



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
TUXTLA GUTIERREZ**

RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERIA BIOQUIMICA

**“EVALUACION DEL EFECTO DE RASTROJO
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
SOBRE CULTIVO DE MAIZ (*Zea mayz* L.)
EN AGRICULTURA DE CONSERVACION”**

**PRESENTA: DIAZ ALFONZO EDDY GIBRAN
09270009**

ASESOR INTERNO: DR. JOAQUIN ADOLFO MONTES MOLINA

REVISORES

**DR. REINER RINCON ROSALES
ING. JAVIER RAMIREZ DIAZ**

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A JUNIO 2013

INDICE

	PAGINA
CAPITULO I. INTRODUCCION	4
CAPITULO II. JUSTIFICACION	5
CAPITULO III. OBJETIVO GENERAL	6
3.1 OBJETIVOS PARTICULARES	6
CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO	6
4.1 HISTORIA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.	6
4.2 VALORES	7
4.3 MISIÓN	7
4.4 VISIÓN	7
4.5 LOCALIZACIÓN	8
CAPITULO V. PROBLEMAS A RESOLVER	8
CAPITULO VI. ALCANCES Y LIMITACIONES	9
CAPITULO VII. FUNDAMENTO TEÓRICO	9
7.1 ¿QUÉ ES LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN?	9
7.2 BENEFICIOS CON LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN.	9
7.3 IMPORTANCIA DEL RASTROJO	10
7.3.1 BENEFICIOS DEL RASTROJO	10
7.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS. BOTÁNICA DEL MAIZ (<i>Zea mays L.</i>)	11
7.5 DESARROLLO VEGETATIVO DEL MAÍZ (<i>Zea mayz L.</i>)	11
7.6 EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS	12
7.6.1 EXIGENCIA DE CLIMA	12
7.6.2 PLUVIOMETRÍA Y RIEGOS	12
7.7 SIEMBRA	12
7.8 FERTILIZACIÓN	12
7.9 ANALISIS FÍSICO-QUIMICOS DEL SUELO	14
7.9.1 PH	14
7.9.2 CONDUCTIVIDAD	15
7.9.3 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)	16
7.9.4 TEXTURA	16
7.10 CICLOS BIOGEOQUIMICOS	17
7.10.1 FOTOSINTESIS	18
7.10.2 CICLO DEL CARBONO	18
7.10.3 CICLO DEL NITROGENO	19
CAPITULO VIII. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	20
8.1 MATERIAL Y EQUIPO	22
8.2 PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO	22
8.2.1 CRA, POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO	22
8.2.2 TEXTURA POR EL METODO DE DENSIMETRO DE BOUYOUCOS	23
8.2.3 PH POR EL MÉTODO DEL POTENCIOMETRO	24
8.3 TRATAMIENTO QUÍMICO CON UREA Y DAP	24
8.4 USO DE INSECTICIDA	25
CAPITULO IX. RESULTADOS	26

9.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL SUELO	26
9.2 RESULTADOS DE LA COMPOSICION DEL SUELO Y DEL RASTROJO DE FRIJO	27
9.3 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO	28
9.3.1 LONGITUD DE LA PLANTA	28
9.3.2 DIAMETRO DEL TALLO	29
9.3.3 ALTURA DE LA MAZORCA	29
9.3.4 NUMERO DE MAZORCA	30
9.3.5 NUMERO DE HOJAS	31
9.3.6 PORCENTAJE DE DAÑO	31
CAPITULO X. DISCUSION	32
10.1 CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (CRA)	32
10.2 TEXTURA	32
10.3 pH	32
10.4 MATERIA ORGANICA	33
10.5 NITROGENO	33
10.6 LONGITUD DE PLANTA	33
10.7 ALTURA DE MAZORCA	34
CAPITULO XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFIA	34
CAPITULO XII. ANEXOS	36
10.1 CALCULO DE CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (CRA)	36
10.2 TEXTURA	36
10.3 PH	36
INDICE DE FIGURAS Y CUADROS	
Figura 1. Ubicación del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez	8
Figura 2. Clasificación de los suelos de acuerdo a su pH	15
Figura 3. Ciclo de carbono	19
Figura 4. Ciclo de nitrógeno	20
Figura 5. Colocación de bloques	21
Figura 6. Unidad experimental	22
Figura 7. Método de CRA	23
Figura 8. Triangulo de textura	24
Figura 9. Análisis estadístico de la variable longitud de planta	28
Figura 10. Análisis estadístico de la variable diámetro del tallo	29
Figura 11. Análisis estadístico de la variable altura de mazorca	29
Figura 12. Análisis estadístico de la variable numero de mazorca	30
Figura 13. Análisis estadístico de la variable numero de hojas	31
Figura 14. Análisis estadístico de la variable % de daño	31
Cuadro 1. Tamaño de las partículas y características de las fracciones de arena, limo y arcilla en la clasificación USDA	17
Cuadro 2. Peso de rastrojo a usar y color de banderilla para identificación	21
Cuadro 3. Resultados de pruebas F-Q del suelo	26
Cuadro 4. Clasificación de los suelos sobre el valor de pH según NOM-021-SEMARNAT-2000	26
Cuadro 5. Resultado de la composición del suelo y rastrojo de frijol	27
Cuadro 6. Clasificación por el % de materia orgánica según el INIA	27

CAPITULO I INTRODUCCION

Tras la evolución de la agricultura durante las últimas cinco décadas y la generación de conocimientos sobre distintas formas de cultivo, se pueden esbozar dos posiciones extremas; una donde la producción agrícola está fundamentada en la preparación física del terreno hasta dejarlo finamente pulverizado, en la cual el manejo del cultivo se basa en aplicaciones de fertilizantes y pesticidas químicos (Temple et al, 1994) y la otra donde se cultiva sin necesidad de alterar el suelo y prácticamente sin efectuar aplicaciones de agroquímicos, permitiendo que las plantas crezcan con la mínima intervención humana (Fukuoka, 1998) .

En medio de estas posiciones extremas es posible diferenciar una gran cantidad de sistemas alternativos de producción agrícola, que combinan diferentes niveles de preparación física del terreno y aplicación de agroquímicos. Dentro de estos sistemas se encuentra la labranza mecanizada convencional (LMC) y la labranza cero, también conocida como siembra directa sobre rastrojo (SDR). El grado de intervención al suelo, así como la cantidad y cobertura de rastrojo remanentes sobre el suelo son los factores de mayor relevancia en la definición de estos sistemas.

Los rastrojos son plantas controladas y material vegetal que queda en el terreno del ciclo anterior, una vez realizada la cosecha del cultivo principal. Estos incluyen tanto la parte aérea (principalmente tallos y hojas) como radicular de la soca y de las malezas presentes en el agro sistema cuyo crecimiento ha sido suprimido, así como residuos vegetal remanentes en forma separada de cobertura de rastrojo se emplea como criterio para clasificar los sistemas de cultivo arriba citados por ser un factor importante en el control de la erosión del suelo.

En la siembra mecanizada convencional los rastrojos son eliminados a través de su incorporación al perfil del suelo durante las operaciones de labranza. La labranza reducida se refiere a cualquier sistema que sea menos intensivo y agresivo que la labranza convencional, con menor cantidad de operaciones y consumo de energía por unidad de área. La efectividad de este sistema para conservar el suelo depende principalmente de la proporción de terreno cubierto con rastrojo. En este sentido, una cobertura de 20 a 30% reduce la erosión en 50% mientras que si la misma es del 70%, la erosión puede reducirse en más del 90% en comparación con un suelo sin cobertura (Simmons, 2002).

La siembra directa sobre rastrojo es un tipo particular de labranza reducida en el cual el suelo es únicamente disturbado por la sembradora al momento de cortar los rastrojos y abrir pequeños surcos en el suelo para depositar la semilla del cultivo o

incorporar fertilizantes. En este sistema es esencial conservar y manejar en forma apropiada prácticamente todos los residuos remanentes del ciclo previo.

Esta cobertura vegetal protege la superficie del suelo de la erosión absorbiendo la energía de impacto de las gotas de lluvia y así se reduce el desprendimiento de partículas y formación de superficie. Al obstruir los flujos superficiales, los rastrojos reducen la velocidad de la escorrentía y la cantidad de suelo transportado, a la vez que minimizan los desprendimientos adicionales de partículas y mejoran la infiltración del agua. Cuando la velocidad del flujo es disminuida, muchas de las partículas de suelo en suspensión quedan depositadas nuevamente sobre el terreno. Adicionalmente los rastrojos mantienen atrapada bajo su cobertura la humedad, propiciando mejores condiciones para la germinación del cultivo en años de lluvia escasa. También protegen al suelo y las plántulas del sol a medida que el nuevo cultivo crece, reduciendo las pérdidas de agua por evaporación y transpiración.

La distribución uniforme del material cortado por la cosechadora combinada es un factor esencial para lograr una cobertura homogénea del suelo y evitar deficiencias en el control de malezas. Cuando la distribución de los rastrojos es dispareja se toma más difícil cortarlos y depositar la semilla del cultivo sin ocasionar disturbios significativos al suelo. Si la sembradora no puede cortar o separar capas gruesas, es posible que se entierren tallos de cultivos anteriores junto con las semillas. En estos casos la semilla del cultivo no logra buen contacto con el suelo, reduciendo la germinación y provocando hileras discontinuas (Ortega y Agüero, 2005).

CAPITULO II JUSTIFICACION

En muchas partes los suelos presentan procesos de degradación que inician con la pérdida de cubierta vegetal ocasionada por muy diversos factores económicos y sociales, y que continúa con su erosión, la pérdida de fertilidad, la compactación, lo que afecta de manera importante la disponibilidad y calidad del agua y en ocasiones la seguridad humana debido a derrumbes, inundaciones y otros fenómenos.

La contaminación del suelo generalmente aparece con la aplicación de pesticidas, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales, la cual produce una baja en el medio ambiente ya que los suelos se hacen infértiles. Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo.

La agricultura de conservación es la forma productiva en que se relaciona el hombre con la naturaleza para la producción sustentable de alimentos sanos que permita el

uso y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente, a partir de la integración de elementos orgánicos con el uso racional de los químicos.

Por lo anterior se realiza el siguiente estudio, efecto de rastrojo de frijol sobre cultivo de maíz en conservación de suelo

CAPITULO III

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de rastrojo de frijol sobre el cultivo de maíz en condiciones de riego.

3.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar las diferencias entre el uso de diferentes concentraciones de rastrojo de frijol.
- Evaluar los parámetros de crecimiento de la planta de maíz, como lo son diámetro del tallo, altura de la planta, altura de la mazorca y numero de hojas.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO

4.1 HISTORIA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

En la década de los 70's, se incorpora al estado de Chiapas al movimiento educativo nacional extensión educativa por intervención del Gobierno del Estado de Chiapas ante la federación.

Esta gestión dio origen a la creación del Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez (ITRTG), hoy instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG).

El día 23 de agosto de 1971 el gobernador del estado Dr. Manuel Velasco Suarez, coloco la primera piedra de lo que muy pronto seria el centro educativo de nivel medio superior más importante de la entidad.

El día 22 de octubre de 1972 con una infraestructura de 2 edificios con 8 aulas, 2 laboratorios y un edificio para talleres abre sus puertas el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez con las carreras de técnico en maquinas de combustión interna, electricidad, laboratorista químico y maquinas y herramientas.

En el año 1974 dio inicio la modalidad en el nivel superior, ofreciendo las carreras de ingeniería industrial en producción y bioquímica en productos naturales. En 1980 se

amplio la oferta educativa al incorporarse las carreras de ingeniería industrial, eléctrica e ingeniería industrial química.

En 1987 se abre la carrera de ingeniería en electrónica y se liquidan en 1989 las carreras del sistema abierto del nivel medio superior y en el nivel superior se reorientó la oferta en la carrera de ingeniería industrial, eléctrica e ingeniería mecánica.

En 1991 surge la licenciatura en ingeniería en sistemas computacionales. Desde 1997 el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez ofrece la especialización en ingeniería ambiental como primer programa de postgrado.

En el año de 1999 se inicio el programa de maestría en administración como respuesta a la demanda del sector industrial y de servicios de la región. A partir del 2000 se abrió también la especialización en biotecnología vegetal y un año después dio inicio el programa de maestría en ciencias en ingeniería bioquímica y la licenciatura en informática.

4.2 VALORES

- El ser humano.
- El espíritu de servicio.
- El liderazgo.
- El trabajo en equipo.
- La calidad.
- El alto desempeño.
- Respeto al medio ambiente.

4.3 MISIÓN

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

4.4 VISIÓN

Ser una institución de excelencia en la educación superior tecnológica del sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

4.5 LOCALIZACIÓN

Dirección: Carretera Panamericana Kilómetro 1080, Terán, 29050 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Teléfono: 01 961 615 7441

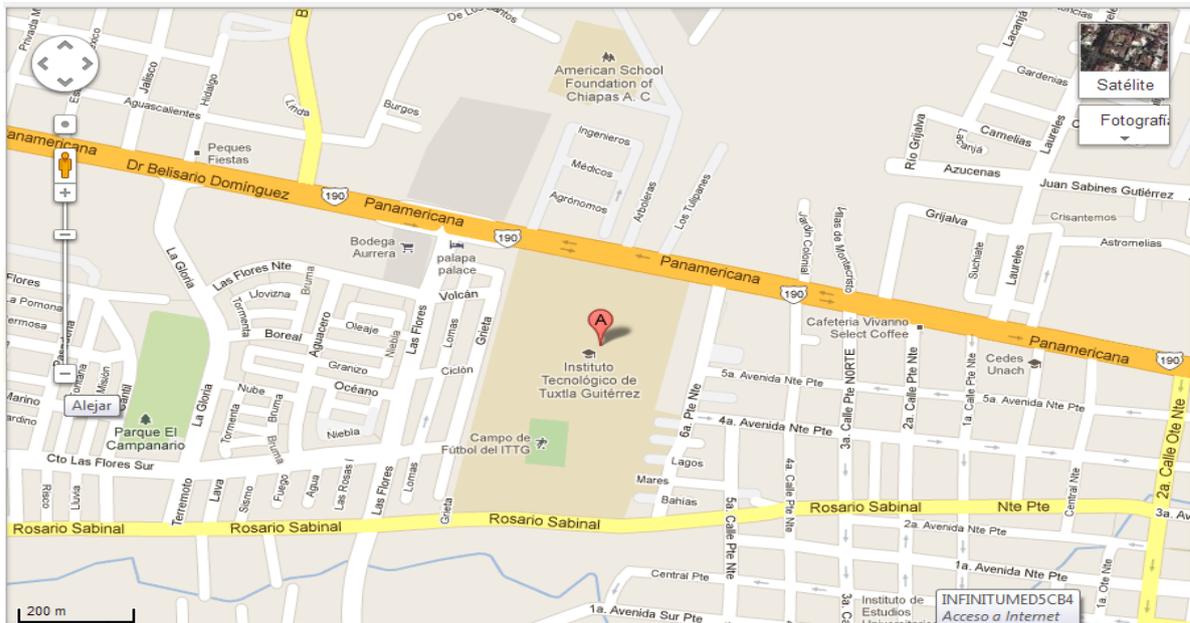


Figura 1. Ubicación del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

CAPITULO V PROBLEMAS A RESOLVER

La quema de rastrojos es una práctica errónea desde el punto de vista agronómico, pues manda a la atmósfera los nutrientes que contiene la paja, que de otra forma se podrían incorporar al suelo actuando como abono natural, ahorrándonos dinero en tratamientos sintéticos y el hecho que causa una serie de perjuicios sobre el medio ambiente, provocando cambios notables en el desarrollo normal de la vida en nuestros campos, llegando a esquilmar la tierra y perjudicar a la atmósfera.

El impacto de esta actividad sobre la pérdida de suelo fértil, la desertización y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, sin contar con el riesgo de incendios y la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, son algunas de las consecuencias más negativas de esta práctica.

Además el rastrojo es un residuo orgánico susceptible de utilizarse como fuente de energía en centrales de biomasa, con ello además de ahorrar energía, contribuimos a generar empleo en las áreas naturales.

También es mejor optar por labrar el suelo lo menos posible. Con ello ahorramos energía, disminuimos los costos y la erosión del terreno por lluvias, viento, escorrentía,

etc. A mantener la cubierta vegetal se evita la erosión y se enriquece la materia orgánica.

CAPITULO VI ALCANCES Y LIMITACIONES

Una de las limitaciones que se nos presento fue que no realizamos una de las pruebas físico-químicas del suelo que fue conductividad eléctrica, por lo que no conseguimos un conductímetro.

Nuestro alcance fue que la institución cuenta con un pequeño invernadero para poder realizar el proyecto y que nunca sufrimos de desabasto de agua, durante el tiempo de riego.

CAPITULO VII FUNDAMENTO TEÓRICO

7.1 ¿QUÉ ES LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN?

La agricultura de conservación (AC) es un sistema de producción agrícola que se basa en tres principios: a) remoción mínima del suelo (sin labranza); b) cobertura del suelo (mantillo) con los residuos del cultivo anterior, con plantas vivas, o ambos; y c) rotación de cultivos, para evitar plagas y enfermedades y diseminación de malezas.

7.2 BENEFICIOS CON LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN.

Beneficios inmediatos:

- Aumenta la infiltración de agua debido a que la estructura del suelo queda protegida por los residuos y al no haber labranza los poros se conservan intactas.
- Se reduce el escurrimiento de agua y la erosión del suelo al aumentar la infiltración de agua, resultado del estancamiento causado por los residuos.
- Se evapora menos humedad de la superficie del suelo, al quedar protegida de los rayos solares por los residuos.
- El estrés por humedad de las plantas es menos frecuente e intenso gracias a que, al aumentar la infiltración de agua y disminuir la evaporación del suelo, aumenta el contenido de humedad.
- Se necesitan menos pasadas de tractor y mano de obra para preparar el terreno y, por consiguiente, disminuyen los costos de combustible y mano de obra.

Beneficios a mediano y largo plazo:

- Una mayor cantidad de materia orgánica (MOS) que mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de intercambio de cationes y la disponibilidad de nutrientes, y mejorar la retención de agua.
- Los rendimientos aumentan y son más estables.
- Se reducen los costos de producción.
- Aumenta la actividad biológica tanto en el suelo como el ambiente aéreo; esto contribuye a mejorar la fertilidad biológica y permite establecer un mejor control de plagas.

7.3 IMPORTANCIA DEL RASTROJO

Los residuos o rastrojo son las partes secas que quedan del cultivo, anterior, incluidos los cultivos de cobertura, los abonos verdes u otros materiales vegetales traídos de otros sitios. Los rastrojos son un factor fundamental para la correcta aplicación de la agricultura de conservación (AC). En los sistemas agrícolas convencionales, los residuos normales se utilizan para alimentar a los animales, o bien se retiran del campo para otros usos, se incorporan o se queman. En muchos lugares, existen derechos de pastoreo comunales, situación que podría crear conflictos al querer proteger los residuos que quedan en la superficie del suelo de los animales que andan sueltos en busca de alimento. Sin embargo, como los agricultores que aplican la AC obtienen mayores beneficios con la retención de residuos, algunas comunidades han encontrado formas de resolver este problema (Govaerts, 2012).

7.3.1 BENEFICIOS DEL RASTROJO

- Mayor infiltración de agua.
- Menor evaporación de agua.
- Mayor volumen de agua disponible para los cultivos.
- Menor erosión por agua y viento.
- Más actividad biológica.
- Mayor producción de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Temperaturas moderadas del suelo.
- Menos malezas.
- Mejor balance hídrico (Crovetto, 1994).
- Constituye uno de los factores más importantes secuestran tés de dióxido de carbono atmosférico (Reicosky y Lindstrom, 1993).

7.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS. BOTÁNICA

Nombre común: Maíz

Nombre científico: *Zea mays*

Familia: Gramíneas

Género: *Zea*

BOTÁNICA

La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

Tallo

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

Inflorescencia

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Raíces

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

7.5 DESARROLLO VEGETATIVO DEL MAÍZ

Desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejado el continuo y rápido crecimiento de la plántula.

7.6 EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

7.6.1 EXIGENCIA DE CLIMA

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

7.6.2 PLUVIOMETRÍA Y RIEGOS

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenidos de 40 a 65 cm.

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

7.7 SIEMBRA

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas.

Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril.

7.8 FERTILIZACIÓN

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso.

Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg de P en 100

Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo.

El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8.

A partir de esta cantidad de hojas se recomienda un abonado de:

- N: 82% (abonado nitrogenado).
- P₂O₅: 70% (abonado fosforado).
- K₂O: 92% (abonado en potasa).
-

Durante la formación del grano de la mazorca los abonados deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de fondo en cantidades de 825Kg/ha durante las labores de cultivo.

Los abonados de cobertera son aquellos que se realizan cuando aparecen las primeras hojas de la planta y los más utilizados son:

- Nitrato amónico de calcio. 500 kg/ha
- Urea. 295kg/ha
- Solución nitrogenada. 525kg/ha.

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

Nitrógeno (N): La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N por ha. Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas.

Fósforo (P): Sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fósforo da vigor a las raíces, su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien.

Potasio (K): Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135-160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas.

Otros elementos: boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn). Son nutrientes que pueden a parecer en forma deficiente o en exceso en la planta.

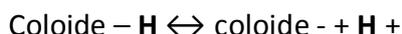
Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella (INFOAGRO).

7.9 ANALISIS FÍSICO-QUIMICOS DEL SUELO

7.9.1 PH

La determinación del pH del suelo es una de las pruebas más importantes que pueden hacerse para diagnosticar problemas del crecimiento de las plantas. Por ejemplo, algunas plantas enfermas tienen un color verde claro que puede ser ocasionado por diversos factores 1) Si el pH del suelo es tan bajo como de 5.5 o menos, es probable que la enfermedad no se deba a una deficiencia de hierro, ya que los compuestos de hierro son solubles en condiciones ácidas. 2) Si el pH del suelo es de 8, se debe considerar seriamente la posibilidad de la deficiencia de hierro, ya que los compuestos de hierro son muy insolubles en suelos con pH 8.

El pH del suelo se determina en fase acuosa o solución salina. La fase acuosa y los coloides ionizables del suelo intervienen, conjuntamente, para determinar el pH del suelo. La asociación de los grupos ácidos ionizables, existentes en los coloides del suelo, daría lugar a una liberación de los iones H^+ , que pasarán a la solución salina. Los iones H^+ de la solución salina, contrarrestan esta disociación según el equilibrio siguiente:



Los grupos que liberan H^+ son principalmente los siguientes:

- a) Los grupos $--COOH$ de la materia orgánica del suelo.
- b) Los grupos $---SiOH$ libres de las arcillas.
- c) Los iones de aluminio y otros cationes metálicos hidrolizables.

Por otra parte, cuando las posiciones de cambio iónico estén saturadas por bases, el suelo tendrá un carácter alcalino, debido a la hidrólisis que da lugar a iones (OH^-) , ya que los coloides del suelo son ácidos débiles:



El pH de la solución de suelos es importante para la agricultura ya que a él van a estar sometidas las plantas, las cuales tienen un pH específico para su desarrollo.

Cuando la capacidad de intercambio está satisfecha en su mayor parte por iones H^+ , el pH del suelo es ácido, y viceversa, para saturar la capacidad de cambio de iones H^+ , es preciso mantener en la solución salina un pH ácido. A medida que se sustituye H^+ por Na^+ en las posiciones de intercambio, el pH es mayor.

La acidez se presenta en dos formas fundamentales:

1. **ACTIVA:** En la cual el ión H^+ actúa directamente sobre el sistema radicular y en la dinámica de los elementos nutritivos en el suelo.

2. **POTENCIAL:** La cual depende del porcentaje de saturación de bases en el suelo y se mide con solución extractora con el KCl 1N. La acidez activa ó el pH es la concentración de H⁺ (libres) que contienen en el extracto del suelo. Se expresa como logaritmo negativo de la concentración de los H⁺.

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

En la práctica se utilizan varias relaciones suelo agua para la determinación del pH bien sea en peso ó volumen. En muchos laboratorios se suele utilizar una relación suelo agua 1:2 peso/volumen sin embargo esta relación no es muy apropiada ya que dista mucho de la realidad, que vive en el sistema radicular de las plantas. El método de lectura, generalmente es el potenciómetro, mide una diferencia de potencial en milivoltios entre un electrodo de referencia, y un electrodo de vidrio inmersos en la muestra. Generalmente se utiliza el electrodo de combinado que lee directamente el pH (Juárez et al 2009).

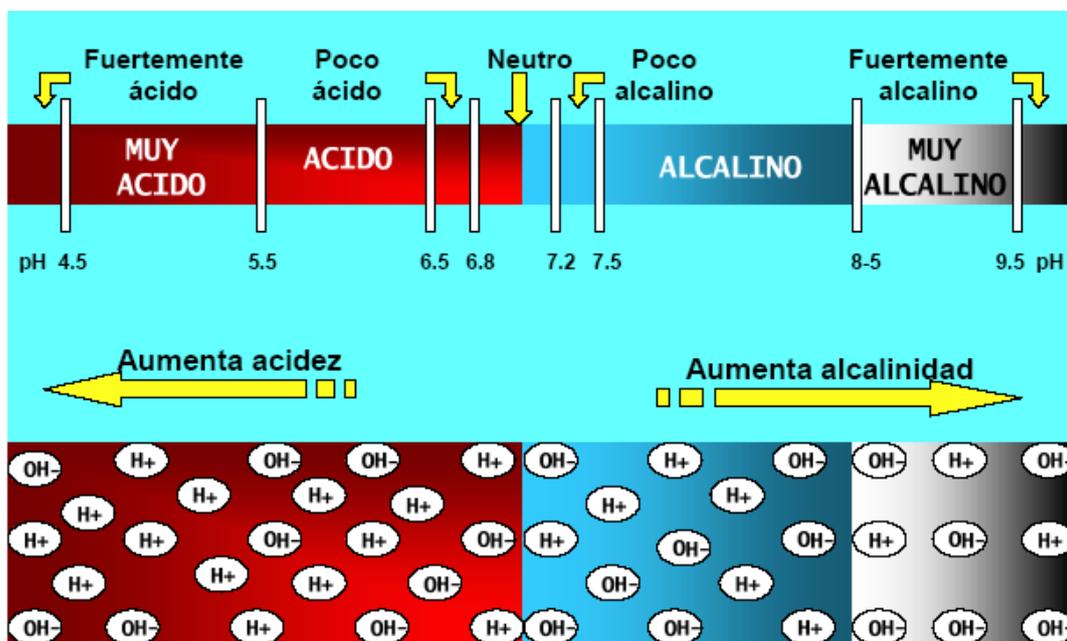


Figura 2. Clasificación de los suelos de acuerdo a su pH

7.9.2 CONDUCTIVIDAD

La determinación de la conductividad eléctrica se utiliza normalmente para indicar la concentración total de componentes ionizados en las soluciones.

Las sales solubles en el suelo determinan la presencia en solución de una serie de combinaciones de los cationes: calcio, magnesio, sodio, potasio y de los aniones: carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, etc. El valor de la conductividad está relacionado con la suma de los cationes (o aniones) y en general tienen correlación con los sólidos totales disueltos. El origen de estas sales solubles es la meteorización de los minerales primarios, pero la presencia de sales en grandes cantidades es debida

procesos concretos como: drenaje oblicuo, intrusión salina, condiciones topográficas, etc.

El agua que contiene sales disueltas del tipo que normalmente se encuentran en el suelo, conduce la corriente eléctrica, aproximadamente en proporción a la cantidad disuelta. Por lo tanto, la medida de la conductividad nos dará la concentración total de los constituyentes ionizados. La determinación de la conductividad eléctrica de una solución, se realiza midiendo la resistencia eléctrica entre dos electrodos paralelos sumergidos en la solución. Debido a que la conductividad de soluciones acuosas aumenta con la temperatura, se deberá referir siempre a 25°C (Juárez et al, 2009).

7.9.3 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

Las moléculas de agua son eléctricamente neutras, pero la carga eléctrica del interior de la molécula tiene una distribución asimétrica. Como resultado de ello, las moléculas de agua son fuertemente polares y se atraen entre sí mediante puentes de hidrógeno. Las partículas del suelo también están cargadas y tienen sitios con cargas positivas y negativas. La fuerte atracción que ejerce el suelo en las moléculas de agua (adhesión), hace que cuando entra agua líquida en contacto con partículas de suelo seco, el agua se distribuya sobre ellas en forma de película. La adsorción del agua en la superficie de las partículas de suelo produce: a) una reducción en el movimiento de las moléculas de agua, b) una reducción en el contenido de energía del agua y c) liberación de calor asociado con la transformación del agua a un nivel de energía más bajo. Es posible observar la liberación de calor, llamado *calor de humedecimiento*, añadiendo agua a un suelo arcilloso secado al horno y observando el aumento de temperatura.

Debido a la acción de esas poderosas fuerzas adhesivas, en las partículas de suelo se adsorben con fuerza varias capas de moléculas de agua, la cual es llamada *agua de adhesión*. El agua de adhesión se mueve nada o muy poco y en capas más internas las moléculas de agua se encuentran en un estado cristalino con estructura similar a la del hielo. El agua de adhesión no está disponible para las plantas y siempre está presente en un suelo normal (y aun en el polvo que hay en el aire), pero puede eliminarse secando al suelo en un horno. Fuera del campo de cohesión (enlaces de H entre moléculas de agua). Esa película externa de agua es llamada *agua de cohesión*. En comparación con aquellas del agua de adhesión, las moléculas del agua de cohesión están en movimiento, tienen un nivel de energía más elevado y se mueven con mucha más facilidad. En los suelos, la película de agua (comprendiendo las aguas de adhesión y de cohesión) puede alcanzar un espesor de hasta 15 a 20 moléculas. Aproximadamente los dos tercios exteriores de la película pueden considerarse disponibles para la planta y constituyen la fuente principal de agua para su desarrollo (Juárez et al, 2009).

7.9.4 TEXTURA

La textura de un suelo expresa las proporciones, en peso, de las partículas inorgánicas contenidas en las distintas clases de tamaño inferiores a 2 mm. Al ser las partículas de forma irregular debemos adoptar un criterio de definición del "tamaño", el siguiente:

diámetro de la esfera cuya densidad y velocidad de sedimentación en un fluido dado, es igual al de la partícula.

Para una clasificación de los suelos según la textura se agrupan los tamaños en fracciones. En todas las clasificaciones se establece una división en tres grupos: arena, limo y arcilla y subdivisiones dentro de esos grupos. Las diferencias entre las clasificaciones aparecen al fijar los límites de separación de los grupos y subgrupos (Juárez et al, 2009).

Cuadro No. 1 Tamaño de las partículas y características de las fracciones de arena, limo y arcilla en la clasificación USDA.

Fracción	Diámetro (mm)	Características de la Fracción
Arena	< 2.0-0.04	Áspera al tacto, Ni plástica ni pegajosa al humedecerse.
Limo	<0.05-0.002	Suave y sedoso al tacto como el polvo de talco mojado. Ni plástica ni pegajosa al humedecerse.
Arcilla	<0.002	Suave al tacto. Plástica y pegajosa cuando se humedece. Propiedades coloidales.

7.10 CICLOS BIOGEOQUIMICOS

Los ciclos biogeoquímicos son procesos naturales que reciclan elementos en diferentes formas químicas desde el medio ambiente hacia los organismos vivos, y luego a la inversa. Los seres vivos necesitamos alrededor de 40 elementos químicos para nuestro desarrollo; entre ellos, los fundamentales son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo. La existencia de éstos en la naturaleza es limitada; por ello, deben reciclarse de manera constante. Así surgen estos llamados ciclos biogeoquímicos, que permiten la disponibilidad de estos elementos una y otra vez, transformándose y recirculando a través de la atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera, es decir la ecósfera. Los ciclos biogeoquímicos pueden ser de dos tipos:

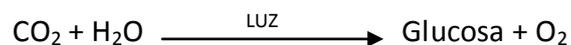
- De nutrientes gaseosos: Cuya fuente de aporte es la atmósfera: carbono, oxígeno y nitrógeno.
- De nutrientes sólidos: Proporcionados por la corteza terrestre; por ejemplo: fósforo y azufre

El agua desempeña un papel fundamental en los ciclos biogeoquímicos, ya que los nutrientes atmosféricos llegan a la superficie terrestre con la lluvia; los nutrientes sólidos provienen de minerales de rocas desgastadas y disueltas por el agua, además, las plantas absorben los nutrientes minerales disueltos en este líquido.

7.10.1 FOTOSINTESIS

La fotosíntesis es un proceso físico-químico por el cual plantas, algas, bacterias fotosintéticas y algunos protistas como diatomeas utilizan la energía de la luz solar para sintetizar compuestos orgánicos. Se trata de un proceso fundamental para la vida sobre la tierra y tiene un profundo impacto sobre la atmósfera y el clima terrestres: cada año los organismos con capacidad fotosintética convierten en carbohidratos más del 10% del dióxido de carbono atmosférico.

La reacción del proceso de forma simplificada sería:



Comprende 2 fases:

- La fase luminosa es la fase de captación de energía. Los pigmentos fotosintéticos absorben la energía de la luz y la transforman en energía química en forma de ATP y NADPH. En la membrana de los tilacoides se encuentran los pigmentos fotosintéticos, los transportadores de electrones y los enzimas que intervienen en la fase luminosa.
- En la fase oscura se emplea la energía química obtenida en la fase luminosa para sintetizar materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos. En el estroma se hallan los enzimas que intervienen en la fase oscura.

7.10.2 CICLO DEL CARBONO

El carbono (C), es uno de los principales componentes de los seres vivos, componente básico fundamental para la vida, esta presente en la atmosfera, en la vida vegetal y animal, en la materia orgánica no viva, en los combustibles fósiles, en las rocas y también, esta disuelto en los océanos, aproximadamente 50% del peso seco de la materia orgánica es C. en el medio su ciclo esta estrechamente ligada al flujo de energía, debido a que las principales reservas de energía de los organismos, son compuestos de carbono reducido, que han derivado de la fijación de bióxido de carbono atmosférico ya sea por medio de la fotosíntesis, o con mucha menor frecuencia y, de la quimiosíntesis.

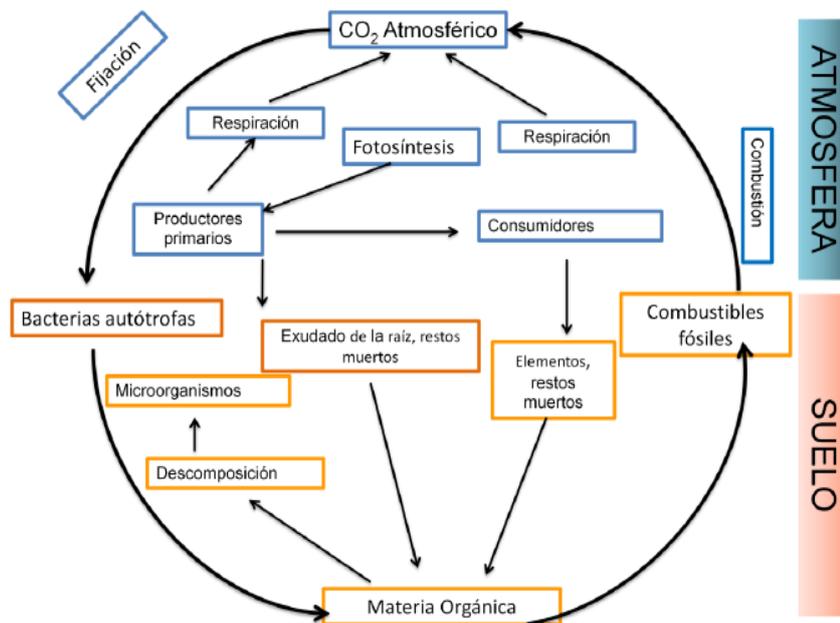


Figura 3. Ciclo del carbono

El carbono, elemento esencial para el crecimiento de las plantas, se obtiene de la atmósfera por medio de la fotosíntesis. Sin embargo, cuando las plantas mueren, sus tejidos ricos en C vuelven al suelo y son descompuestos por los organismos vivos (Campbell, 2005).

7.10.3 CICLO DEL NITROGENO

La conversión y circulación del nitrógeno (N) en la biosfera es el segundo proceso más importante después de las transformaciones del Carbono. Los dos ciclos están relacionados por la presencia de N en las moléculas orgánicas, en particular de las proteínas. Por lo tanto, el nitrógeno es un componente indispensable, aunque no es el más importante, de todas las células: constituye del 1 al 10% del peso en plantas y hasta el 20 o 30% en animales.

El tercer proceso fundamental en la naturaleza que es llevado a cabo por las células vivas a parte, de la fotosíntesis y la respiración es la fijación del N. A su vez, este gran proceso forma parte del ciclo de reacciones, conocido como ciclo del Nitrógeno (Figura 4).

Actualmente, se sabe que el N es un constituyente esencial de las proteínas y de todos los seres vivos, tanto animales como plantas. Es probable que el N sea el elemento que limita, en mayor medida el crecimiento de las plantas. A este elemento se le considera como un macro nutriente ya que sin el, puede limitar la actividad biológica en los

ecosistemas agrícolas y naturales dependiendo en si de las condiciones ambientales en las que se encuentran (Conn et al, 1996).

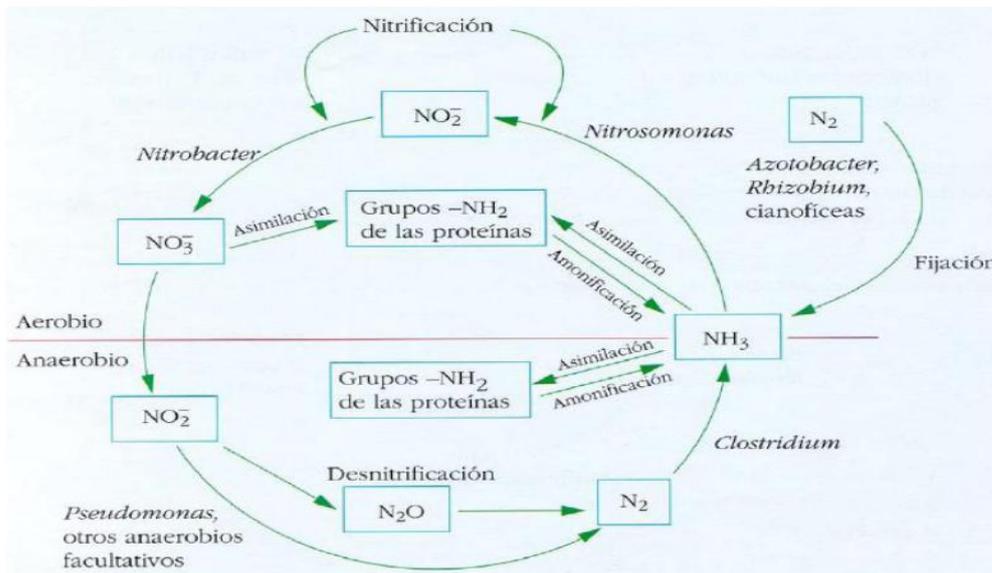


Figura 4. Ciclo del nitrógeno en medio aerobio y anaerobio

CAPITULO VIII PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Se llevara acabo en el invernadero y el laboratorio de biotecnología del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

El diseño experimental de bloques al azar con 7 tratamientos con 3 repeticiones por bloque teniendo un total de 3 bloques. Los tratamientos serán un control y un control químico, con diferentes concentraciones de rastrojo.

Los tratamientos serán en recipientes de plásticos (pvc), la unidad experimental estará formada por 20 kg de suelo con 2 plantas de maíz en cada uno, que contienen el suelo con unas dimensiones de 30 cm de diámetro y 40 cm de profundidad.

En el estudio tendremos por cada bloque 21 unidades experimentales asiendo un total entre los 3 bloques de 63 unidades experimentales que corresponden a 126 plantas de maíz.

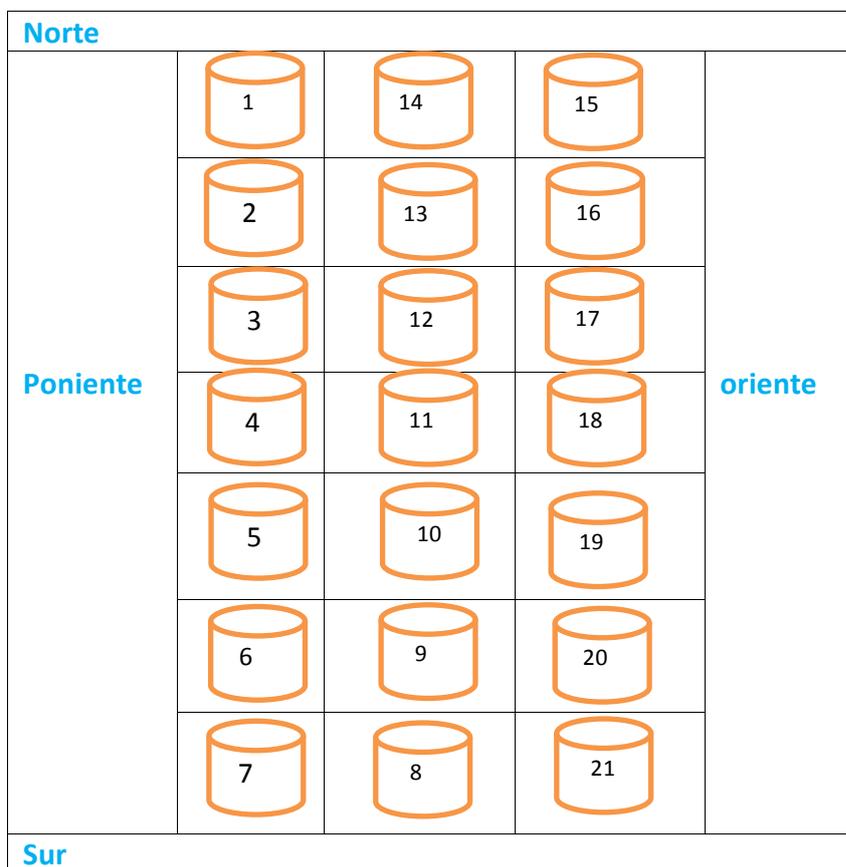
A las plantas se le aplicara un riego cada tercer día a una proporción del 60% CRA (capacidad de retención de agua).

Para cada tratamiento experimental se uso diferente concentración de rastrojo, teniendo 7 tratamientos diferentes que se identificaba por el color de una banderilla, como se ve en la tabla siguiente:

Cuadro 2. Peso de rastrojo a usar y color de banderilla para identificación del tratamiento

No. Tratamiento	Peso de rastrojo	Color de banderilla
1	Sin rastrojo (Cs-s)	Negra
2	25 gramos (Cs-c-v)	Naranja
3	50 gramos (Cs-c-ci)	Verde
4	100 gramos (Cs-c-ce)	Morada
5	150 gramos (Cs-c-cc)	Rosa
6	200 gramos (Cs-c-d)	Blanca
7	Químico (Cs-q)	Celeste

La colocación de los bloques fue como se muestra en la siguiente figura, teniendo los 7 tratamientos con 3 repeticiones cada uno:



La orientación de los recipientes (30 cm de diámetro x 40 cm de profundidad, con 20 kg d suelo cada uno) será de norte a sur.

Los 7 tratamientos se rifan al azar para cada una de las filas, los cuales se repetirán en los dos bloques siguientes.

Figura 5. Colocación de los bloques



Figura 6. Unidades experimentales

8.1 MATERIAL Y EQUIPO

MATERIAL	REACTIVOS	EQUIPO
Agitador	Hexametáfosfato de sodio	Potenciómetro
Matraces	Agua destilada	
Embudo		
Soporte universal		
Pinza para bureta		
Batidora		
Termómetro		
Densímetro Bouyoucos		
Probeta de 1 litro		
Vernier		
Cinta métrica		

8.2 PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

8.2.1 CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (CRA), POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Pesar 10 gramos de suelo, colocarlo en un embudo con papel filtro whatman previamente pesado, agregar 100 ml de agua y tapar el embudo con papel aluminio para evitar la evaporación y pesar a las 24 horas. Dejar reposar durante tres días para saber la pérdida total de agua. El % de agua se debe encontrar entre el 40 y 60%.

Aplicar las siguientes formulas:

APF= Peso del papel húmedo – peso del papel seco / peso del papel seco

CRA= $((P_m - P_{ss} - P_{pf} - A_{pf}) / P_{ss}) * 100$

Donde:

P_m: peso de la muestra húmeda después de 24 horas.

P_{ss}: peso del suelo seco.

P_{pf}: peso del papel filtro seco.

A_{pf}: gramos de agua absorbida por gramo de papel filtro.



Figura 7. Método de capacidad de retención de agua (CRA)

8.2.2 TEXTURA POR EL METODO DE DENSIMETRO DE BOUYOUCOS

Pesar 50 gramos de suelo y agregar un poco de agua en el vaso de una bitácora, agregar 10 ml del dispersante hexametáfosfato de sodio (concentración 50 gr/L). Agitar por 10 minutos. Colocarlo en una probeta de 1 l y aforarlo con H₂O destilada. Agitar 1 minuto para homogenizar (aprox. 10 veces). Tomar la primera lectura después de los 40 segundos con el densímetro Bouyoucos y la temperatura con el termómetro. Dejar reposar 2 horas y tomar la segunda lectura y la temperatura.

Aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ limos} + \% \text{ arcilla} = \frac{(1^{\text{a}} \text{lectura} + (T1 - 20)0.36)}{\text{Pesodensue lo}} \times 100$$

$$\% \text{ arcilla} = \frac{(1^{\text{a}} \text{lectura} + (T2 - 20)0.36)}{\text{Pesodensue lo}} \times 100$$

$$\% \text{ arena} = 100 - (\% \text{ limos} + \% \text{ arcilla})$$

Para determinación de la proporción de las partículas del suelo (arena, limo y arcilla), se uso el método de Bouyoucos, determinada en base a la técnica del triangulo de textura de suelo modificado (Figura 6).

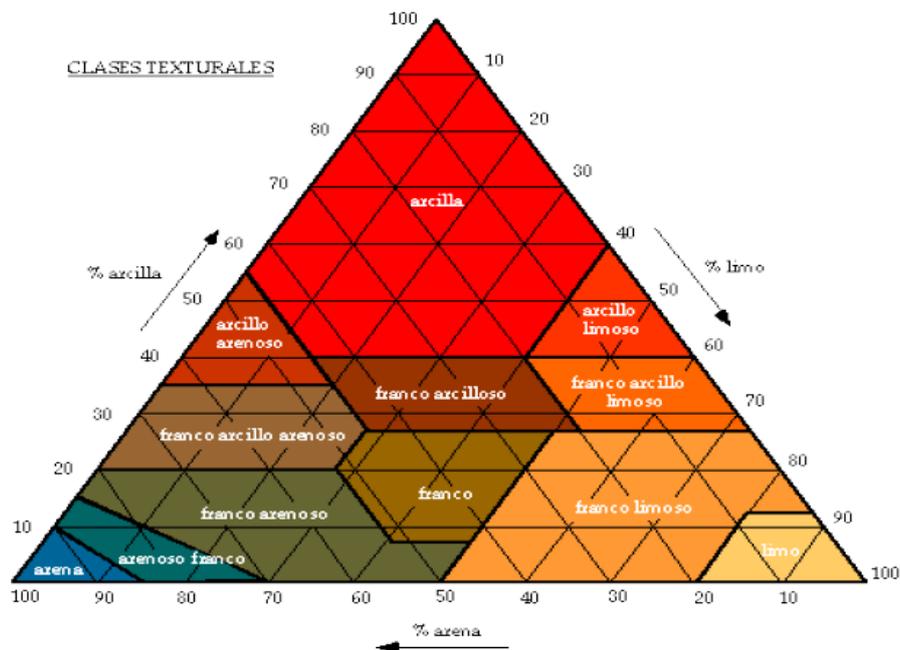


Figura 8. Triangulo de textura

8.2.3 PH POR EL MÉTODO DEL POTENCIOMETRO

Pesar 10 gramos de suelo tamizado dentro de un frasco, agregar 25 ml de agua destilada (relación 1:2.5) y revolverlo durante 1 minuto. Tomar la lectura de pH y temperatura directamente con un potenciómetro.

8.3 TRATAMIENTO QUÍMICO CON UREA Y DAP

La aplicación del tratamiento químico se hace a los 21 dde y la segunda aplicación se realiza a los 45 dde, en la segunda aplicación solo se adiciona urea.

- UREA

Se aplica 75 kg/Ha, y en cada hectárea se tienen aproximadamente 60 000 plantas, por lo que a cada planta le corresponde 1.25 gr de urea.

En el trabajo de investigación tenemos que en cada unidad experimental hay dos plantas, por lo tanto a cada unidad experimental que se le adicionara fertilizante químico, se le adicionara 2.5 gramos de urea. Se le esta adicionando 1.15% de nitrógeno.

- DAP

Se aplica 90 kg/Ha, en cada hectárea se tienen aproximadamente 60 000 plantas, por lo tanto que se adiciona 0.255 gramos de DAP para cada planta.

En el trabajo de investigación tenemos que en cada unidad experimental hay dos plantas, por lo tanto a cada unidad experimental que se le adicionara fertilizante químico, se le adicionara 0.51 gramos de urea.

8.4 USO DE INSECTICIDA

Se usaron 3 insecticidas diferentes, uno para cada bloque de los tratamientos, para el bloque 1 se uso semebin, para el bloque 2 se uso neem y para el bloque 3 se uso mataraton. El modo de adicionar el insecticida fue por medio de roseadores, colocando alrededor de toda la planta, realizando 6 aplicaciones de estos insecticidas, empezando a los 21 dde y terminando a los 56 dde.

Preparación de los insecticidas:

- El semebin que fue el insecticida químico, se prepara colocando 0.5 ml de semebin en 2 litros de agua.
- En caso del neem y mataraton, se prepara licuando 100 gramos de hoja para obtener 1 litro de mezclas, se deja reposar por 72 horas, pasando el tiempo de reposo se filtra con ayuda de una pañalina y finalmente diluir en una proporción 1:3 del filtrado con agua.

CAPITULO IX RESULTADOS

9.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL SUELO

A continuación se muestran en la cuadro 3 los resultados obtenidos del análisis físico-químico del suelo.

Cuadro 3. Resultado de pruebas físico-químicas del suelo

PRUEBA FISICO-QUIMICA	RESULTADO
CRA	56,11%
	54,87%
TEXTURA	LIMOS 18,64%
	ARCILLA 35,32%
	ARENA 46,04%
PH	7.78

En el cuadro 3 observamos los resultados obtenidos de capacidad de retención de agua (CRA), 56.11% y 54.87% obtenidos a las 24 horas y 72 horas, respectivamente. Los resultados de textura fueron los % de limos, arcilla y arena que arrojaron los resultados y que se observa en la tabla 3.

Según la NOM-021-SEMARNAT-2000 como se puede observar en el cuadro 4, el suelo muestreado en el tecnologico de tuxtla gutierrez, se clasifica como medianamente alcalino, por que el valor de 7.78 se encuentra dentro del rango de 7.4 a 8.5.

Cuadro 4. clasificacion de los suelos sobre la base de su valor de pH segun la NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificacion de suelo.

Clasificación	pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	> 8.5

9.2 RESULTADOS DE LA COMPOSICION DEL SUELO Y DEL RASTROJO DE FRIJO

A continuación se muestran en la cuadro 5 los resultados obtenidos del análisis, que se mandaron hacer a ecosur por el responsable del laboratorio de suelos y plantas Miguel A. R. Angur.

Cuadro 5. Resultados de la composición del suelo y rastrojo de frijol.

clave	Fosforo total (mg/kg)	Fosforo total (%)	Fosforo disponible (mg/kg)	Potasio (%)	Potasio (mol/kg)	Carbono org. (%)	Materia org. (%)	N total (%)
Suelo	N.A	N.A	12.3	0.02	0.49	N.A	6.76	0.30
Rastrojo de frijol	733.72	0.073	N.A	1.14	36.7	44.98	N.A	0.74

Los resultados de la composición del suelo y rastrojo de frijol se observar en el cuadro 5, nos podemos dar cuenta lo que indica el cuadro 6 el tipo de suelo a su contenido en materia orgánica según el INIA y lo clasifica como un suelo extremadamente rico en materia orgánica y el cuadro 7 según la NOM-021-SEMARNAT-2000 podemos observar que el suelo lo clasifica según el contenido de nitrógeno total, como un suelo muy alto en nitrógeno total.

Cuadro 6. Tipos de suelo de acuerdo a su contenido en materia orgánica, según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

Clasificación	% de materia orgánica
Extremadamente pobre	0.0 a 0.25
Muy pobre	0.26 a 0.50
Pobre	0.51 a 1
Mediano	1.01 a 2
Rico	2.01 a 3
Muy rico	3.01 a 4
Extremadamente rico	4.01 a 5

Cuadro 7. Clasificación de nitrógeno total, según la NOM-021-SEMARNAT-2000

Clasificación Nitrógeno total NOM-021-SEMARNAT-2000	Nitrógeno Total (%)
Clase	
Muy bajo	< 0.05
Bajo	0.05 – 0.10
Medio	0.10 – 0.15
Alto	0.15 – 0.25
Muy alto	> 0.25

9.3 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

9.3.1 LONGITUD DE LA PLANTA

A continuación se muestran en la Fig.9 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Tukey (HSD), para la variable longitud de planta.

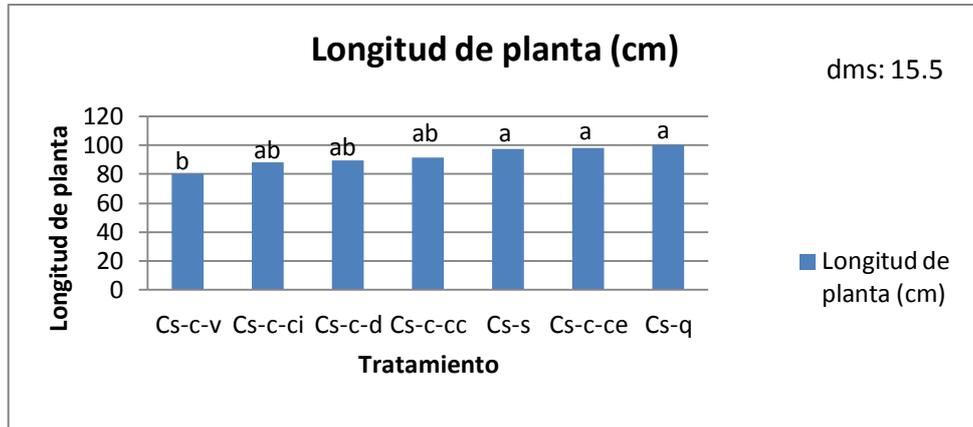


Fig. 9. Análisis estadístico de la variable longitud de la planta según programa statgrafic, con la prueba de Tukey al 95% P. letras iguales no hay diferencia significativa, letras diferentes hay diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable longitud de la planta, nos indica que los tratamientos Cs-s, Cs-c-ce y Cs-q, existe diferencia significativa con respecto al tratamiento Cs-c-v.

El tratamiento Cs-q, teniendo un (19.58%) mayor longitud de planta que el tratamiento Cs-c-v.

9.3.2 DIAMETRO DEL TALLO

A continuación se muestran en la Fig.10 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Tukey (HSD), para la variable diámetro de tallo.

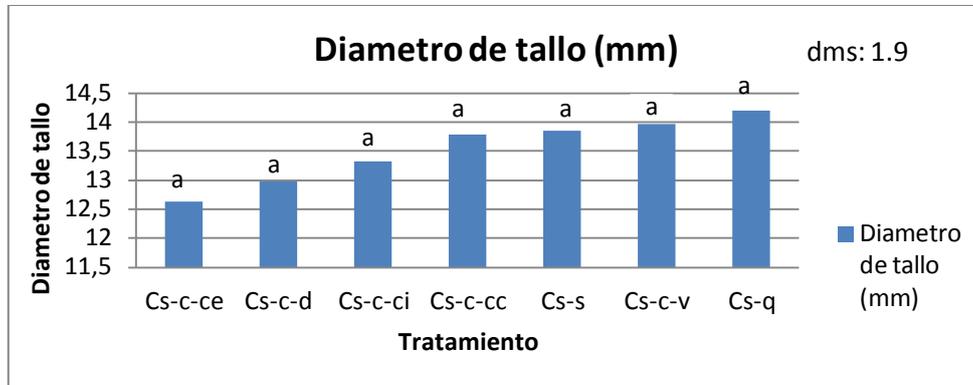


Figura. 10. Análisis estadístico de la variable diámetro del tallo según programa statgrafic, con la prueba de Tukey al 95% P. letras iguales no hay diferencia significativa, letras diferentes hay diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable diámetro del tallo, nos muestra que los tratamiento de agricultura convencional en los diferentes tratamientos no hay diferencia significativa por lo que estadísticamente todos presentan el mismo diámetro de tallo (figura 10).

9.3.3 ALTURA DE LA MAZORCA

A continuación se muestran en la Fig.11 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Tukey (HSD), para la variable altura de mazorca.

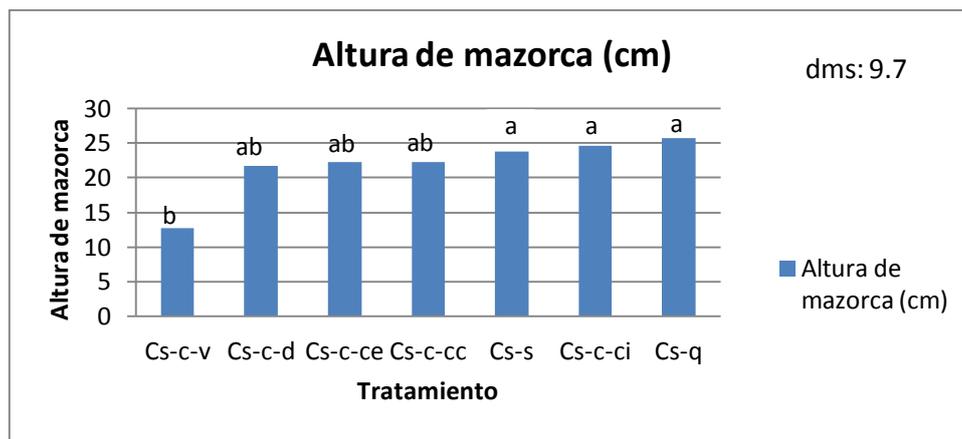


Figura. 11. Análisis estadístico de la variable altura de la mazorca según programa statgrafic, con la prueba de Tukey al 95% P. letras iguales no hay diferencia significativa, letras diferentes hay diferencia significativa

El análisis estadístico para la variable altura de la mazorca, nos muestra que existe diferencia significativa entre el tratamiento Cs-c-v con respecto a los tratamientos Cs-s, Cs-c-ci y Cs-q.

El tratamiento Cs-q tiene un (50.43%) de mayor altura con respecto al tratamiento Cs-c-v. (Figura 11).

9.3.4 NUMERO DE MAZORCA

A continuación se muestran en la Fig.12 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Tukey (HSD), para la variable número de mazorca.

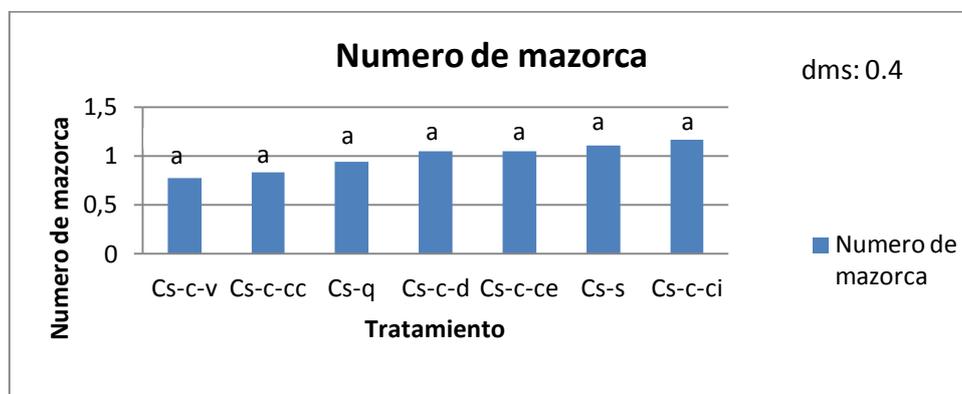


Figura. 12. Análisis estadístico de la variable numero de mazorca según programa statgrafic, con la prueba de Tukey al 95% P. letras iguales no hay diferencia significativa, letras diferentes hay diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable numero de mazorca, nos muestra que los tratamiento de agricultura convencional no hubo diferencia significativa, por lo que todos los tratamientos estadísticamente tienen en mismo numero de mazorcas (figura 12).

9.3.5 NUMERO DE HOJAS

A continuación se muestran en la Fig.13 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Tukey (HSD), para la variable número de hojas.

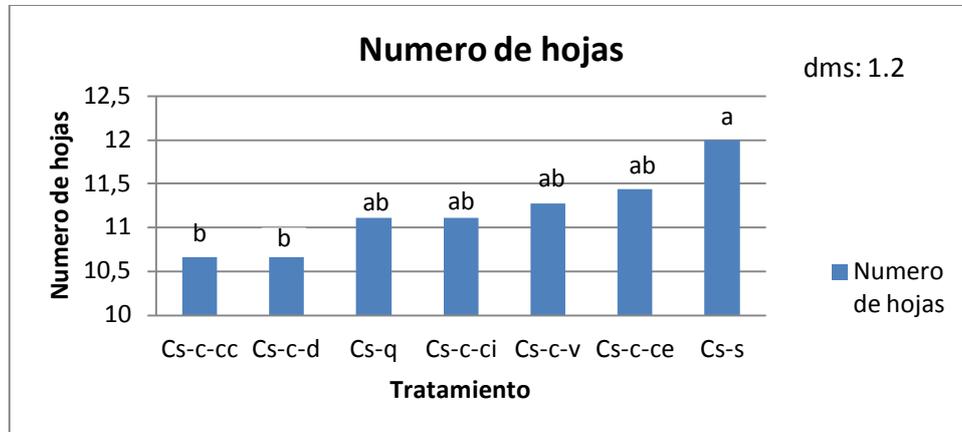


Figura 13. Análisis estadístico de la variable numero de hojas según programa statgrafic, con la prueba de Tukey al 95% P. letras iguales no hay diferencia significativa, letras diferentes hay diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable número de hojas, nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos Cs-s con respecto a Cs-c-cc y Cs-c-d.

Podemos observar que los tratamientos Cs-c-cc y Cs-c-d tienen el mismo número de hojas, teniendo (11.08%) menor del número de hojas con respecto al tratamiento Cs-s.

9.3.6 PORCENTAJE DE DAÑO

A continuación se muestran en la Fig.14 los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Tukey (HSD), para la variable % de daño.

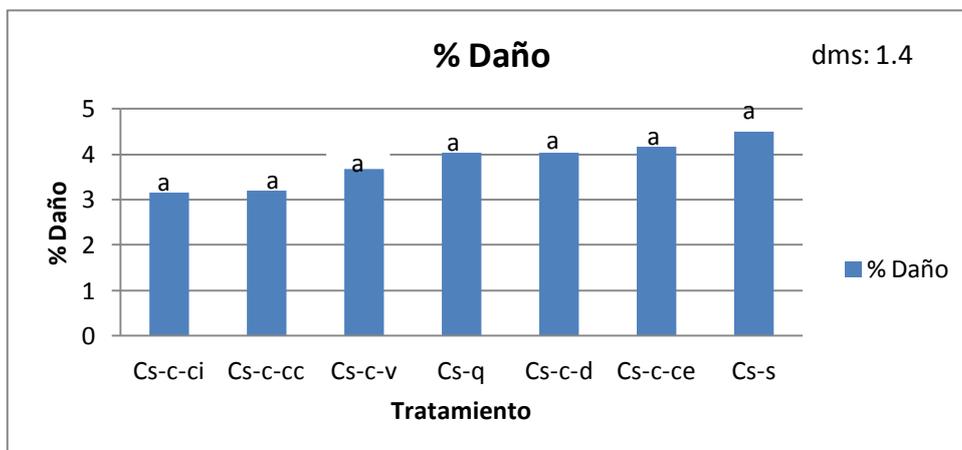


Figura 14. Análisis estadístico de la variable % de daño según programa statgrafic, con la prueba de Tukey al 95% P. letras iguales no hay diferencia significativa, letras diferentes hay diferencia significativa.

El análisis estadístico para la variable % de daño, nos muestra que los tratamiento de agricultura convencional no hubo diferencia significativa, por lo que todos los tratamientos estadísticamente tienen en mismo % de daño (figura 14).

CAPITULO X. DISCUSION

10.1 CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (CRA)

La CRA, es un modelo de base fisica utilizado como uno de los factores estimadores de las disponibilidades de agua para las plantas, y por ende, de la calidad de estacion. El agua del suelo es un factor ecologico de gran importancia por lo que resulta fundamental determinar los volumenes que el suelo puede contener, asi como que proporcion de esta agua se encuentra disponible para las plantas.

El valor obtenido de CRA fue obtenido despues de realizarlo por triplicado, la primer lectura de 56.11% fue obtenida despues de las 24 horas y la segunda lectura 54.87% fue obtenida despues de las 72 horas, para poder determinar la cantidad de agua que retiene en ese lapso, por lo que se decidio que se regaria 3 veces a la semana con 1 litro de agua cada dia de riego, influyendo que las condiciones no son las mismas en el laboratorio donde se realizo la prueba de CRA, a las condiciones en el invernadero que es un ambiente libre

10.2 TEXTURA

La textura de un suelo se determina en base a las proporciones de cada elemento en el suelo, representada por el porcentaje de arena, limo y arcilla. Se considera que un suelo presenta buena textura cuando, la proporción de los elementos que lo constituyen, le brindan a la planta la posibilidad de ser un soporte que permita un buen desarrollo radicular y brinde un adecuado nivel de nutrientes.

La textura del suelo se observa los resultados en porcentajes en la tabla 3, luego de obtener los resultados de limos, arcilla y arena se aplica el triangulo de textura lo que tenemos un suelo franco arcillo arenosa.

10.3 PH

El pH del suelo es importante por que las plantas solo pueden absorber a los minerales disueltos, según acevedo (2001), define la acidez del suelo como la capacidad que se tiene para producir protones del sistema suelo, pasando de un estado dado a un estado de referencia, de tal forma que la variacion del pH modifica el grado de

solubilidad de los minerales y se considera que el rango óptimo de pH en el que crecen las plantas cultivadas oscilan entre 6 y 7.

Según la NOM-021-SEMARNAT-2000 como se puede observar en el cuadro 4, el suelo muestreado en el tecnológico de tuxtla gutierrez, se clasifica como mediamente alcalino, por que el valor de 7.78 se encuentra dentro del rango de 7.4 a 8.5.

10.4 MATERIA ORGANICA

La materia orgánica del suelo es un componente muy importante de los diferentes sistemas, sirve como fuente de energía, es el principal determinante de la diversidad de los microorganismo y la actividad de la fauna del suelo (Robert, 1996). La materia orgánica del suelo tiene una composición muy compleja y heterogénea y por lo general esta mezclada o asociada con los constituyentes minerales del suelo. La determinación de materia orgánica del suelo se evalúa a través del contenido de carbono orgánico.

En los resultados obtenidos tenemos como materia orgánica en el suelo de 6.76%, mientras que en el rastrojo de frijol no se obtuvo resultado de materia orgánica, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) el suelo se clasifica como extremadamente rico en materia orgánica cuadro 6.

10.5 NITROGENO

De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene que el suelo tiene 0.30% de nitrógeno, la clasificación que da la NOM-021-SEMARNAT-2000, indica que es un suelo con muy alto porcentaje de nitrógeno y además que se le adicione rastrojo de frijol con un porcentaje de nitrógeno de 0.74%, se determina que los tratamientos con rastrojo de frijol tienen un buen contenido de nitrógeno, sin embargo para el cultivo de maíz hubo una deficiencia de nitrógeno por los síntomas que se presentaron fueron que las hojas fueron disminuyendo de color verde hasta que hubo aparición de hojas de color amarilla.

10.6 Longitud de planta

El análisis estadístico para la variable longitud de la planta, nos indica que los tratamientos Cs-s, Cs-c-ce y Cs-q, existe diferencia significativa con respecto al tratamiento Cs-c-v.

Barreto, 1989, indica que la inmovilización de nitrógeno bajo labranza cero es mayor, motivado por la acumulación de la materia orgánica en el perfil del suelo y Zea *et al*, 1997, indica que conforme se aumenta el nivel de rastrojo disminuye el rendimiento

de maíz, puede que a esto se deba que el aumento de rastrojo hace que la longitud de planta disminuya y un peso adecuado de rastrojo favorece al crecimiento de la planta.

10.7 Altura de mazorca

El análisis estadístico para la variable altura de la mazorca, nos muestra que existe diferencia significativa entre el tratamiento Cs-c-v con respecto a los tratamientos Cs-s, Cs-c-ci y Cs-q.

Zea *et al*, 1997, indica que conforme se aumenta el nivel de rastrojo disminuye el rendimiento de maíz, a lo que podemos decir la razón por que los tratamientos con mayor cantidad de rastrojo tiene una disminución de la altura de mazorca.

CAPITULO XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En nuestro estudio encontramos, que el uso de muy poca concentración o un aumento de rastrojo no es favorable en el crecimiento de la planta de maíz, podemos decir que el de mejor resultado son los tratamiento Cs-c-ci y Cs-c-ce, fueron los tratamientos con rastrojo que mejor resultado dieron, aunque el tratamiento Cs-s también dio un buen resultado en los parámetro que su hubo diferencia significativa como longitud de planta y altura de mazorca y esto se puede deber a que el rastrojo de frijol no ha sido degradado totalmente y conforme avance el tiempo este se ira degradando y así aportar mayor nutrientes a la planta de maíz para tener mejores resultados.

Una buena agricultura de conservación tendrá como beneficios una agricultura sostenible y más rentable y la reducción de costos de producción y mano de obra y una mejora en el suelo.

Se recomienda hacer este estudio por más tiempo, para poder observar que el rastrojo de frijol se pueda ir degradando y dar mejores resultados.

BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO S.A 2001. Suelos ácidos. En XIX Congreso Internacional de Edafología, Cuernavaca Morelos, México.

BARRETO, J. 1989. Cambios en propiedades químicas, patrones de fertilización y enclamiento en suelos bajo labranza cero. Documento de trabajo CIMMYT-PROCIANDINO. El Batán, México. pp. 43-70.

CAMPBELL R. 2005. Ecología microbiana, México. Editorial Limusa, pp. 268.

CONN E. E., PAUL K. S., GEORGE B., ROY D. 1996. Universidad de California, Davis, Bioquímica Fundamental. Editorial Limusa, cuarta edición, pp. 736.

CROVETTO C. 1994. Rastrojo sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Editorial universitaria, pp. 301.

FURUOKA M., 1978. The one Straw revolution. Rodale press. New York, pp. 181.

GOVAERTS IR. BRAM, 2012. Importancia de los residuos. CIMMYT-Zimbabue.

JUÁREZ JUÁREZ MINERVA, FRANCO HERNÁNDEZ MARINA, JAENS CONTRERAS TERESA, ASCENCIO RASGADO VELIA PALMIRA, ENERO 2009. Manual de química ambiental. Instituto politécnico nacional.

REICOSKY D.C AND LINDSTROM M.J, 1993. Effect of fall tillage method on short term carbon dioxide flux from soil. Agro., pp. 855-860.

SIMMONS, F.W, 2002. Illinois agronomy handbook. Ed. USA, pp. 318.

TEMPLE, S.R, SOMASCO, O.A, KIRK M. FRIEDMAN D. 1994. Conventional low-input and organic farming system compared. California agriculture, pp. 15-20.

Zea José Luis, Osorio M., Bolaños Jorge, 1997. Uso de rastrojo de maíz como cobertura superficial y sus implicaciones en la economía del nitrógeno en el cultivo de maíz. Agronomía mesoamericana, pp.86

<http://canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/maiz2.htm>

**CAPITULO XII
ANEXOS**

10.1 CALCULO DE CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (CRA)

MUESTRA	PESO PAPEL FILTRO SECO (gr)	PESO SUELO (gr)	PESO PAPEL HUMEDO + SUELO (gr)	GRAMOS DE AGUA ABSORBIDA POR PAPEL FILTRO	PAPEL FILTRO HUMEDO (BLANCO) (gr)	CRA	% CRA
24 HORAS							
A1	1,4039	10	20,5	4,1001	7,16	0,4996022	49,96
A2	1,3675	10	21,6	4,0823	6,95	0,6150233	61,50
A3	1,3698	10	21	3,9423	6,77	0,5687873	56,88
72 HORAS							
A1	1,4039	10	18,6	2,5686	5,01	0,462747	46,27
A2	1,3675	10	19,9	2,466179159	4,74	0,6066321	60,66
A3	1,3698	10	19,7	2,562563878	4,88	0,5767636	57,68
							56,11
							54,87

10.2 TEXTURA

$$\% \text{ lim os} + \% \text{ arcilla} = \frac{(25 + (25.5 - 20)0.36)}{50} \times 100 = 53.96 \%$$

$$\% \text{ arcilla} = \frac{(15.5 + (25.5 - 20)0.36)}{50} \times 100 = 35.32 \%$$

$$\% \text{ arena} = 100 - 53.96 \% = 46.04 \%$$

10.3 PH

	pH	Temperatura (°C)
	7.81	25.8
	7.74	25.2
	7.78	25.8
PROMEDIO	7.78	25.6



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR
LABORATORIOS INSTITUCIONALES
Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas



FT-SP03

REPORTE DE SERVICIO
DATOS DEL CUENTE

Página 1/1

Nombre: Laura Muñuas Gómez
 Institución: ITTG
 Dirección: Carretera Panamericana Km. 1080, C.P. 29050, Apartado Postal: 599, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
 Proyecto: Efecto del rastrojo de maíz y del rastrojo de frijol en el crecimiento del maíz

FOLIO: R/11/13 FECHA: 20/03/2013

Fecha de recepción de muestras: N.A.
 Teléfono: Efecto del rastrojo de maíz y del rastrojo de frijol en el crecimiento del maíz
 Correo electrónico: laura_azul1990@hotmail.com
 Por este medio entrego los resultados de los análisis descritos a continuación de

No. de Lab.	Clave	Fósforo total mg/kg	Fósforo total %	Fósforo disponible mg/kg	Potasio %	Potasio Cmol/kg	Carbono org. %	Materia org. %	N total %
56 13	suelo	N.A.	N.A.	12,3	0,02	0,49	N.A.	6,76	0,30
57 13	rastrojo de maíz	503,83	0,050	N.A.	1,49	48,2	48,83	N.A.	0,45
58 13	rastrojo de frijol	733,72	0,073	N.A.	1,14	36,7	44,98	N.A.	0,74

■ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-RECNAT-2000, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS, ESTUDIO MUESTREO Y ANALISIS.

MANUAL DE METODOS PARA ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES, ANALISIS DE RUTINA EN LA EVALUACION DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS. LABORATORIO DE EDAFOLOGIA DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Interpretación de los resultados obtenidos según la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-RECNAT-2000, SOLO APLICA A MUESTRAS DE SUELOS

Fósforo: Bajo (menor de 5,5), Medio (5,5 – 11,0), Alto (mayor de 11,1).
 Materia Orgánica (Suelos volcánicos): Muy bajas (menor de 4,0), Bajo (4,1-6,0), Medio (6,1-10,9), Alto (11,0-16,0), Muy alto (mayor de 16,1).
 Materia Orgánica (Suelos no volcánicos): Muy bajas (menor de 0,5), Bajo (0,6–1,5), Medio (1,6–3,5), Alto (3,6–6,0), Muy alto (mayor de 6,0).
 Nitrógeno (Suelos volcánicos): Bajo (menor de 0,30), Medio (0,31 – 0,80), Alto (mayor de 0,81).
 Nitrógeno (Suelos no volcánicos): Muy bajas (menor de 0,05), Bajo (0,06–0,10), Medio (0,11–0,15), Alto (0,16–0,25), Muy alto (mayor de 0,26).
 Potasio (Cmol/kg): Muy bajas (menor de 0,2), Bajo (0,21-0,3), Medio (0,31-0,6), Alto (mayor de 0,61)

ATENTAMENTE

Miguel A. R. Lopez

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y PLANTA

Suelo, materia orgánica y nitrógeno Métodos acreditados

Acreditación No. SA-0075-002/09

Vigente a partir del 2009-07-17

Acreditación otorgada bajo la Norma Mexicana NOM-EC-17025-IMNC-

2006 (ISO/IEC 17025:2005). Requisitos generales para la

competencia de laboratorios de ensayo

SOLICITANTE

Laura Muñuas Gómez

NOMBRE Y FIRMA DEL SOLICITANTE

San Cristóbal - Tepichúla - Chetumal
 Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas, Chi.
 Tel. (91 967) 674 9000, Ext. 1801. Fax (967) 678 2322
 malopez@ecosur.mx

