| 3.2.Toma de muestras durante el ciclo vegetativo del cultivo | Muestra |  |  | 2.880 |  |  |
| 3.3. Análisis físicos y químicos al inicio y final de la experiencia (Macro y micro nutrientes) | Muestra | 21,00 | 7.000 | 5.292 | 21 | 147.000 |
| 3.4. Administración | meses | 4 | 1800 | 7200 |  | 200.000 |
| $\begin{aligned} & \text { COSTO TOTAL POR } \\ & \text { TRATAMIENTO } \\ & \hline \end{aligned}$ |  |  |  | 168.418 |  | 2.502 .600 |
| Venta producción | Kilogramos | 337,88 | 380 | 128.394 | 9.385 | 3.566.300 |

## ANEXO 6. Análisis estadísticos.

Análisis de la Varianza paraPeso de 100 Grs Maiz - Sumas de Cuadrados de Tipo III

| Fuente | Suma de cuadrad | GL | Cuadrado | Cocie | P-Valor |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| EFECTOS PRINCIPALES |  |  |  |  |  |
| A:Tratamiento | 15,3811 | 2 | 7,69056 | 0,76 | 0,4853 |
| RESIDUOS | 151,995 | 15 | 10,133 |  |  |
| TOTAL (CORR | IDO) 167,376 | 17 |  |  |  |

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Tabla de Medias por mínimos cuadrados para Peso de 100 Grs Maiz con 95,0 Intervalos de confianza

| Nivel | Frecuencia | Media | Error <br> Estándar | Límite Inferior | Límite Superior |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Media Total | 18 | 29,3278 |  |  |  |
| Tratamiento |  |  |  |  |  |
| T1 | 6 | 29,8167 | 1,29955 | 27,0467 | 32,5866 |
| T2 | 6 | 30,1333 | 1,29955 | 27,3634 | 32,9033 |
| To | 6 | 28,0333 | 1,29955 | 25,2634 | 30,8033 |

Contraste Múltiple de Rangos para Peso de 100 Grs Maiz según Tratamiento

| Método: 95,0 porcentaje LSD |  |  |  |  |
| :---: | :---: | :---: | :---: | :---: |
| Tratamiento | Recuento | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
| To | 6 | 28,0333 | 1,29955 | X |
| T1 | 6 | 29,8167 | 1,29955 | X |
| T2 | 6 | 30,1333 | 1,29955 | X |
| Contraste |  |  | Diferencias | +/- Límites |
| T1-T2 |  |  | -0,316667 | 3,91728 |
| T1-To |  |  | 1,78333 | 3,91728 |
| T2-To |  |  | 2,1 | 3,91728 |

* indica una diferencia significativa.


[^0]:    ${ }^{1}$ Investigación y Tecnología del Cultivo del Ajonjolí en Venezuela. URL: http://ajonjoli.sian.info.ve . Mazzani, 1999.

[^1]:    ${ }^{2}$ www.agcom.purdue.edu., 2000.

[^2]:    Fuente: Tabla 15

[^3]:    ${ }^{3}$ OSPINA, Gabriel José. Tecnología del cultivo del maíz, 1999.

