

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

INFORME

DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“EFECTO DEL RASTROJO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays* L) EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN”

DESARROLLADO POR
José Iván González López
08270013

ASESOR
DR. JOAQUIN MONTES MOLINA

REVISORES
DR. REINER RINCON ROSALES
MC. HUMBERTO CASTAÑÓN GONZALEZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, junio del 2013



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

INFORME

DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“EFECTO DEL RASTROJO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays* L) EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN”

DESARROLLADO POR

José Iván González López

08270013

ASESOR

DR. JOAQUIN MONTES MOLINA

REVISORES

DR. REINER RINCON ROSALES

MC. HUMBERTO CASTAÑÓN GONZALEZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, junio del 2013

INDICE

1.	Introducción	4
2.	Objetivos	5
2.1	objetivo general	5
2.2	objetivos específicos	5
3.	Justificación	6
4.	Marco teórico	7
4.1	el suelo	7
4.3	suelo adecuado a los cultivos	8
4.3.1	Beneficios del arado de la tierra	9
4.3.1.1	Rastrojo una nueva alternativa	9
4.3.1.2	Picar o Cortar	10
4.3.1.3	Dejar en Hilera	10
4.3.1.4	Dejar la Paja Parada	10
4.4	preparación de la tierra	10
4.5	agricultura de conservación	11
4.5.1	beneficios	12
4.5.1	principios	12
4.5.1.1	No labranza de suelo	12
4.5.1.2	Suelo permanentemente cubierto	13
4.5.1.3	Rotación de cultivos	13
4.6	maíz	13
4.6.1	Cantidad de semilla para la siembra	14
4.6.2	combate de malas hierbas	14
4.7	cosecha	14
5.	Antecedentes del Maiz	15
5.1	Cultivos de maíz	16
6.	antecedentes Agricultura de conservación	18
6.1	Vías a la innovación	21
7.	Metodología	22
7.1	Aplicación del tratamiento	22
7.1.1	material y equipo	23
7.1.2	Medición de variables	23
7.2	procedimiento	23
7.2.1	crecimiento	23
7.3	Toma de variables de cosecha	23
7.3.1	Longitud de planta	24

7.3.1.2	Diámetro de la planta	24
7.3.1.3	Altura de mazorca	24
7.3.1.4	Numero de mazorca	24
7.3.1.5	Numero de hojas	24
7.3.1.6	Porcentaje de daño	24
8.	resultados	25
8.1	Estadística de resultados	25
9.	Discusión de resultados	31
10.	Conclusiones	33
11.	Bibliografías	34
<i>Índice de imágenes</i>		
Fig. 1	Microlocalizacion de la parcela de experimento en el rancho la "gloria"	22
Fig.2	Análisis de estadística de variable de longitud de planta de maíz	25
Fig. 3	Análisis de estadística de variable diámetro de planta de maíz diámetro de mazorca	26
Fig. 4	Análisis de estadística de variable de altura de mazorca	27
Fig. 5	Análisis de estadística de variable de numero de mazorcas	28
Fig. 6	Análisis de estadística de variable de numero de hojas	29
Fig. 7	Análisis de estadística de variable porcentaje de daño	30

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de detener la erosión en los suelos por la quema de rastrojo nos lleva a considerar una agricultura sustentable como es la de conservación, como

un inicio para el mejoramiento del suelo y aumentos de producción en la siembra. El suelo es un sistema vivo, dinámico y no renovable, cuya condición y funcionamiento es clave para la producción de alimentos obtenidos del campo y para el mantenimiento de la calidad ambiental a escalas local, regional y global (Doran et al., 1999). No sólo es la base para la agricultura y para los diferentes ecosistemas, sino que además de él depende toda la vida del planeta. De estas ideas nace el concepto de calidad del suelo, que se basa en las propiedades inherentes y dinámicas haciendo así una comparación de diferentes tratamientos como son agricultura convencional con la agricultura de conservación adicionando una cantidad determinada de rastrojo a su vez experimentando que tan factible es la rotación de los cultivos para saber si realmente hay un crecimiento significativo en las plantas.

Es de suma importancia conocer de la agricultura de conservación compararla con la convencional y poder definir las variables necesarias para que el estudio de las mismas sea factible o no. Debido a la gran heterogeneidad de estas propiedades, no existe una sola medida biológica o físico-química para determinar el estado de salud o calidad de un suelo, así, en la actualidad se utilizan múltiples indicadores de calidad relacionados con las propiedades químicas o biológicas que responden rápidamente a cambios en el manejo o perturbaciones del sistema. En agricultura, la actividad enzimática y otros indicadores biológicos, como la biomasa microbiana, se emplean como una medida de la fertilidad y del impacto de esta actividad en los suelos (Garcia-Ruiz et al., 2008); en análisis ambiental, como un indicador de contaminación (Schinneret al., 1993), y en biotecnología, como medida de la eficiencia de los tratamientos biológicos para remediar suelos impactados por diferentes contaminantes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del rastrojo sobre el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) En agricultura de conservación en comparación con agricultura convencional con rastrojo

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de rastrojo de maíz (*Zea mays L.*) sobre las variables de crecimiento del cultivo de maíz.

3. JUSTIFICACIÓN

Existen problemas grandes de acuerdo a la aplicación de la agricultura convencional, es decir, la contaminación del suelo y la quema de los residuos

orgánicos podrían utilizarse para nitrificación del suelo de cultivo, con lo cual si lo adicionamos a los suelos evitamos incrementar la contaminación del medio ambiente y la erosión del suelo. La contaminación del suelo generalmente aparece con la aplicación de pesticidas, el abuso de la utilización de fertilizantes sintéticos, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales, esto produce una baja de la microfauna e insectos (lombrices de tierra, hormigas, etc.), que permiten una buena aireación, la descompactación y la retención de agua en los suelos. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a niveles que repercuten negativamente en el comportamiento de esta fauna y microfauna de los suelos. Las sustancias a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Se trata entonces de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. Para ello existen alternativas para la obtención de suelos fértiles y mejores cultivos como; la agricultura de conservación aplicando técnicas nuevas y reutilizando los residuos orgánicos denominado rastrojo.

4. MARCO TEORICO

4.1 EL SUELO

Para medir la calidad, se considera que tan adecuadas son sus propiedades físicas y químicas para permitir el intercambio de gases, la retención de humedad y de nutrientes, la penetración de raíces, entre otros. Por su parte, para medir la salud del suelo se toma en cuenta la eficiencia de procesos como los ciclos de nutrientes y los flujos de energía. En este contexto, uno de los indicadores que se ha utilizado es la magnitud de la actividad de diferentes enzimas involucradas en los procesos antes mencionados (Doran *et al.*, 1999). El suelo está compuesto por partículas de arena y limo que se mantienen unidas por la arcilla y materia orgánica. Estas partículas están aglomeradas en unidades estables denominadas agregados. La organización de estos agregados y las partículas de suelo se conoce corrientemente como estructura del suelo. Un suelo con buena estructura no sólo soporta mejor los elementos alteradores tales como la precipitación erosiva, sino que también permite una mejor producción de los cultivos.

4.2 CICLO DEL NITRÓGENO

El ciclo del nitrógeno (N) en el suelo es una parte integrante del ciclo global del N. El N del suelo se deriva originalmente del gas N atmosférico, N₂. Los microorganismos del suelo, sean de vida libre o asociados simbióticamente con plantas, fijan N₂ formando N orgánico a la forma de grupos aminos, -NH₂, en las proteínas. (Martínez y Cancio 2007) Este N pasa entonces a formar parte de la materia orgánica del suelo. Una característica principal del ciclo interno del N es su transformación continua desde la fase orgánica (N insoluble) a la fase inorgánica o mineral (N soluble) a través de los procesos de mineralización e inmovilización respectivamente, y realizados por la biomasa microbiana. Ambos procesos ocurren simultáneamente en el suelo; si el efecto neto es un incremento o disminución del N mineral disponible para las plantas depende principalmente de la relación C/N en los residuos orgánicos que se degradan o descomponen en el suelo. (Richards 1993) Las transformaciones de otros nutrientes, especialmente el fósforo (P) y el azufre (S), están estrechamente asociadas a las transformaciones bioquímicas del N. La descomposición de la materia orgánica convierte parte del N

orgánico en N -mineral, de allí el término mineralización, denominación que se aplica a los iones amonio, NH_4^+ , nitrito, NO_2^- y nitrato, NO_3^- . El N mineral, principalmente amonio y nitrato, es absorbido por las plantas o asimilado por los microorganismos y convertido a N orgánico. Muchos de los problemas medioambientales relacionados con la agricultura están relacionados, directa o indirectamente, con el nitrógeno.(Stevenson 1999)

4.3 SUELO ADECUADO A LOS CULTIVOS

Los cultivos agrícolas toman sus nutrientes del suelo, el agua y el aire, siendo el suelo la principal fuente de los elementos minerales que las plantas necesitan para su crecimiento, desarrollo y producción. Para lograr éxito en la producción agrícola, es fundamental darle a los cultivos el manejo nutricional adecuado, de acuerdo a sus requerimientos y a los niveles de fertilidad existentes en el suelo. Para tener un mayor beneficio en el uso de los fertilizantes en el suelo recomiendan (Alfonso y Monederos 2004) que todos los productores hagan un análisis químico y físico de sus suelos, para que utilicen los fertilizantes adecuados, en el momento oportuno.

Como tantas actividades humanas, la agricultura está evolucionando. Las labores de preparación del suelo, responsables en cultivos extensivos de hasta la mitad del coste de producción, están siendo sustituidas por tratamientos económicos con herbicidas de baja peligrosidad y sin efecto residual. Esta sustitución permite dejar sobre el suelo los rastrojos del cultivo anterior lo cual resuelve el problema de la erosión, conserva mejor la humedad del suelo, y aumenta la fijación de dióxido de carbono en la materia orgánica del suelo. En el caso de exceso de labores, se nota una reducción de infiltración del agua y aumento de la escorrentía. El crecimiento del cultivo se ve dificultado. La alteración de la capa superficial del suelo reduce su estructura estable. El suelo puede enfangarse cuando esté mojado y tener una apariencia de "fundido". Esto provoca un menor movimiento de aire y agua dentro del suelo.

4.3.1 Beneficios del arado de la tierra

Cuando se ara la tierra, los residuos orgánicos frescos son intensamente mezclados en la capa superior del suelo. Bajo estas condiciones, la actividad microbiana incrementa, lo que trae como consecuencia que la mayor parte del carbono orgánico del suelo se convierte en CO₂ atmosférico. También hay una pérdida neta de carbono cuando los campos se dejan a barbecho.

Esto es debido en parte al aumento de la temperatura y la humedad del suelo, que aceleran la descomposición, y también al hecho de que no se añade carbono al suelo el año en el que no hay cultivo (Pérez De Ciriza Y Lafarga 2008)..

4.3.1.1 Rastrojo una nueva alternativa

Los rastrojos corresponden a la biomasa aérea de los cultivos anuales que quedan en el campo como residuo después de la cosecha, los cuales son importantes y no se debieran desperdiciar, ya que tienen efectos positivos sobre el suelo. En general, constituyen entre el 50 y 75% del follaje del cultivo que queda en los potreros.

El manejo de rastrojos comienza durante la cosecha, regulando la altura de corte de la máquina y esparciendo homogéneamente los residuos sobre el área.

Los tallos cortados por la cosechadora son triturados en diferentes partes en el interior de la máquina y salen expulsados por los ventiladores. El material expulsado por la cosechadora se puede triturar aún más, se desparrama conservando el ancho de la máquina; para ello, la cosechadora debe estar equipada con triturador y desparramador de paja, tener altura de corte y aletas regulables, para lograr anchos variables. Todo esto con el objeto de desparramar los rastrojos formando una capa homogénea en todo el potrero (Jiménez 1997).

4.3.1.2 Picar o Cortar

El rastrojo se tritura en trozos de 10 a 15 cm de largo y se deja sobre la superficie del suelo; si las cantidades son grandes, se debe picar más fino, con el fin de disminuir el volumen y facilitar la siembra.

4.3.1.3 Dejar en Hilera

Una vez que el material ha sido picado, se usa un rastrillo de lado que acumula el residuo en filas cada 7 a 10 m. La siembra se realiza entre hileras, dejando sin sembrar el área ocupada por las líneas de rastrojo.

4.3.1.4 Dejar la Paja Parada

Se siembra entre las cañas paradas del cultivo anterior y así se evitan labores de picado del rastrojo.

4.4 PREPARACION DE LA TIERRA

El método tradicional de preparación del suelo para los cultivos en los últimos siglos ha sido el laboreo. Las técnicas agrícolas modernas se han desarrollado con labores más rápidas para cubrir mayores superficies. Estas labores más rápidas y más agresivas actúan pulverizando los agregados del suelo, disgregándolos y deteriorando así la estructura del mismo. Es obvio que los suelos soportan algunas de estas alteraciones. Sin embargo, estas agresiones repetidas conducen con el tiempo a un sellado del suelo, haciendo más difícil el crecimiento de los cultivos.

Para lograr el éxito de la Agricultura de conservación cuando se comienza por primera vez, lo primero que debemos de hacer es corregir los factores negativos de la degradación del suelo, como compactación, drenaje, fertilidad, salinidad, hacer una buena preparación y nivelación del terreno sin surcar para que las maquinas puedan trabajar con éxitos. Existen maquinarias e implementos específicos para hacer la siembra directa o a voleo sobre la cobertura, sin hacer surcos al suelo. Estas pueden ser manuales, de tracción animal o mecanizado (Riverol y Castellano).

4.5 AGRICULTURA DE CONSERVACION

La Agricultura de Conservación (AC) se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, del agua y de todos los recursos agrícolas. Su

característica principal es que bajo formas específicas y continuadas de cultivo, la regeneración del suelo es más rápida que su degradación de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible.

La Agricultura de Conservación es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura permanente del suelo; especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo.

La Agricultura de Conservación es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura permanente del suelo; especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo.

La cubierta permanente proporcionada por los sistemas agroforestales y cultivos sembrados en suelos protegidos con rastrojos o cultivos de cobertura no sólo protege al suelo del impacto físico de la lluvia y del viento, sino que también conserva la humedad del suelo y disminuye la temperatura en las capas superficiales (González Fernández P. 1997).

4.5.1 BENEFICIOS

La Agricultura de Conservación tiene la bondad de unas series de beneficios para los Agricultores, comunidades y el medio ambiente.

- Ahorro de combustible y tiempo.
- Rendimientos y beneficios económicos más rentables.
- Menos trabajo pesado.
- Mejoramiento para la seguridad alimentaria.
- Resistencia de los cultivos a la sequía.
- Mayor humedad en el suelo.
- Regenera al suelo y mejor fertilidad.
- Evita la Erosión y la evaporación del suelo, por lo tanto disminuye la salinidad.

4.5.1 PRINCIPIOS

La Agricultura de Conservación se basa en tres principios que están estrechamente correlacionados entre si y que no deben violarse a la hora de su aplicación.

Principios básicos

- No labranza del suelo.
- Suelo permanentemente cubierto.
- Rotación de cultivos.

4.5.1.1 No labranza de suelo

Para lograr el éxito de la Agricultura de conservación cuando se comienza por primera vez, lo primero que debemos de hacer es corregir los factores negativos de la degradación del suelo, como compactación, drenaje, fertilidad, salinidad, hacer una buena preparación y nivelación del terreno sin surcar para que las maquinas puedan trabajar con éxitos (CIDICCO 1997).

Existen maquinarias e implementos específicos para hacer la siembra directa o a voleo sobre la cobertura, sin hacer surcos al suelo. Estas pueden ser manuales, de tracción animal o mecanizado.

4.5.1.2 Suelo permanentemente cubierto

Uno de los aspectos fundamentales de la AC, es mantener siempre el suelo cubierto, para esto debe asegurarse suficiente producción de biomasa para cubrir el suelo y satisfacer las necesidades alimentarias de humanos y animales. Es importante la utilización de cultivos comerciales con el doble propósito, para producción de alimento y como cobertura, así como cultivos de cobertura de múltiples propósitos para lograr una buena cobertura al suelo (CIDICCO 1997)..

4.5.1.3 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es necesaria en la AC con el fin de evitar el aumento de plagas, malezas o enfermedades y para asegurar un sistema de raíces que penetren en el suelo a diferentes profundidades. Esto también conduce a una extracción más equilibrada de los nutrientes del suelo.

La rotación es un sistema que consiste en alternar, en la misma época del año cultivos de coberturas o abonos verdes y cultivos comerciales en una secuencia que debe ser planificada teniendo el escenario de mercado, los precios de los productos, el capital disponible, la mano de obra entre otros.

4.6 MAIZ

Conviene utilizar variedades criollas por ser adecuadas para sembrarse en asociación o bien intercaladas. Se caracterizan por tener un ciclo de 120 días de la siembra a la cosecha, tiene 2.2 m de altura y hojas delgadas. El maíz es un cultivo de crecimiento rápido, que rinde más con temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua. La temperatura ideal es entre 24 °C a 30 °C. La mayoría de los productores piensa o cree que el maíz crece mejor cuando las noches son cálidas. Pero por el contrario. En las noches cálidas, el maíz utiliza demasiada energía en la respiración celular. Por esta razón, son ideales las noches frescas, los días soleados y las temperaturas moderadas.

4.6.1 Cantidad de semilla para la siembra

Para siembras de maíz en el surco se deben usar 15 kg de semilla por Ha. Cuando se siembra un surco de maíz 12 kg de semilla de maíz.

4.6.2 COMBATE DE MALAS HIERBAS

Es necesario mantener el cultivo libre de malas hierbas durante los primeros 40 días después de nacidas las plantas lo cual se puede hacer mediante 2 escardas: la 1ra a los 22 días después de la nacencia y la 2da 15 días después de la 1ra. Cada escarda debe complementarse con 1 o 2 limpieas manuales (Goddard et al. 2004).

4.7 COSECHA

Cosecha de maíz

Cuando las plantas de maíz presentan la mayor parte de las hojas amarillentas y el grano está “masoso blando”, se “zacatea” arrancando primeramente las hojas inferiores de la planta y después se corta la parte superior a la mazorca, con el fin de obtener forraje de mejor calidad; después de cortado, el rastrojo se ata en pequeños manojos y se dejan secar en el campo de 15 a 20 días. La mazorca se cosecha manualmente cuando el grano está “masoso duro” y contiene alrededor de 30% de humedad. Para esto la mazorca se arranca con todo y totomoxtle y se lleva a un patio para su secado. Otra forma es pizar la mazorca que ya está en el patio, desgranarla y almacenar el grano que vaya a usarse para consumo familiar en tambos metálicos de cerradura hermética. Muchos productores logran obtener cultivos de maíz agrónomicamente buenos, sin embargo, otros tipos de pérdida hacen que al final su actividad no sea rentable. Una de las causas de esas perdidas se da cuando el productor no cosecha su maíz tiempo, dejándolo en el campo y de esta forma la planta queda expuesto al volcamiento, al daño de roedores y pájaros; las altas precipitaciones inducen a pudriciones de mazorca y germinación de la semilla. Esto trae como consecuencia perdida por mala calidad del grano y a la vez un aumento en la concentración de micotoxinas con los consecuentes daños que estas sustancias producen. La humedad óptima para

cosecha es cuando el grano ha alcanzado entre 22 y 24% de humedad (folleto de cultivo de maíz, guía práctica).

5. ANTECEDENTES MAIZ

El origen exacto del maíz actual (*Zea mays*) es algo que, incluso en nuestros días, no ha llegado a simplificarse plenamente. Existen dos corrientes distintas con respecto a su origen. La primera y más extendida sitúa su origen en una evolución del teosinte, cultivo anual que posiblemente sea el más cercano al maíz. La segunda tendencia cree que se desarrolló a partir de un maíz silvestre hoy desaparecido. Gracias a la datación por medio de Carbono 14 realizada sobre espigas de maíz encontradas en yacimientos arqueológicos del Valle de Tehuacán se ha sabido que el maíz era consumido en México hace 7000 años. Las mazorcas de aquella época se diferenciaban considerablemente de las que conocemos hoy en día. Medían entre 3 y 4 cm. de longitud y tenían escasa cantidad de granos cada una. Unos 1000 años después este maíz primitivo ya estaba domesticado. La evolución natural y las capacidades agrícolas de los indígenas precolombinos transformaron progresivamente esas pequeñas mazorcas salvajes en algo más parecido a lo que conocemos actualmente. El maíz era un alimento básico de las culturas indígenas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran a América. En las civilizaciones maya y azteca jugó un papel fundamental en las creencias religiosas, en sus festividades y en su nutrición. En tiempos precolombinos se cultivaba desde Chile hasta Canadá. En el año 1604 se inició su cultivo en España. Debido a su productividad y a su fácil adaptación al medio, el cultivo del maíz se extendió rápidamente en la dieta popular. Durante el siglo XVIII el cultivo se difundió de forma gradual por el resto de Europa, primero por los lugares de clima más cálido del Mediterráneo y posteriormente por la Europa septentrional. Es el único cereal proveniente del Nuevo Mundo. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países del mundo siendo la tercera cosecha más importante después del trigo y el arroz. Hoy en día el maíz se utiliza como fuente fundamental en la nutrición tanto de seres humanos

como animales. Es además una materia prima indispensable en la fabricación de productos alimenticios, farmacéuticos y de uso industrial. Los granos, las hojas, las flores, los tallos,.... todo es aprovechado para la fabricación de multitud de productos: almidón, aceite comestible, bebidas alcohólicas, papel, edulcorante alimenticio, pegamentos, cosméticos, forraje, levaduras, jabones, antibióticos, caramelos, plásticos e incluso, desde hace poco, se emplea como combustible alternativo a la gasolina, más económico y menos contaminante.

Una de las principales características de las culturas mesoamericanas continúa siendo, hasta nuestros días, el empleo variado y predominante del maíz como nutrimento básico; principalmente, en las comunidades indígenas que organizan su vida comunitaria en torno a la agricultura (folleto de cultivo de maíz, guía práctica).

5.1 Cultivos de maíz

En la actualidad en cualquier mes del año se siembra maíz en algunas partes del país. La preparación del terreno puede ser de a) la roza-tumba quema, especialmente en la península de Yucatán, en las zonas tropicales del Golfo y en las zonas montañosas del sureste; b) movimiento del suelo a mano o con azadón; c) la roturación con tracción mecánica o animal y d) el “arroje de humedad”. Hay aplicación generalizada de fertilizantes químicos y en algunos casos se sigue aplicando estiércol. Más del 70 % de las siembras se hacen con semilla del mismo agricultor y el resto con semilla de variedades mejoradas por diferentes procesos genéticos.

La forma de siembra y la cantidad de semilla utilizada por hectárea, es la resultante de una conjugación de variedad, periodo de crecimiento, humedad disponible y fertilidad del suelo. En México se siembran poblaciones desde 25000 a 80 000 plantas por hectárea: En Puebla en tierras con arroje de humedad se siembra cuando aún hay peligro de heladas; el maíz “cajete” en Oaxaca se deposita en hoyos hasta 40 cm de profundidad de la superficie; la siembra de “pul-já” en la ciénaga de Comitán, Chiapas, se hace con semilla remojada 24 horas, en

suelos con arroje de humedad y con la adición de un poco de agua en cada piquete (Hernández X., 1985). La semilla se puede escoger por uniformidad de color, tamaño y forma; bajo condiciones de precipitación limitante, a veces mezclando varios tipos de semillas. Entre los huicholes, en medio de la milpa se siembra la “mamá maíz” y sus cuatro hijas, una en cada punto cardinal, cada una de diferente color de grano de la raza nativa Bofo; de Sonora a Yucatán se ha encontrado la costumbre de sembrar unos granos de maíz rojo, “maíz eclipse” para proteger la milpa de siniestros (Hernández X., 1985). El clima en relación con las características del suelo. Es también fundamental para evaluar las posibilidades de hacer un cultivo rentable. En regiones de clima frío y con fuertes precipitaciones, los suelos relativamente ligeros son preferibles por su facilidad para drenar y alta capacidad para conservar el calor. En lugares de escasas precipitaciones, los suelos de textura relativamente pesada (arcillosos) dotados de alta capacidad relativa para retener el agua, son los más convenientes. En general los suelos más idóneos para el cultivo de maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua.

6. ANTECEDENTES

AGRICULTURA DE CONSERVACION

Hasta la mitad del siglo pasado, los agricultores no tenían herramientas aparte del laboreo del suelo para eliminar hierbas adventicias, descompactar el terreno y preparar un adecuado lecho de siembra. La labranza se entendía como algo fundamental y necesario para lograr buenas cosechas en las zonas que tenían acceso a la tecnología del arado, pero.... ¿y si se pudiera conseguir lo mismo sin necesidad de labrar? Esa pregunta se la hicieron los pioneros de la siembra directa en el s. XX, y la respondieron.

El estudio de las culturas antiguas ha derivado en el conocimiento que su manera de cultivar especies, basada en la siembra en suelo virgen valiéndose de palos u otros elementos puntiagudos para hacer pequeños orificios donde colocar las semillas (Derpsch, 2008). En tiempos modernos, el punto de inflexión en la concepción de la agricultura se debió a condiciones meteorológicas extremas. En concreto, en la década de 1930, en las llanuras centrales de EE.UU, tras años de sequía extrema se produjeron eventos de erosión eólica muy intensa conocidos como el DustBowl, donde se perdieron millones de toneladas de suelo. Los eventos fueron filmados por el cineasta Pare Lorentz para el Departamento de Agricultura de los EE.UU. en la película “El Arado que rompió las Llanuras”, donde ya se relacionaba la acción del laboreo como causa de la erosión. Para combatir esa erosión, se desarrollaron en América del Norte nuevos equipos de laboreo que permitían descompactar el suelo y controlar las malas hierbas pero sin invertir el suelo, manteniendo restos vegetales en superficie. Este método se extendió de manera vertiginosa por todas las zonas secas de EE.UU, no sólo por su capacidad para combatir la erosión del suelo, sino también por su aptitud para conservar la humedad edáfica, de especial interés en los secanos. Otro hito en este camino fue la creación en 1935 del Servicio de Conservación del Suelo de los EE.UU. que, en los años siguientes, estimuló la creación de equipos de investigadores dedicados al laboreo de conservación en numerosas universidades americanas. Paralelamente, en los países del norte de Europa, la combinación de los efectos negativos causados por el laboreo excesivo, particularmente en suelos húmedos, con la disminución de la población rural y el aumento de los costos de maquinaria, llevó a muchos investigadores a plantearse una reducción de las labores. A pesar

de las mejoras propuestas por las técnicas minimizadoras del laboreo, sin la disponibilidad de herbicidas adecuados, las hierbas adventicias, o malas hierbas como se las conoce comúnmente, se convertían en un factor limitante para el desarrollo de dichos sistemas de laboreo (Fernández-Quintanilla, 1997).

Antes hemos expuesto los fines buscados con el laboreo y el problema que causaban las hierbas adventicias en los campos que habían sido labrados hasta entonces. La superación de este problema se consiguió con la aparición de los herbicidas paraquat y diquat, desarrollados por la Imperial Chemical Industries (ICI) a finales de los 50. Con estos productos ya no se necesitaba labrar para controlar las hierbas, ya que su acción total las eliminaba sin riesgo para el cultivo posterior, siendo así factible disminuir las labores. De esta forma, surge el concepto de la siembra directa.

Científicos europeos empezaron a investigar sobre el laboreo reducido y los resultados obtenidos en las experiencias realizadas fueron claramente prometedores, demostrando que era posible preparar un lecho de siembra adecuado sin necesidad de labrar. Sin embargo, incluso entonces, la idea de suprimir totalmente las labores era vista con mucho escepticismo por los agricultores, quedándose este concepto casi exclusivamente restringido a un pequeño grupo de investigadores. Hubo que esperar a mediados de los 60 para que las posibilidades agronómicas y económicas de estas nuevas técnicas fueran percibidas por un sector más amplio del mundo agrario, iniciándose entonces amplios programas de desarrollo e introducción de estos sistemas en diversos países europeos (Fernández-Quintanilla, 1997).

En Norteamérica la historia es más compleja, no siendo posible achacar la causa de estos cambios únicamente a la introducción de los nuevos herbicidas. La publicación del libro de Edward Faulkner en 1943 y el nacimiento de la Sociedad de Conservación del Suelo en 1945, incitaron considerablemente la sensibilidad del sector agrario hacia los problemas derivados de un laboreo excesivo y promovieron el desarrollo de nuevos sistemas de laboreo de conservación. Durante los años 40, tanto las Universidades como el Departamento de Agricultura

(USDA) y las empresas del sector iniciaron una intensa labor investigadora que pronto empezó a dar frutos: en 1946 se desarrolló en la Universidad de Purdue la primera sembradora de siembra directa (la M-21); en los años 50 se introdujo comercialmente el disco de corte ondulado así como los tratamientos con atrazina y paraquat y, a partir de aquí, la evolución empezó a ser cada vez más vertiginosa (Fernández-Quintanilla, 1997).

En España, los primeros estudios sobre agricultura de conservación en cultivos anuales de los que se tienen constancia, datan de 1976 en la finca "Haza del Monte" en Sevilla. En estos ensayos, enfocados a conseguir un adelanto de la fecha de siembra en segunda cosecha, se evaluó la siembra directa de la soja sobre rastrojo de cereal (A. Agustín, 1977). Al poco tiempo, el cultivo dejó de ser interesante y se cesó la investigación. Los ensayos sobre siembra directa de cereales se inician en España en 1980 en la finca El Encín (Madrid), llevados a cabo en base a un convenio entre la ETSIA de la Universidad Politécnica de Madrid y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que la práctica de la siembra directa no afectaba al rendimiento de los cereales, consiguiéndose en cambio reducir en un 80% los consumos energéticos. Poco después, se fueron extendiendo este tipo de ensayos a otras regiones españolas, destacando los realizados por el SIA de Andalucía (Ifapa) / ETSIA de Córdoba en Andalucía en la finca Tomejil en Carmona (Sevilla) desde el año 1982 y que se mantienen en la actualidad, obteniéndose en las parcelas no labradas unos rendimientos superiores en un 100% a los obtenidos con el laboreo tradicional, los realizados por el Instituto Técnico y de Gestión Agraria en Navarra, y los realizados en Castilla León por los departamentos técnicos de empresas relacionadas con el sector agrario (Fernández-Quintanilla, 1997).

En febrero de 1995 un grupo de agricultores, técnicos y científicos, muchos de ellos participantes de los proyectos antes mencionados, fundaron la Asociación Española de Laboreo de Conservación / Suelos Vivos (AELC/SV), que desarrolló diversos proyectos de transferencia de tecnología fundamentales, que

promovieron el conocimiento de las técnicas de agricultura de conservación. En 1999 cambió su denominación por la actualmente conocida como Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV), englobando un concepto más amplio que reflejaba la realidad de mejora de los recursos naturales, suelo, agua y aire. Gracias al desarrollo de proyectos europeos y nacionales, y al apoyo del sector privado, se realizaron cada vez un mayor número de actividades con un alto grado de regularidad y de conocimiento técnico-científico. Con el paso del tiempo, gracias a la ayuda de agricultores pioneros, once asociaciones regionales trabajan para fomentar la agricultura de conservación en nuestro país. A nivel europeo, la AEAC.SV fundó en Bruselas en 1999, con otras 5 asociaciones nacionales, la Federación Europea de Agricultura De Conservación, ECAF, de sus siglas en inglés. Desde entonces ECAF ha sido y es el punto de unión de las ahora 15 asociaciones europeas que trabajan en pro de la agricultura de conservación en Europa (Derpsch, 2008).

6.1 VIAS A LA INNOVACION

Para que la agricultura de conservación funcione, un grupo variado de individuos (investigadores, agricultores, empresas proveedoras de insumos, agentes de extensión y fabricantes de implementos agrícolas) deben compartir sus ideas y productos. “Muchas instituciones públicas de investigación y extensión no estaban dispuestas a participar en esas redes de innovaciones”, cuenta el economista del CIMMYT. “Quieren seguir el método tradicional de ensayar todos los aspectos de una tecnología antes de pasarla a los servicios de extensión y los agricultores”. (EkboirJavier,2004) “Más que ser el primer motor del cambio, los investigadores deben intervenir tras éste y resolver los problemas que surjan, apoyando la adaptación continua y el seguimiento”, (Wall, Patrick C. 2004).

7. METODOLOGIA

El experimento se realizó en el Rancho “la Gloria” localizada en el municipio de José María de la Garza, Villaflores, en el estado de Chiapas. las coordenadas de



la microlocalización son: del lugar de experimento; 16°23'47.04''N, 93°17'13.50''O.

Fig.1 microlocalización de la parcela experimental situada en la garza, Villaflores en el estado de Chiapas.

7.1 Aplicación de tratamiento

El estudio se realizó bajo un diseño tratamental de parcelas divididas con tres repeticiones, los tratamientos fueron agricultura de conservación y a convencional, con un factor de dos niveles que fueron: con rastrojo y sin rastrojo, el fertilizante se aplicó en forma tapada, la aplicación del fertilizante fue: urea 70 kg. Por Ha a los 15 y 45 dde, triple 17 a los 15 dde 150 kg/ha. En una sola aplicación. Las parcelas estuvieron formadas por 6 surcos de 10 m de longitud con una separación de 80 cm. Las mediciones de las variables se realizaron a los 120 días después de la emergencia se prosiguió a la medición de variables de crecimiento.

Los resultados fueron analizados por el programa estadístico de Statgraphic, con la prueba de Tukey al 95% de P.

7.1.1 MATERIAL Y EQUIPO

Balanza Granataria

Vernier analógico

Flexometro

Costales para almacenamiento

Grampa para desgrane

Bitácoras de variables

7.1.2 Medición de variables

Para el conteo de insectos se realizó de forma visual, todo fue anotado en bitácoras tabularas para un control de cada uno de los tratamientos, por cada surco se contaba plantas dañadas y la presencia de insectos dañinos y benéficos.

7.2 PROCEDIMIENTO

7.2.1 Crecimiento

A los 120 días de la emergencia (dde) se tomaron las variables de crecimiento del nacimiento de la mazorca, el diámetro de tallo de la planta medido por el vernier analógico, el número de mazorcas generadas en la planta, el número de hojas y el daño de la planta, escogiendo 5 plantas por cada tratamiento.

7.3 TOMA DE VARIABLES DE CRECIMIENTO

7.3.1 Longitud de planta

Se midieron 5 plantas por cada tratamiento para tomarlas de referencia. La medición de la longitud se tomó desde el suelo de cultivo hasta la última espiga, la medición se realizó en cm.

7.3.1.2 Diámetro de la planta

Se midieron 5 plantas por cada tratamiento para tomarlas como referencia, escogiendo las menos dañadas. La medición de diámetro de tallo se realizó a partir de 3 cm después arriba del comienzo de la planta. Se hizo por medio de un vernier en mm.

7.3.1.3 Altura de mazorca

Se midieron 5 plantas por cada tratamiento para tomarlas como referencia, escogiendo las menos dañadas. La medición de altura de mazorca se realizó desde el tallo naciente hasta el nacimiento de la mazorca en la planta. El sistema de medición utilizado fue en cm.

7.3.1.4 Numero de mazorca

Se midieron 5 plantas por cada tratamiento para tomarlas como referencia, escogiendo las menos dañadas. El conteo de mazorcas presentes fue realizado de forma visual.

7.3.1.5 Numero de hojas

Se midieron 5 plantas por cada tratamiento para tomarlas como referencia, escogiendo las menos dañadas. El conteo de hojas se realizó desde las secas a hojas sanas.

7.3.1.6 Porcentaje de daño

Se midieron 5 plantas por cada tratamiento para tomarlas como referencia, escogiendo las menos dañadas. El % de daño se realizó de forma visual detectando cuales estaban menos dañadas por plagas.

8.- RESULTADOS

8.1 Estadística de resultados

Variable de longitud de planta

A continuación se muestran en la Fig. 2 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método actualmente utilizado para obtener la diferencia más francamente significativa de Tukey. Para la variable de longitud de planta expresada en cm a los 120 días de la emergencia (dde). Con cuatro diferentes tratamientos.

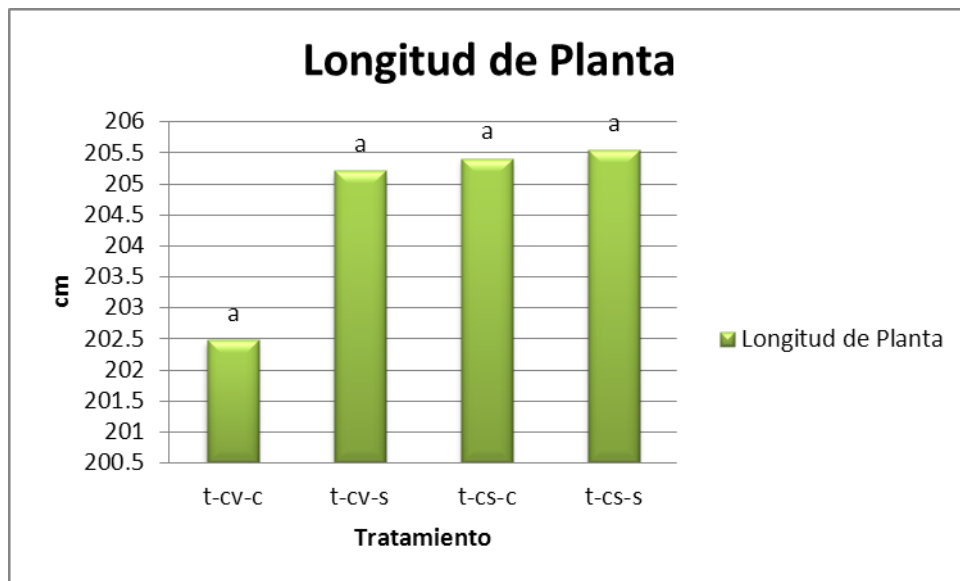


Fig. 2.- Resultados del análisis estadístico del crecimiento del cultivo, para la longitud de la planta por cada tratamiento; (Tukey 95% de confianza), letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos del crecimiento del cultivo de maíz, arrojó que no existe diferencia significativa en la variable de longitud de planta por cada tratamiento, sin embargo entre el tratamiento t-cv-c y t-cs-s hay una diferencia de 3cm entre ellas, lo cual puede parecer pequeña pero importante, porque existe en ella una diferencia

Variable de diámetro de planta

A continuación se muestran en la Fig. 3 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método actualmente utilizado para obtener la diferencia más francamente significativa de Tukey. Para la variable de diámetro de planta expresada en mm a los 120 días de la emergencia (dde) con cuatro diferentes tratamientos.

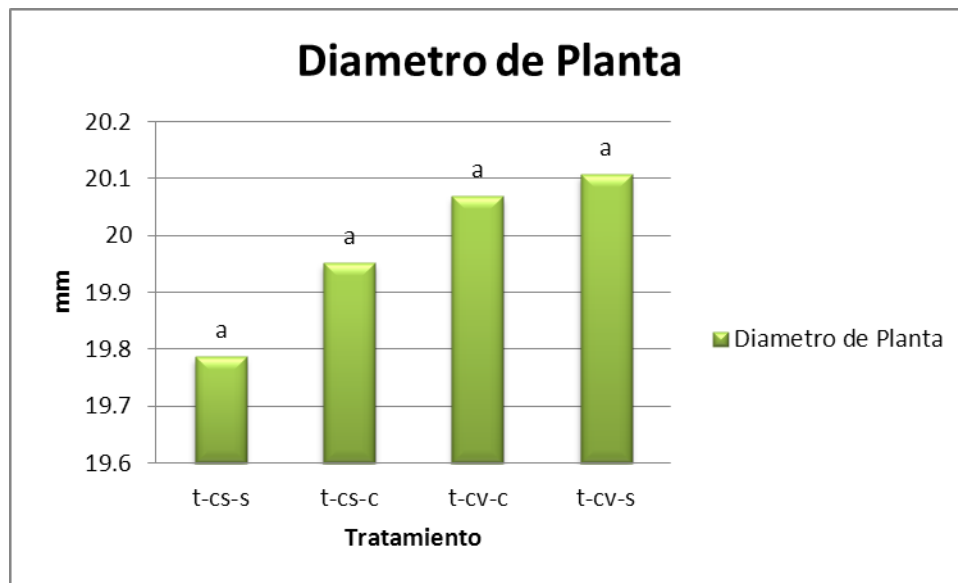


Fig. 3.- Resultados del análisis estadístico del crecimiento del cultivo, para la diámetro de tallo de la planta por cada tratamiento; (Tukey 95% de confianza), letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos del crecimiento del cultivo de maíz, arrojó que no existe diferencia significativa en la variable de longitud de planta por cada tratamiento.

Variable de altura de mazorca

A continuación se muestran en la Fig.4 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método actualmente utilizado para obtener la diferencia más francamente significativa de Tukey. Para la variable de altura de mazorca de planta expresada en cm. A los 120 días de la emergencia con cuatro diferentes tratamientos.

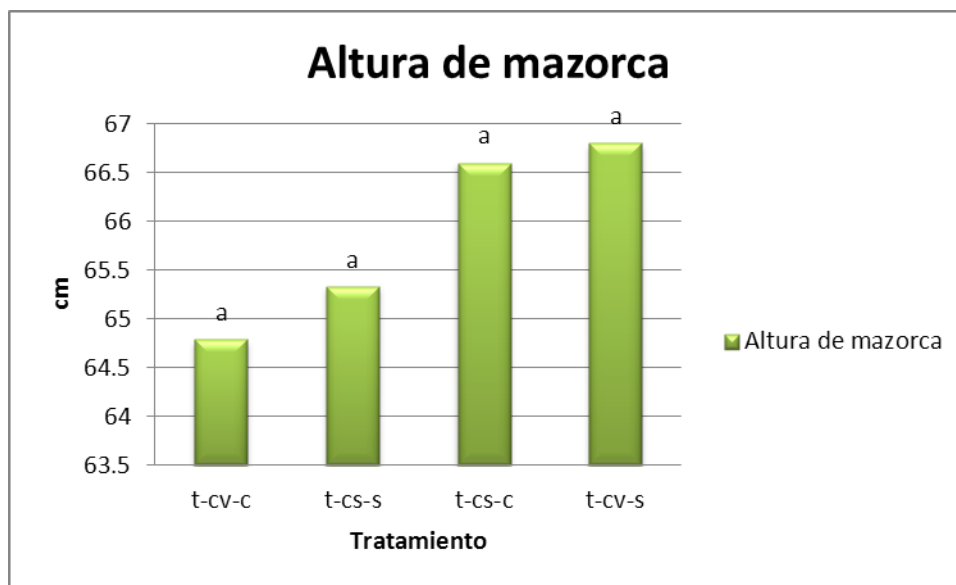


Fig. 4.- Resultados del análisis estadístico del crecimiento del cultivo, para la altura de mazorca de la planta por cada tratamiento; (Tukey 95% de confianza), letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos del crecimiento del cultivo de maíz, arrojó que no existe diferencia significativa en la variable de altura de mazorca por cada tratamiento.

Variable de número de mazorca

A continuación se muestran en la Fig.5 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método actualmente utilizado para obtener la diferencia más francamente significativa de Tukey. Para la variable de número de mazorca de planta, a los 120 días de la emergencia con cuatro diferentes tratamientos.

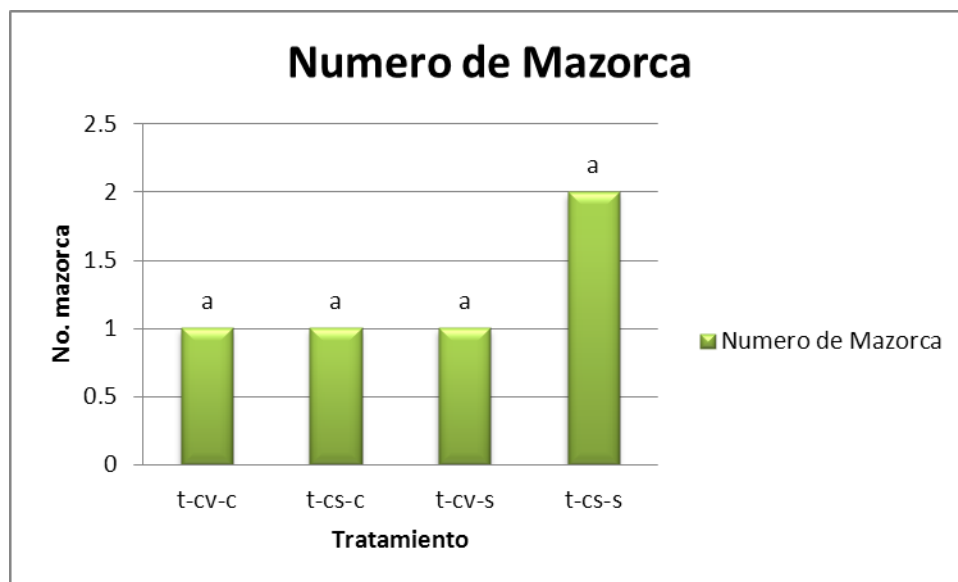


Fig. 5.- Resultados del análisis estadístico del crecimiento del cultivo, para el número de mazorca de la planta por cada tratamiento; (Tukey 95% de confianza), letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos del crecimiento del cultivo de maíz, arrojó que no existe diferencia significativa en la variable de número de mazorca por cada tratamiento.

Variable de número de hojas

A continuación se muestran en la Fig.6 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método actualmente utilizado para obtener la diferencia más francamente significativa de Tukey. Para la variable de número de hojas de planta, a los 120 días de la emergencia (dde) con cuatro diferentes tratamientos.

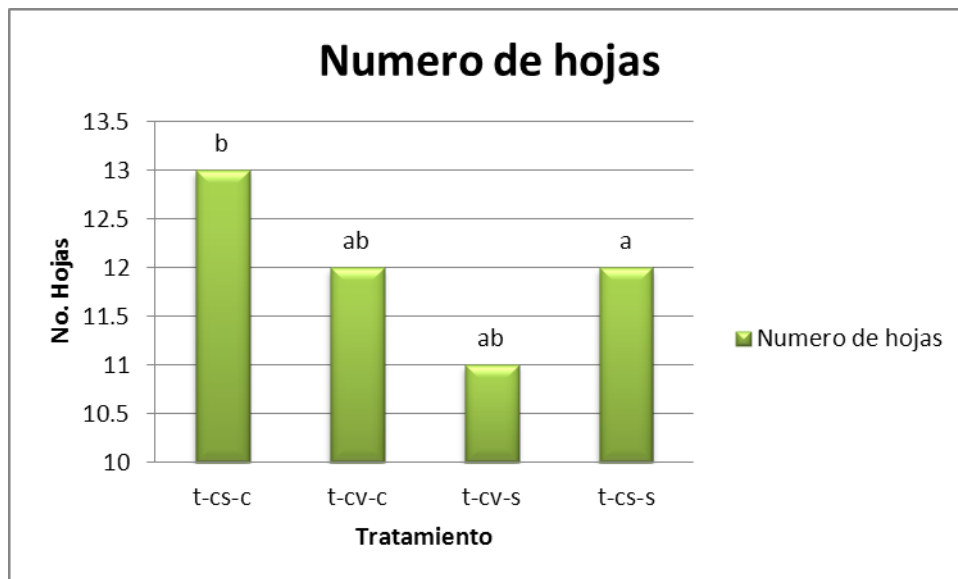


Fig. 6.- Resultados del análisis estadístico del crecimiento del cultivo, para el número de hojas de la planta por cada tratamiento; (Tukey 95% de confianza), letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos del crecimiento del cultivo de maíz, arrojó que si existe diferencia significativa en la variable de número de hojas por cada tratamiento. Es decir el tratamiento t-cs-s tiene un mayor de número de hojas al tratamiento t-cv-s.

Variable de % de daño

A continuación se muestran en la Fig.7 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método actualmente utilizado para obtener la diferencia más francamente significativa de Tukey. Para la variable de % de daño de planta, a los 120 días de la emergencia (dde) con cuatro diferentes tratamientos.

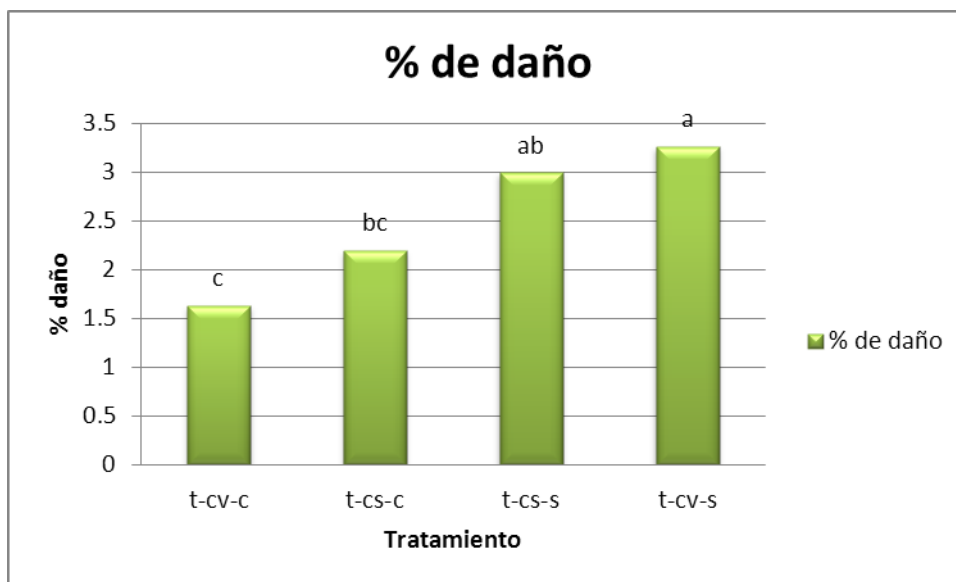


Fig. 7.- Resultados del análisis estadístico del crecimiento del cultivo, para el % de daño de la planta por cada tratamiento; (Tukey 95% de confianza), letras iguales no existe diferencia significativa, letras diferentes indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis estadístico de los datos obtenidos del crecimiento del cultivo de maíz, arrojó que si existe diferencia significativa en la variable de % de daño por cada tratamiento. Es decir el tratamiento t-cv-s contiene un índice mayor de daño al tratamiento t-cv-c y t-cs-c.

9. DISCUSION DE RESULTADOS

VARIABLES DEL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ

Variable Longitud de planta

Moldenhauer et al. 1994 y Franzluebbers et al. 1995 mencionan que la descomposición de los residuos de cultivo aumenta el contenido de MO, aportan nutrimentos al suelo y fomentan el incremento de C orgánico cerca de la superficie por lo tanto el crecimiento de las plantas. Debido al resultado obtenido no hubo diferencias significativas entre los cuatro tratamientos aplicados, por el cálculo de la estadística Tukey (diferencia mínima significativa), no existe esa diferencia, pero visualmente si es notable.

Fundación produce 2006 mencionan del crecimiento de maíz a los 100 días después de la siembra, la altura de la planta debe ser 235 cm, y la altura del elote debe ser de 100 cm.

Bergonia et al. 1990. Mencionan; Los rastrojos aumentan el contenido de microorganismos, aportan nutrientes al suelo y fomentan el incremento de C orgánico cerca de la superficie

Variable Diámetro de planta

En el análisis de variable del diámetro del tallo de la planta arrojé un resultado en el cual, no hay diferencia significativa mayor, en la gráfica muestra una diferencia de .2 mm en los tratamientos de agricultura de conservación con rastrojo y agricultura convencional sin rastrojo.

Muñoz et al, 1998 mencionan que de acuerdo a datos de autores. Durante la simbiosis las rizobacterias aportan nitrógeno molecular de la atmósfera a la planta, el cual utilizan para la biosíntesis de proteínas mientras que ésta otorga nutrientes a la bacteria. En este proceso se desarrollan nódulos bacterianos en las raíces de las plantas esto sucede aproximadamente a los 60 días.

Variable Numero de hojas

En el análisis de número de hojas se obtuvo una diferencia significativa a los 120 dde, debido a que el tratamiento t-cs-c, arrojó en la estadística de Tukey al 95% (diferencia mínima significativa) un mayor número de hojas, es decir, varios datos de los tratamientos menores, tenían un promedio de hojas entre 10 a 11 hojas. El tratamiento de conservación con rastrojo presentó una diferencia de 13 hojas presentes.

Moldenhauer et al. 1994 y Franzluebbbers et al. 1995 mencionan que la descomposición de los residuos de cultivo aumenta el contenido de MO, aportan nutrimentos al suelo y fomentan el incremento de C orgánico cerca de la superficie por lo tanto el crecimiento de las plantas.

Lacasta et al. 2004 mencionan que el laboreo mejora la aireación y por tanto la penetración de las raíces, aumenta así el volumen de suelo colonizado y concretamente la cantidad de agua a disposición del cultivo. El no laboreo del suelo, aumenta la agregación y por tanto su capacidad de acumular agua, se mantiene más húmedo y facilita la penetrabilidad. De tal manera que estas características puedan permitir el crecimiento del maíz, con la técnica de agricultura de conservación.

Variable de % de daño

El análisis de resultados de los tratamientos arrojó diferencia significativa entre los cuatro tratamientos, podemos observar que la agricultura de convencional con rastrojo obtuvo un menor % de daño a la agricultura convencional sin rastrojo, de igual manera la agricultura de conservación con rastrojo tuvo un menor % de daño a diferencia de agricultura de conservación sin rastrojo.

Hernández- Alatorre et al. 2001 menciona que El daño presente en el follaje de las hojas es debido a la presencia de insectos el gusano cogollero causa el ataque a plantas mayores retrasando el desarrollo y por consecuencia los rendimientos disminuyen.

10. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados en mucho de los resultados no se presentó una diferencia significativa, pero si una disminución de las variables importantes. Es decir, en longitud de planta de los tratamientos de agricultura de conservación con rastrojo y sin rastrojo hubo una diferencia de .13, aunque no marca una diferencia relativamente significativa, es sin lugar a dudas menor la primera mencionada. Apuntando a esto que, por lo que es posible que esto se deba a que el rastrojo aumenta la fuente de alimentación de las bacterias. si dentro de los demás parámetros no se encuentre diferencias significativas entre los tratamientos mencionados, debido a que la porosidad de los suelo es parecida teniendo un porcentaje muy bajo de diferencia entre ambos.

11. BIBLIOGRAFIAS

Angeles, J. M. y P. Rendon. 1994. Riego eficiente y la labranza de conservación en una rotación trigo- sorgo para Guanajuato, México. 15th World Congress Of Soil Science. Col 7b. Acapulco, Gro. P127-128.

Benites, J. R. 1992. Clasificación de los sistemas de labranza. In; FAO. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos 66; FAO, Roma, Italia, p7-8.

Berenjena Herrera J. 1997. Efectos del Laboreo sobre el contenido de agua en el suelo En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 53-72. Eds. L García Torres y P González Fernández. Publicado por la Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos.

CIDICCO, IIRR. 1997, Vecinos Mundiales, COSECHA, Universidad de Cornell. Experiencias Sobre Cultivos De Coberturas Y Abonos Verdes. CIDICCO. 131pp.

Derpsch M, 2008. Conferencia Riego por Goteo optimizado, Santiago de Cali

Domínguez Jiménez, J. 1997. El laboreo de conservación en cultivos anuales: efecto sobre la producción. En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 271-289. Eds.

Doran, J.W. y Parkin, B.T. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA.

Fernández P. Quintanilla F. 1997. *Agricultura de Conservación*.

Fuentes A., Martínez F. y Cancio R. 2004. Conservación, mejoramiento y fertilización de suelos. AGRINFOR. Ministerio de la Agricultura. ISBN 959-246-077-9. La Habana. 64 p.

Giráldez Cervera J V. 1997. Efectos de los diferentes sistemas de laboreo sobre las propiedades físicas del suelo. En *Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*, pp 53-72. Eds.

García Torres L y P González Fernández. Publicado por la Asociación Española Laboreo de Conservación/Suelos Vivos.

Manual de Conservación Fundación Hondureña de Agricultura 2006

Moldenhauer M. 1994 Report of the first session of the Panel of Expertos on Integrated Pest Control, Rome Italy. Sept 18- 22, 1967.19 pp.

Pla Sentis. I, 1997. Sistemas y prácticas de conservación de suelos y aguas. En FAO. Planificación y Manejo integrado de Cuencas Hidrográficas en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina. Serie zonas áridas y semiáridas No 7. p: 131-157.