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 ROMERO

Trabajo 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 AGRÍCOLA SINCELEJO 2006

"Unicamente los autores son responsables de las ideas expuestas en	el
presente trabajo"	

Nota de ace	ptación		
Jurado			
Jurado		 	
Jurado			

Sincelejo, 2006

DEDICATORIA

A Dios, sobre todas las cosas.

A mi madre Maria Mijia Hernández, que para mí es la mijor mamá del mundo; gracias por creer en mí.

A mi padre Tec filo Naranjo Aguas, que no alcanzó ver en mí, lo que él quería

A Magali Hernández Mijia y Marlene Hernández Jaraba. Con ellas la vida me regaló dos madres más.

A mis hermanos Eder, William y Danith Stella que los quiero mucho.

A mis cuñados, Remberto Gómez Martines y Yiceth Aguas Jaraba

A U NISUCRE, por ser la mijor.

A mis amigos en general.

En especial Daniel "Ñañe" Pérez, Marlon Eduardo Sanes, Ella Oviedo Pérez y Neder Castro, mi compadre.

TEOFILO ALFREDO NARANJO MEJIA

A Dios por darme sabiduría.

A mis padres, Lilia Romero Arrieta y Refael Contreras Pérez por darme la vida.

A mis hermanos, Ducarys, Gildardo, Elia, Nelcy, Hollman, Roberto y sobrinos por su apcyo.

A la señora Miriam, el señor Dagoberto y a Marcos Aurelio, que me brindaron su ayuda y colaboración para poder alcanzar este triur fo.

A UNISUCRE, por abrirme las puertas y ser el escenario per fecto para convertirme en un excelente pre fesional.

NASLY CONTRERAS 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 Agrícola, 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 logístico. 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 de maíz frente a la labranza	22 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. <i>Prácticas Culturales</i>	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 CULTIVO	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. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
6.1 EFECTOS PRODUCIDOS POR LABRANZA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	44 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 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	5353
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 FISIOLOGIA DEL MAIZ	58 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 PRODUCCIÓN DEL MAIZ	66 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	
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 días en el	59
desarrollo 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	69
las 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 (T ₁)	35
Figura 7. Labranza con cincel (T ₂)	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	
Figura 12. Contenido de Humedad a los 30 cms durante el ciclo	46
vegetativo del cultivo	
Figura 13. Precipitación y déficit durante el ciclo vegetativo del	48
cultivo Figura 14. Pluviometria durante el ciclo del cultivo	48
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
	2ر
Figura 19.Profundidad Radicular a los 15,45,75 y 105 días 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 Figura 21. Profundidad radicular a los 75 días de emergencia	61
	O J
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	63
desarrollo vegetativo del cultivo	
Figura 24. Número de hojas por plantas a los 15, 45, 75 y 105 días en el desarrollo vegetativo del cultivo.	65
Figura 25. Longitud de las mazorcas tomadas con un pie de rey	66
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 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

	Pag.
Anexo 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)	
Anexo 5. Análisis Económico	96
Anexo 6 Análisis Estadístico	99

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 sí 2 metros, distribuidas en un área de 2000 m², (50 mts de ancho x 40 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 características 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 m2, (50 mts of wide x 40 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 pluviometría 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 maíz es uno de los principales cultivos transitorios de la agricultura colombiana tuvo su origen en América.

El maíz 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 mayoría 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, específicamente en nuestro departamento (Sucre), presentándose rendimientos del orden de 1.3 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 ¼ de tierra (cuarterón) y 5 Has., utilizando el sistema tradicional (arada y rastrillada).

Esta disminución en los rendimientos del cultivo de maíz 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 (Navarro Bravo, 1998), 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 arado de disco y rastrulado, arado de cincel rigido y rastra de discos, y utilizando el sistema de cero labranza.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL SUELO Y LA LABRANZA.

Estudios realizados por el *SENA (1986)*, 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 varían 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 Herrera – 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, *Sandcval (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 Montenegro (1990)*, 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 de Sucre, Informe de ccyuntura agropecuario, 1999 – 2000).

En cuanto a la materia orgánica (Chagas, 1994 citado 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 *Malagón (1990)*, 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 Fenalce en convenio con la Universidad de Sucre, 2004, 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° de latitud sur y los 30° de latitud norte) (Sánchez, Nicholaides y Couto, 1977). Por tanto, las

sequías reducen los rendimientos del maíz 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 sequía 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 sequía, 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, 2000).

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, 1980, citado por Mendoza y Mercado, 1992, citado por Cspina, 1995).

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 período 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 maíz 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 raíces (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 (Rhoads y Wr.ght, 1981).

Además, comenta *Cspina (1999)*, 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. (Bamford et. Al. 1691 citado por Núñez U. Y de Bisbal, 1698). 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 (Baver et al, 1656. Gavande, 1687).

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. (Lozanc, F. Y Castulo, B. 1997). 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, índice 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 MAÍZ

1.3.1. ECOLOGÍA

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

En general, para la siembra de maíz, 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 m.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 °C, con una temperatura mínima de 13°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 varían 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 días 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, 2002).

Si en el cultivo de maíz se incrementan los periodos de sequía, 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 días 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 Herrera-Janez Gostincari, 1998).

1.3.1.4. Luz: El maíz 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 maíz (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 maíz 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 V-156 (Blanco) y el ICA V-305. Los híbridos 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 maíz 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 maíz como en el sorgo, cuando se usan adecuadamente, de acuerdo con las condiciones del suelo y del cultivo. (FENALCE, 2005).

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 *ICA*, *2003*.

Tabla 1 Consumo de macro nutrientes, en kg / Ha según distintos niveles de rendimiento										
		Macronutrientes primarios			Macronutrientes secundarios					
Rinde en q / Ha	N	Р	K	Са	Mg	S				
80	170	31	128	45	40	23				
94	230	40	230	50	50	50				

140 348 62 256 75 80 4

Tabla 2 Consumo de micro nutrientes, en kg / Ha según distintos niveles de rendimiento									
Micronutrientes									
Rinde en q / Ha	Zn	Fe	Mn	Во	Cu	Мо			
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 maíz, 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 maíz 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 maíz, 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 Lt/seg./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 (Corpoica, 2004).

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, fríjol 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 maíz 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 diciembre-enero; 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 maíz 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 características físicas 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 (Lorente, 1998).

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 cms x 80 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 cms x 90 cms, depositando cinco semillas por sitio, para dejar cuatro plantas al raleo, dándose una población de 49 mil plantas/ha. También en siembra manuales se recomiendan distancias entre surcos de 80 cms a 90 cms y entre sitios de 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* (2004).

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 maíz germine con la primera lluvia, esto es riesgoso, y siembre cuando el suelo haya acumulado suficiente humedad y una temperatura entre 15°C. y 30° 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 Km² 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°C y 29°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.

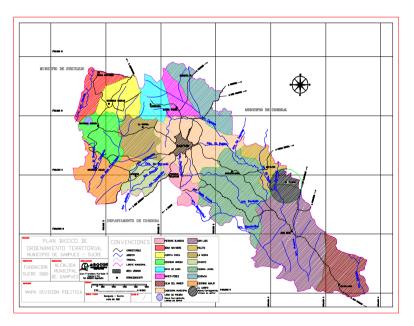


Figura 1 Mapa de Sampues

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 m², 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, maíz, 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 días 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 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 mt². (Área mínima requerida para un ensayo. (Ver tiguras 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**.

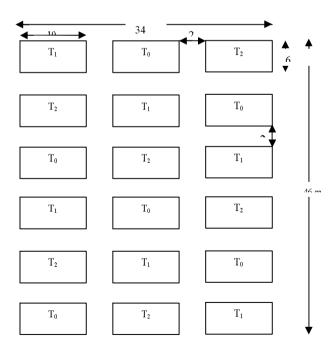


Figura 4. Trazado y rotulado de parcelas

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 (6To, 6T1, 6T2). *(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)

Fuente: Nasly Contreras – Teofilo Naranjo.

Fig. 6. Labranza con disco (T₁)
Fuente: Nasly Contreras – Teofilo Naranjo



Fig. 7. Labranza con cincel (T₂)

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

%Pt= 100 - (
$$\frac{Da}{Dr} \times 100$$
)

Donde:

Pt = Porosidad total

Da = 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 física fue evaluada gravimétricamente en porcentaje. Además, en el lote seleccionado (2000 m²), se hizo una calicata con el

propósito de evaluar el *pertil del Suelo* el cual se realizó utilizando la guía para la descripción de suelo de la *FAO-1997*, 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++ + Mg++) 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 Ilama.
- pH del Suelo: Se halló por el Método Potenciométrico.

Micro nutrientes:

- Cu, Fe, Zn y 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 maíz y sorgo; su adaptación va desde los 0 a los 1000 metros de altitud (sabanas de Sucre y Bolívar, Valle del Sinú y alto Sinú y San Jorge, Darién (Urabá antioqueño)), dando rendimientos del orden de 5000 Kg. /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 maíz, 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 6).





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 maíz 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 días 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 así 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 estadístico de los datos tomados en campo (Rendimiento, producción, parámetros botánicos y características físicas 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.

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

Cultivo mecanizado con disco (T1):

Por tratamiento:

Por Hectárea:

$$R = \frac{145.076 - 170.118}{170.118} * 100 = (14\%)$$

$$R = \frac{145.076 - 170.118}{170.118} * 100 = (14\%)$$

$$R = \frac{4.029.900 - 2.747.400}{2.747.400} * 100 = 46.6\%$$

Cultivo mecanizado con cincel (T2):

$$R = \frac{128.394 - 168.418}{168.418} * 100 = (24\%)$$

$$R = \frac{128.394 - 168.418}{168.418} * 100 = (24\%) \qquad R = \frac{3.566.300 - 2.502.600}{2.502.600} * 100 = 42.5\%$$

Cultivo labranza cero (T0):

$$R = \frac{93.943 - 139.506}{139.506} * 100 = (32\%)$$

$$R = \frac{93.943 - 139.506}{139.506} * 100 = (32\%)$$

$$R = \frac{2.609.460 - 1.857.400}{1.857.400} * 100 = 40\%$$

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 maíz 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 días de establecido el cultivo, obteniéndose los datos de la *tabla 3*. Igualmente se midieron las precipitaciones durante este periodo, equivalente al ciclo vegetativo del maíz. (*Ver tabla 4*). Durante los primeros 15 días 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.

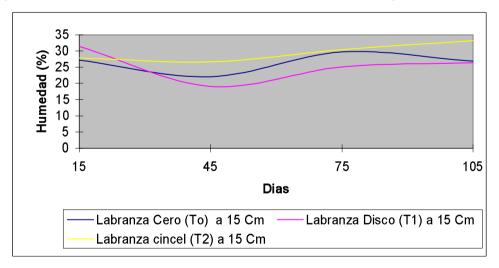
En la tabla 3 se aprecia que las diferencias significativas estadísticamente solo se presentaron a los 75 y 105 DDS, según el análisis de varianza con la prueba LSD en un 95% de probabilidad, en los tratamientos de cero labranza y arado con cincel rígido, presentaron los contenidos de humedad más alto (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 105días de desarrollo del cultivo

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

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

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



Fuente: Tabla 3

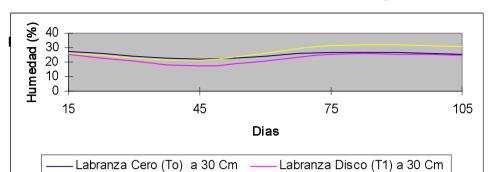


Figura 12. Contenido de Humedad a los 30 Cm durante el ciclo vegetativo del cultivo

Fuente: Tabla 3.

TABLA 4. Precipitación Caída Durante el Experimento

Labranza cincel (T2) a 30 Cm

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 *Malagón, 1990*, 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. *Maiagón, 1999.*

Según *Mazzani, 1999*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 raíces 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.

_

¹ Investigación y Tecnología del Cultivo del Ajonjolí en Venezuela. URL: http://ajonjoli.sian.info.ve. Mazzani, 1999.

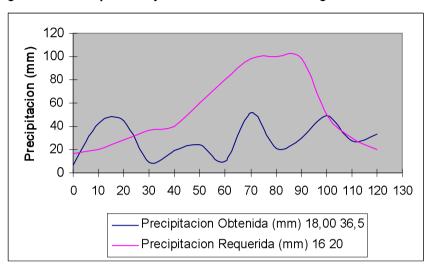


Figura 13. Precipitación y déficit durante el ciclo vegetativo del cultivo

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 días 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.

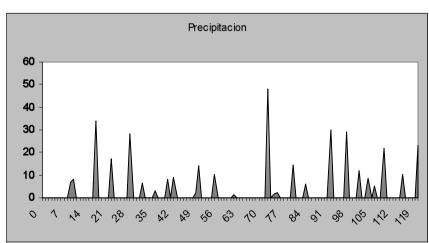


Figura 14. Pluviometría durante el ciclo del cultivo

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 Cm (1.09 gr/cm³) 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 gr/cm³) resultando el valor más bajo de porosidad total de 48.85% como se muestra en la figura.

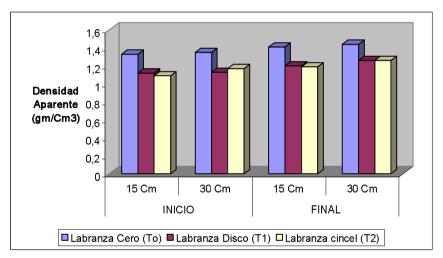
También se puede notar que hubo diferencia significativa en la densidad aparente en los 45 y 105 días en los tratamientos T_0 , con respecto a T_1 y T_2 ; de igual manera ocurrió en la porosidad.

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

DDE	Profundida d (cm)	Densidad Aparente(gr/cm³)			•			
		То	T1	T2	То	T1	T2	
	O - 15	1,33 ^a	1,12 ^b	1,09 ^b	48,85 ^a	56,92 ^b	58,08 ^b	
15	O - 30	1,35 ^a	1,13 ^b	1,17 ^b	48,07 ^a	56,54 ^b	55,00 ^b	
	O - 15	1,37ª	1,14 ^b	1,12 ^b	47,30 ^a	56,15 ^b	56,92 ^b	
45	O - 30	1,40 ^a	1,18 ^b	1,25 ^b	46,15 ^a	54,62 ^b	51,92 ^b	
	O - 15	1,39 ^a	1,17 ^b	1,18 ^b	46,53 ^a	55,00 ^b	54,62 ^b	
75	O - 30	1,43 ^a	1,22 ^b	1,25 ^b	45,00 ^a	53,07 ^b	51,52 ^b	
	O - 15	1,41 ^a	1,20 ^b	1,19 ^b	45,77 ^a	53,85 ^b	54,23 ^b	
105	O - 30	1,44 ^a	1,26 ^b	1,26 ^b	44,61 ^a	51,53 ^b	51,54 ^b	

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

Figura 15. 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 agrícolas 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 (Saiinas y Perea, 1997, citado por Cspina, 1999).

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 *Maiagón (1999),* 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.

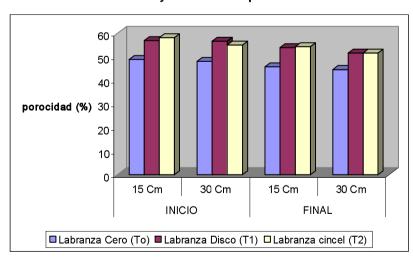


Figura 16. Porosidad Total al inicio y final de la experiencia.

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 físicos 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 g/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 g/cc, y alcanza el mayor valor (2.65 g/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 allí 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 Cm de profundidad y 6.36 como el valor mas bajo medido en el tratamiento de labraza cero de 0 - 15 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 Cm y muy ligeramente ácido 15 –30 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 maíz 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 sí 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 afectan la disponibilidad		Deficiencias								
	Mn	Fe	Cu	Zn						
Alto Ca	*	*	*							
Alto Mg				*						
Bajo Zn			*							
Bajo pH	*									
Alto Na	*									
Bajo MO		*	*							
Condiciones de sequía	*									

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		T	0				T1			
Quillicos	Profundidad	0-15		15	15-30		0-15		15-30)-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 I Acido	7,28	Muy L Básic

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

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 To, T1, T2. El cual indica que se presentaron diferencias significativas en la profundidad radical entre los tratamientos T_{o.} T₁ y T₂. 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 gr / cm³, mientras que Herrera 1991, indica también que la compactación 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 (15cm), 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 grático 6*, esto concuerda con el grado de remoción del suelo que ofrece cada sistema; *Steen y Hakansson, 1987, citado por Ohep et al, 2002,* reportan que el desarrollo de las raíces está relacionado con las condiciones físicas del suelo.

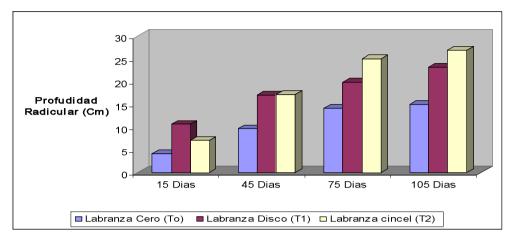
En la *tabía 9*, se aprecia que el *crecimiento horizontal* de las raíces es similar al vertical, presentándose en el análisis LSD las mismas variaciones. *A los 15* días las raíces se extendieron más en T1 (arado con disco), las cuales crecieron 20.41 cms en promedio, 22% más que en cincel y 47.75% más que en labranza cero, donde el crecimiento fue de 10.66 cms. *A los 45 aías se presentaron aferencias* 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 T₀ y los tratamientos donde hubo remoción de suelo, el radio explorado por las raíces 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. *Para el tinal (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	Prof	Profundidad Radicular (cm.)							
DDE										
		То	T1	T2						
15	Media Ls	4.1166 ^a	10.6667 ^b	7.0833 ^{ab}						
45	Media Ls	9.6666 ^a	17.0 ^b	17.1667 ^b						
75	Media Ls	14.1667 ^a	19.8333 ^b	25.0°						
105	Media Ls	15.0 ^a	23.1667 ^b	26.8333 ^b						

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

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



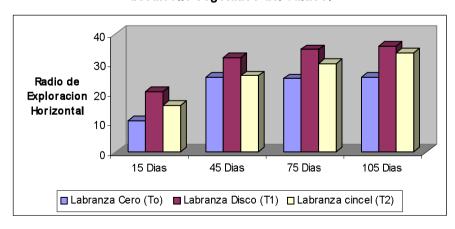
Fuente: Tabla 8.

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)							
		То	T1	T2					
15	Media Ls	10.6667ª	20.4167°	15.9167 ^b					
45	Media Ls	26.45 ^a	32.0°	25.9167 ^a					
75	Media Ls	24.9167 ^a	34.75 ^b	30.0833 ^{ab}					
105	Media Ls	25.5 ^a	35.9167 ^b	33.75 ^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 maíz 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 días sería de 82.8 cms. de profundidad, y a los 75 días, 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 Agrícola 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 gr. /cm³. (Ver tabla 5), y disminuyendo la capacidad de absorción de agua y nutrientes. (Ospina, 1999). Otra de las causas sería 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 rígido.

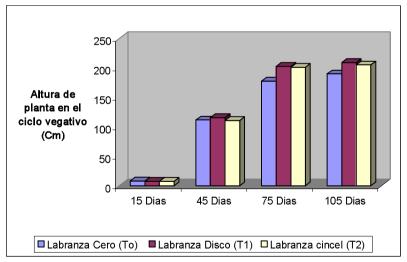
Estos resultados que no son extraños al considerar las densidades aparentes, la porosidad total y en parte el grado de maleza presente, lo que indica que las raíces de las plantas encontraron menos resistencia de penetración, mejores condiciones y menos competencia por los nutrientes, esto implica mayor 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 días 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.*

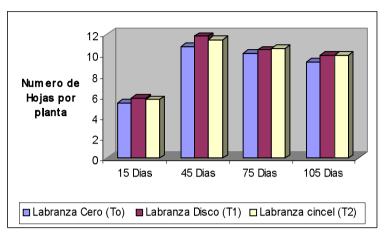
La tabla 10 muestra el número de hojas por planta para cada tratamiento en donde el máximo valor corresponde para cada época (15, 45, 75 y 105 días), al de disco, seguido por cincel y cero labranza; pero se puede observar que estos valores no exceden a 10 hojas a los 75 días, encontrándose por debajo 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. *Alvarado 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 d	e plantas ei	n cms	Número de hojas por plantas				
	То	T ₁	T ₂	То	T ₁	T ₂		
15	7.9166 ^a	7.7167 ^a	7.5833 ^a	5.3333 ^a	5.8333ª	5.6666ª		
45	111.833ª	115.833 ^a	110.833 ^a	10.8333ª	11.8333 ^b	11.5 ^{ab}		
75	177.667ª	202.667 ^b	201.0 ^b	10.1667 ^a	10.5°	10.6667 ^a		
105	189.833ª	209.333 ^b	205.167 ^b	9.3333ª	10.0 ^a	10.0 ^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 maíz 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 días 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 maíz es el déficit hídrico del suelo. ²

-

² www.agcom.purdue.edu., 2000.

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).

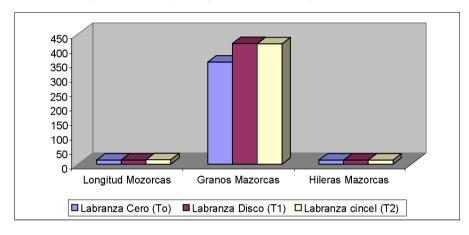


Figura 26. Longitud, granos e hileras por mazorcas.

Fuente: Tabla 12.

Se puede decir que las longitudes alcanzadas por el maíz (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 T₂ 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 *Amieta 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 maíz 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^{va} semana, y a la 17^{va} semana, se alcanza la madurez fisiológica. *Ver tabla 11: Resumen de las etapas tisiológicas del maíz (Colorado y Suárez, 1991).* A partir de este punto (17^{va} semana), los rendimientos no aumentan ni disminuyen, salvo en condiciones desfavorables externas *(Ardrich y Leng, 1974, citado por Meiéndez y Ramos, 1998.*

Tabla 11: Resumen de las etapas fisiológicas del maíz.

Fase	Etapa	sde	hv	arn	Estado de Desarrollo
Α	1	1	2		Plántula: 2 hojas, raíces seminales
	2	2-3	7	150 mm	Planta: de 3 a 8 hojas, raíces nodales, inicia espiga
В	3	4-7	8		Tallo visible: desarrolla espiga, inicia mazorca
	4	6-7	9	150 mm	Definición Nº de granos; desarrolla estigmas
	5	8-9	11		Emergencia de la espiga y los estigmas
С	6	10-11	14		Polinización, desarrollo total de la tusa
	7	12	14	100 mm	Grano lechoso, acumulación del almidón
	8	13	14		Grano pastoso
D	9	14-16	14		Formación del embrión, grano pastoso, pérdida de H
	10	17	14	100 mm	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 maíz, este necesita desde la 6^{ta} semana hasta la 17^{va} semana 350 mm de agua, y al cultivo sólo se le infiltraron 249.1mm. (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 $To - T_1$ y 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 mazorcas			Numero de granos		
	To	T ₁	T ₂	Τ _o	T ₁	T ₂	To	T ₁	T ₂
Media Ls	14,25 ^a	14,14 ^a	14,85 ^a	13,63 ^a	14,2 ^a	14 ^a	353,4ª	417,5 ^b	416,7 ^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 V 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.



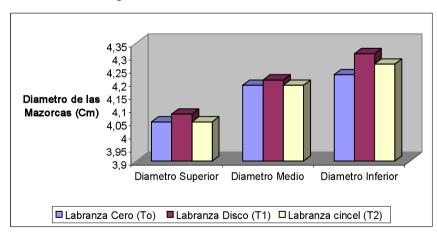
Fig. 27. Diámetros de las mazorcas tomadas con un pie de rey Fuente: Nasly Contreras – Teofilo Naranjo.

Tabla 13 Diámetros y Longitud de las Mazorcas

Valor	Diámetro Inferior			Diámetro Superior			Diámetro Medio		
	To	T ₁	T ₂	To	T ₁	T ₂	То	T ₁	T ₂
Media Ls	4,23 ^a	4,31 ^a	4 ,27 ^a	4,05 ^a	4,08 ^a	4,05 ^a	4,19 ^a	4,21 ^a	4,19 ^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.

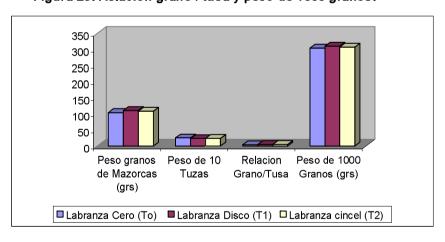
En el peso de 1000 granos para cada tratamiento, aunque no se presentaron diferencias significativas, si alcanzó el peso estipulado para la variedad ICA V – 109, que es de 308 grs,en el tratamiento con arado de disco. En el muestreo de las 10 mazorcas escogidas al azar se observó una homogeneidad en 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

	de Granos azorcas (gr		Peso de Tuzas 10 Mazorcas (gr.)		Relación Grano / tuza			Peso de 1000 Granos(gr)			
То	T 1	T2	То	T 1	T2	То	T 1	T 2	То	T ₁	T ₂
103,683 ^a	110,367 ^a	108,35 ^a	25,15 ^a	23,233ª	23,52 ^a	4,13 ^a	4,75 ^a	4,61 ^a	303.7ª	309.8 ^a	307.8 ^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 kg/ha. siendo este

rendimiento mayor al de cero labranza en un 38.04% y al de labranza de cincel en un 15.29% (*Ver Giático 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 *Barnett, 1988,* el estrés hídrico limita el tamaño y el número de hojas en el maíz, 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 T₁ (arado con disco).

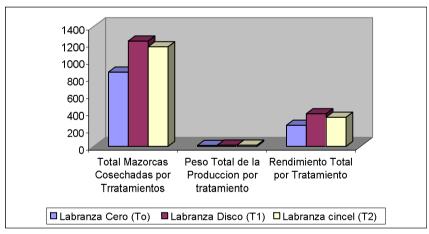


Figura 30. Producción y rendimientos

Fuente: Tabla 15

Tabla15

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 m² (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 T₁ y 703 en T₂. *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 T₁ el 33.82% y en T₂, 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 (%)

	To	T ₁	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	42.90	60.813	57.539
porcentaje			

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 (T₀), 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*, 1989, citado por Garcés y Humanez, 1995, citado 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.

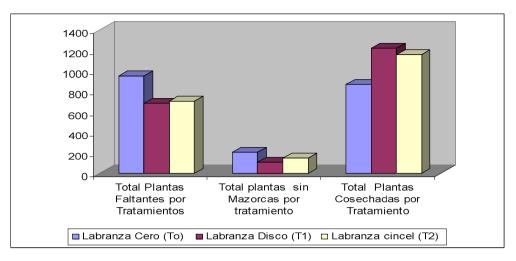
Tabla 17 Total plantas sin mazorca

Valor	Plantas sin Mazorcas				
	T _o	T ₁	T ₂		
Media Ls	33.833 ^b	18 ^a	25.5 ^a		

Fuente: Programa Informático STATGRAPHICS Plus.

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

³ OSPINA, Gabriel José. Tecnología del cultivo del maíz, 1999.



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 T₀ con respecto a T₁ Y T₂. 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 Kg/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	Características obtenidas en la práctica			Comparación de características en %		
	ICA	То	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
Nº 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 rígido. 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 T₁, 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 días) 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, 199C); Según lo citado anteriormente, en el experimento la variedad sólo alcanzó el 87.222% de altura en T₁ (disco), el 85.486% en T₂ (cincel) y el 79.09% en T₀ (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 (T₁), con 2393.5 kg/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

- 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- DONAHUE, Roy et al. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. México, editorial Prentice/Hall Internacional, 1997.
- 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.
- 4. 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.
- Efectos de la labranza conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento del maíz. <u>www.pegasus.ucla.ve</u>, 2000.
- GAVANDE, Sampat A. Física de suelos. Principios y aplicaciones. 6^a edición. Editorial Limusa, 1987.
- 7. 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<.
- 8. Investigación y tecnología del cultivo del Ajonjolí en Venezuela. URL: http://ajonjolí.sian.info.ve. Mazzani, 1999.
- 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.
- LORENTE HERRERA, Juan B, Gostincari TURON, Janez.
 Biblioteca de la agricultura: Defensa de las plantas cultivadas –
 Técnicas agrícolas en cultivos extensivos. 2ª edición, mayo 1998.

- 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.
- MALAGÓN, dimas, MONTENEGRO, Hugo. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santafe de Bogotá D.C., 1990.
- 13. 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 fríjol. [Online]. Febrero, 2000. Available from internet. http://www.fao.org/docrep/033/x7650>.
- OSPINA, José Gabriel. Fondo Nacional Cerealista: Tecnología del cultivo de maíz. Produmedios (Productos editoriales y audiovisuales). 1^a edición, abril de 1999. Santafe de Bogotá.
- RINCÓN SEPÚLVEDA, Ovidio (Ing. Agrónomo). El cultivo del Maíz:
 Temas de orientación agropecuaria. 148^{ava} edición. Bogotá:
 Ediciones TOA, 1980.
- SANDOVAL ASSIA, Ismael Segundo. Guía de práctica: Labranza y equipos de labranza primaria. Profesor de la Universidad de Sucre. Ing. Agrícola, 2000.
- 18. www.corpoicaturipana.org.co, 2004.
- 19. 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 (promedio en cm.)
2	T_2	37.5

5	T ₂	38.8
9	T_2	37.9
12	T_2	38.2
13	T_2	37.3
16	T_2	37.7
	Promedio	37.9
1	T ₁	24.6
4	T_1	25.2
8	T_1	26.4
11	T ₁	25.8
15	T ₁	25.3
18	T ₁	24.1
	Promedio	25.2

Donde: T₂: Cincel T₁: Disco

ANEXO 2. Precipitaciones y déficit durante el cultivo

	Precipitación	Precipitación	Déficit
Días	Requerida (mm)	obtenida (mm)	(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:

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

^{*} Suficiente humedad



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: 20 Agosto 2005 DEPARTAMENTO:

Sucre

ANÁLISIS N°: 99

MUNICIPIO: Sampués

CORREGIMIENTO: PROPIETARIO:

La Negra Lilia Romero FINCA: CULTIVO: La España Maíz ICA V-109

2 - 4 (normal)

Fecha de entrega

19 Octubre 2005

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1, 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	С	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	23.10	В	10 - 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.13	С	5 - 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.70	В	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 intercambiable	_	-	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.A	Franco Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)	56.58		20 - 50
Arcilla (%)	13.33		20 - 60
Limo (%)	30.09		20 - 70
Saturación de calcio (%)	22.21	D	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	20.35	В	20 - 30
Saturación de sodio (%)	5.71	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)		_	< 5.0

1.09

1.38

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

Relación Calcio/Magnesio

Densidad Aparente, gr/cm

- 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° 2 T2 Arado de Cincel (15 - 30) 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.

Estrecha

30.43 %

Carrera 28 Nº 5 - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 - 2823867 - 2820855, Ext. 288. Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO:

20 Agosto 2005

ANÁLISIS N°: 100 MUNICIPIO:

Sampués

CORREGIMIENTO: PROPIETARIO:

Sucre La Negra Lilia Romero

FINCA:

La España

Fecha de entrega

. 19 Octubre 2005

CULTIVO: Maíz ICA V-109

	T
DETERMINACIÓN	VALOR
m 17 /7 mm = 1-1 m/m	7 20

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	С	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	22.00	В	10 - 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.50	С	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
Limo (%)	28.42		20 - 70
Saturación de calcio (%)	25.00	D	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	23.41	В	20 - 30
Saturación de sodio (%)	10.41	В	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	-	_	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.06	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm3	1.28	33.16 %	

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° 2 T2 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 fertilización y el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos. Se recomienda observar propiedades físicas.

Analizó

EGA

Carrera 28 Nº 5 - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 - 2823867 - 2820855, Ext. 288. Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO:

20 Agosto 2005 Sucre La Negra

ANÁLISIS N°: 101 MUNICIPIO: FINCA: CULTIVO:

Sampués La España Maíz ICA V-109

CORREGIMIENTO: PROPIETARIO: Fecha de entrega

Lilia Romero . 19 Octubre 2005

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1, 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	В	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	22.00	В	10 - 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	4.63	D	5 - 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	4.14	В	2 - 3
Potasio (meq./100 gr suelo)	0.13	D	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	0.78	В	< 1.0
Aluminio intercambiable	_	_	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)	48.25		20 - 50
Arcilla (%)	18.33		20 - 60
Limo (%)	33.42		20 - 70
Saturación de calcio (%)	21.05	D	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	18.82	C	20 - 30
Saturación de sodio (%)	3.55	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	-	_	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.11	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm3	1.62	25.18 %	

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
- E: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

 E: Contenido excessivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

 F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra ${
m N}^{\circ}$ 8 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.

Carrera 28 N° 5 – 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 – 2823867 – 2820855, Ext. 288. Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:

20 Agosto 2005

ANÁLISIS N°: 102

DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: Sucre

MUNICIPIO: Sampués FINCA:

La España

PROPIETARIO:

La Negra

CULTIVO:

Maiz ICA V-109

Fecha de entrega

Lilia Romero

19 Octubre 2005

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1, 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	В	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	24.75	В	10 - 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.71	С	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 (meg/100 gr suelo)	1.15	A	< 1.0
Aluminio 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		20 - 70
Saturación de calcio (%)	23.07	D	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	23.11	В	20 - 30
Saturación de sodio (%)	4.65	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	_	_	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	0.89	Invertida	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm3	1.66	28.13 %	

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° 8 Tl Arado de Disco (0 - 15) 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.

Analizó

Carrera 28 N° 5 – 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 – 2823867 – 2820855, Ext. 288. Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FINCA:

CULTIVO:

FECHA DE RECIBO: DEPARTAMENTO: 20 Agosto 2005 Sucre ANÁLISIS Nº: 103

MUNICIPIO: Sampués

DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: PROPIETARIO:

Fecha de entrega

La Negra Lilia Romero 19 Octubre 2005 La España

Maiz ICA V-109

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1, 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	С	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	21.45	В	10 - 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	4.71	D	5 - 7
Magnesio (meq./100 gr suelo)	5.49	В	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		20 - 70
Saturación de calcio (%)	21.96	D	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	25.59	С	20 - 30
Saturación de sodio (%)	7.93	С	< 6.0
Saturación de aluminio (%)			< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	0.86	Invertida	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm3	1.63	23.55 %	

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° 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.

ANTONIO TOVAR ORTEG

Analizó

Carrera 28 Nº 5 - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406, NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 - 2823867 - 2820855, Ext. 288, Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:

20 Agosto 2005

Sucre

ANÁLISIS N°: 104

DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: MUNICIPIO: Sampués FINCA:

La España

PROPIETARIO: Fecha de entrega

La Negra · Lilia Romero 19 Octubre 2005

CULTIVO:

Maiz ICA V-109

DETERMINACIÓN	VALOR
pH (Agua 1:1, P/V)	6.90
Materia Orgánica (%)	0.96
Fósforo (ppm), Brav II	30.00

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	С	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	22.00	В	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 (meg/100 gr suelo)	1.20	A	< 1.0
Aluminio intercambiable	_	44-	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	Ar	Arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	39.91		20 - 50
Arcilla (%)	43.33		20 - 60
Limo (%)	16.76		20 - 70
Saturación de calcio (%)	19.14	F	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	34.29	A	20 - 30
Saturación de sodio (%)	5.45	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	_		< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	0.56	Invertida	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm ³	1.54	26.39 %	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido 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: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

Muestra N° 11 T1 Arado de Disco (0 - 15) 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.

Analiz6

Carrera 28 Nº 5 - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 - 2823867 - 2820855, Ext. 266, Fax. 2620855-2621240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO: 20 agosto 2005 DEPARTAMENTO:

Sucre

ANÁLISIS N°: 105

MUNICIPIO: Sampués

CORREGIMIENTO:

La Negra Lilia Romero FINCA: CULTIVO:

La España Maíz ICA V-109

PROPIETARIO: Fecha de entrega

. 19 octubre 2005

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	В	10 - 20
Calcio (meq./100 gr.suelo)	5.45	С	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	Е	< 1.0
Aluminio intercambiable	- 1	_	< 0.2
Textura (M. Bouyoucos)	F.Ar	Franco Arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)	29.91		20 - 50
Arcilla (%)	31.66		20 - 60
Limo (%)	38.43		20 - 70
Saturación de calcio (%)	22.02	В	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	25.33	В	20 - 30
Saturación de sodio (%)	7.07	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	_	_	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	0.87	Invertida	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm3	1.71	25.58 %	

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° 17 TO Labranza Cero (15 - 30) 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.

Analiz6

Carrera 28 Nº 5 – 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406, NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 – 2823867 – 2820855, Ext. 288, Fax: 2620655-2621240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

> RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:

20 agosto 2005

ANÁLISIS N°: 106

DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO:

Sucre

MUNICIPIO:

Sampués La España

PROPIETARIO:

La Negra Lilia Romero FINCA: CULTIVO:

Maiz ICA V-109

Fecha de entrega .19 octubre 2005

DETERMINACIÓN	VALOR	INTERPRETACIÓN	Valores Medios
pH (Agua 1:1, P/V)	6.36	Ligeramente Acido	5.80 - 7.20
Materia Orgánica (%)	1.01	В	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm), Bray II	46.00	В	15 - 30
C.I.C. (meq./100 gr.suelo)	21.45	В	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	С	0.2 - 0.4
Sodio (meq/100 gr suelo)	1.23	A	< 1.0
Aluminio 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		20 - 70
Saturación de calcio (%)	31.70	С	50 - 70
Saturación de magnesio (%)	27.37	В	20 - 30
Saturación de sodio (%)	5.73	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	_	_	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	1.16	Estrecha	2 - 4 (normal)
Densidad Aparente, gr/cm3	1.67	25.72 %	

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 N° 17 TO Labranza Cero (0 - 15) 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.

Analizó

Carrera 26 Nº 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).



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS ELEMENTOS MENORES

FECHA DE RECIBO:

2 de junio de 2005

ANÁLISIS Nº: 012

DEPARTAMENTO:

Sucre

MUNICIPIO: Sampues FINCA:

CORREGIMIENTO:

La Negra

España

PROPIETARIO: Fecha de entrega Lilia Romero 5 julio de 2005 CULTIVO:

Maiz 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	С	3.0 - 5.0
Manganeso, ppm	48.00	В	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 N° 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.

Carrera 28 Nº 5 - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 - 2823867 - 2820855. Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS **ELEMENTOS MENORES**

FECHA DE RECIBO:

20 de septiembre de 2005

ANÁLISIS Nº: 013

DEPARTAMENTO: CORREGIMIENTO: Sucre La Negra MUNICIPIO: FINCA:

Sampues España

PROPIETARIO:

Lilia Romero

CULTIVO:

Maíz ICA V -109

Fecha de entrega

11 Octubre de 2005

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	В	25 - 40
Boro, ppm			Size Side
Níquel, 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 Nº 3, Muestra del Lote Con arado de Cincel Final, Trabajo de Grado de 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.

Carrera 28 Nº 5 – 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 – 2823867 – 2820855. Fax: 2820855-2821240



CENTRO DE LABORATORIOS 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: CORREGIMIENTO:

MUNICIPIO: Sucre

Sampues

PROPIETARIO:

La Negra Lilia Romero FINCA: CULTIVO:

España Maiz 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	С	1.5 - 2.3
Zinc, ppm	1.60	D	3.0 - 5.0
Manganeso, ppm	57.20	A	25 - 40
Boro, ppm		Man	-
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 Nº 4, Muestra del Lote Con arado de Disco Final, Trabajo de Grado de 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.

Carrera 28 Nº 5 - 267 Barrio Puerta Roja A.A. 406. NIT. 829.200.323-9 Tels: 2821240 - 2823867 - 2820855. Fax: 2820855-2821240

ANEXO 5. Análisis Económico

Dpto: Sucre

Municipio: Sincelejo Vereda: La Negra

Area por tratamiento: 360 mt2 Cultivo: Maíz mecanizado con disco

ACTIVIDADES	Unidad	Cantidad /	Valor	Valor	Cantidad/	Costos /
7.6111.157.152.6	Omada	tratamiento	unitario	parcial	На	Ha
1. LABORES						
1,1. PREPARACIÓN DEL SUELO						
1.1.1. Trazado de parcelas	Jornal	0	0	0	0	0
1.1.2. Arada	На	0,036		4.320	1	120.000
1.1.3. Rastrillada (2 pases)	На	0,036	120.000	4.320	1	120.000
1.2. SIEMBRA	1111				<u> </u>	
1.2.1. Siembra y tapada	Jornal	2,00	10.000	10.000	2	20.000
4.0 1.4000000 0111 711041 50						
1.3. LABORES CULTURALES		1.00	40.000	10.000	_	40.000
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 mt2 Cultivo: Maíz labranza cero

ACTIVIDADES	Unidad	Cantidad	Valor	Valor	Cantidad /	Costos /
			unitario	parcial	Ha	На

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)	На	-	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	На	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
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				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 mt2 Cultivo: Maíz mecanizado con cincel

Gaitive: Maiz Miccamzade con cincer						
ACTIVIDADES	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	Cantidad / Ha	Costos / Ha
1. LABORES						
1,1. PREPARACIÓN DEL SUELO						
1.1.1. Trazado de parcelas	Jornal	0	0	0	0	0
1.1.2. Arada	На	0,04	120.000	4.320	1	120.000

97

1.1.3. Rastrillada (2 pases)	На	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
	Producción					
2.3. Desgrane	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	На	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
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO				168.418		2.502.600
Venta producción	Kilogramos	337,88	380	128.394	9.385	3.566.300
	1	1,			3.300	

ANEXO 6. Análisis estadísticos.

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

Fuente	Suma de cuadrados		Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor				
EFECTOS PRINCIPALES									
A:Tratamiento	15,3811	2	7,69056	0,76	0,4853				
RESIDUOS	151,995	15	10,133						
TOTAL (CORREG	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 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

Tratamiento	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
То	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.