

01  
T(28)  
C.3

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
GUATEMALA, CENTRO AMERICA.

"REHABILITACION DE LOS SUELOS  
AGRICOLAS DE GUATEMALA,  
MEDIANTE LA INCORPORACION  
DE MATERIA ORGANICA"

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R:

LUIS LEOPOLDO BARREDA AVENDAÑO

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA DE:

INGENIERO AGRONOMO

-ooOoo-

GUATEMALA, ENERO DE 1966.

P. de B. Guate., Feb. 1/66

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA  
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	ING. EDUARDO GOYZUETA
VOCAL PRIMERO:	ING. MARIO MARTINEZ
VOCAL SEGUNDO:	ING. HECTOR MURGA
VOCAL TERCERO:	ING. OTTO SLOWING
VOCAL CUARTO:	BR. BAUDILIO JORDAN
VOCAL QUINTO:	BR. CARLOS SALCEDO
SECRETARIO:	ING. LEOPOLDO SANDOVAL

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO:

DECANO:	ING. EDUARDO GOYZUETA
EXAMINADOR:	ING. MARIO MOLINA LLARDEN
EXAMINADOR:	ING. OTTO SLOWING
EXAMINADOR:	ING. OS WALDO PORRES
SECRETARIO:	ING. LEOPOLDO SANDOVAL

Guatemala 13 de noviembre, 1965.

Señor Decano de la Facultad de Agronomía  
Ciudad Universitaria,  
Guatemala.

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted, para poner en su conocimiento, que he procedido conforme a sus deseos, a revisar el trabajo de Tesis presentado por el Ingeniero Inieri, Luis Leopoldo Barreda Avendaño, intitulado: "REHABILITACION DE LOS SUELOS AGRICOLAS DE GUATEMALA, MEDIANTE LA INCORPORACION DE MATERIA ORGANICA", con el cual culminaría sus estudios en la Facultad de Agronomía.

Habiendo encontrado dicho trabajo satisfactoriamente aceptable, ya que en él se hacen aportes de índole socio-económicos de importancia para el Agricultor Guatemalteco, así como práctico educativo en lo que concierne a la enseñanza, me permito recomendar su publicación.

Sin otro particular, por el momento me es grato suscribirme con toda consideración y respeto, como su más atento y deferente servidor,

(f) Ing. Mario Molina Llardén

DEDICO ESTA TESIS:

Al pueblo de Guatemala, por su contribución y  
y fé inquebrantable en el adelanto agropecuario del -  
país, por un mejor porvenir en el futuro de nuestra  
querida patria.

-ooOoo-

DEDICO ESTE ACTO:

-----  
A la memoria de mis padres:

ALBERTO BARREDA R.  
LAURA AVENDAÑO DE BARREDA

A mi esposa:

MARIA TERESA ROSS DE BARREDA

A mis hijas:

PURA MARIA  
MARIA GUADALUPE

A mis padres polfíticos:

JAMES HALE ROSS C.  
PURA JAMES DE ROSS  
FRANCISCA v. DE JAMES

A mis hermanos polfíticos:

VERNE  
JIMMY  
FRED

DEDICO ESTE ACTO:

-----  
Al Decano de ésta Facultad:

ING. EDUARDO GOYZUETA

A mis Excatedráticos de la Facultad de Agronomía.

A los Ingenieros:

BERNARDO FUENTES ALVARADO

MARIO MOLINA LLARDEN

A mis compañeros y amigos.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA,  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Tengo el honor de presentar a vuestra consideración, en cumplimiento a lo estipulado por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar al título de INGENIERO AGRONOMO, el trabajo de Tesis:

"REHABILITACION DE LOS SUELOS AGRICOLAS  
DE GUATEMALA, MEDIANTE LA  
INCORPORACION DE MATERIA ORGANICA"

Creo que uno de los problemas más importantes y cuyas medidas para su resolución, deben considerarse como de urgente necesidad, es la protección y mejoramiento de los suelos agrícolas de nuestra Patria, que constantemente se han venido destruyendo, debido al mal manejo de los mismos y la falta de aplicación de prácticas tecnológicas adecuadas para su conservación y aumento de la fertilidad.

Aprovecho la oportunidad, para presentaros mi respetuoso saludo con las muestras de mi distinguida consideración.

## CONTENIDO:

	Página:
I INTRODUCCION	1
<b>PRIMERA PARTE</b>	
II REVISION DE LITERATURA	5
1. Falta de Materia Orgánica en los Suelos Agrícolas de Guatemala	5
2. Materia Orgánica como Elemento Esencial del Suelo	8
3. Relación Carbono-Nitrógeno	12
4. Manejo del Suelo	16
5. Prácticas Agronómicas	17
6. Rotación de Cultivos	17
7. Incorporación de Estiércol al Suelo	19
<b>SEGUNDA PARTE</b>	
III SISTEMA PRACTICO Y ECONOMICO PARA REHABILITAR LOS SUELOS EN AREAS CULTIVADAS DE MAIZ, DONDE LA TEMPERATURA Y LA LLUVIA SON ADECUADAS. BASES TECNICAS EN QUE SE APOYA.	23
1. Exigencias de Clima, Suelo y Elementos Minerales del Mafz	25
2. Aprovechamiento Integral de la Precipitación Pluvial	27
3. Fijación del Nitrógeno Residual del Suelo después del Cultivo del Mafz, mediante la Adición de <u>Ma</u> teria Vegetal	28
4. Aceleración de la Actividad Bacteriana	30



## CONTENIDO:

- II -

	Página:
5. Multiplicación de la Flora Bacteriana en el Suelo	31
6. Adición de Materia Orgánica al Suelo Mediante Raíces y Malas Hierbas	32
7. Mineralización de la Materia Orgánica	32
8. Fijación del Nitrógeno del Aire a Través de las Bacterias del Género Azotobácter	34
9. Aumento de la Fertilidad del Suelo y Obtención de Mejores Rendimientos	36
10. Tomar en cuenta la Experiencia Genética del Maíz	37

### TERCERA PARTE

IV	TRABAJOS EFECTUADOS EN GUATEMALA QUE DEBEN APROVECHARSE	39
	1. Obtención de Variedades de Maíces Amarillos Mejoradas	40
V	CONCLUSIONES	47
VI	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	51

## CONTENIDO:

- II -

	Página:
5. Multiplicación de la Flora Bacteriana en el Suelo	31
6. Adición de Materia Orgánica al Suelo Mediante Raíces y Malas Hierbas	32
7. Mineralización de la Materia Orgánica	32
8. Fijación del Nitrógeno del Aire a Través de las Bacterias del Género Azotobácter	34
9. Aumento de la Fertilidad del Suelo y Obtención de Mejores Rendimientos	36
10. Tomar en cuenta la Experiencia Genética del Maíz	37

### TERCERA PARTE

IV	TRABAJOS EFECTUADOS EN GUATEMALA QUE DEBEN APROVECHARSE	39
	1. Obtención de Variedades de Maíces Amarillos Mejoradas	40
V	CONCLUSIONES	47
VI	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	51

## INTRODUCCION

Según recientes estudios llevados a cabo por el Consejo de Planificación Económica, se estima que en la actualidad en la republica de Guatemala se utilizan aproximadamente sólo un 29.4% de sus tierras potencialmente aprovechables, para fines agropecuarios. - (5).

Aproximadamente en el 88% de las fincas, la tierra lamentablemente ha sido trabajada en forma primitiva, casi desde tiempos de la conquista, productos básicos tales como el maíz, el frijol y otros productos agrícolas nativos se cultivan empleando prácticas muy empíricas, lo que ha venido causando el empobrecimiento y deterioro de los suelos, dando como resultado: la miseria y la desnutrición, debido tanto al incremento de la población rural que se considera es un 75 por ciento (5) de la población total del país, así como también a los primitivos métodos de producción.

De acuerdo con lo antes dicho, es que la política agrícola nacional debe tratar siempre de incrementar la producción, sin perder su objetivo básico como es mejorar la nutrición del pueblo.

Según investigaciones llevadas a cabo por instituciones, tales como el INCAP, revelan índices graves de desnutrición en casi todos los sectores de la población, destacandose especialmente una deficiencia en alimentos de origen animal ( leche, carne y huevos).

Estos índices de la deficiencia alimenticia es la que debe guiarnos para llevar adelante programas cuyo fin sea el de mejorar la nutrición del pueblo, tratando por ejemplo de transformar el maíz, que es la cosecha principal y la que está al alcance de los cam-

pesinos guatemaltecos, en proteínas animales, desarrollando la industria para la producción de leche, carne y huevos como alimentación básica para la población de Guatemala.

La política agrícola debe tender a promover y a generar ocupación, especialmente en aquellas regiones en donde existe desequilibrio entre la extensión de la tierra y las necesidades de la población.

Debe fomentarse las prácticas agronómicas de mayor eficiencia, para producir más por área sembrada, necesitando menos terreno y poder proceder a las rotaciones protectoras del suelo, siguiendo programas orientados hacia una mejor utilización de los mismos.

Debe incrementarse la ocupación rural no solamente en el cultivo de la tierra y en la cría de los animales, sino también en las industrias rurales y en muchas otras actividades conexas, que les den ocupación por lo menos en determinados períodos del año.

La programación agrícola deberá siempre tender a buscar la estabilidad del ingreso de los hombres del campo.

Para que los niveles de nutrición puedan superarse, el agricultor debe tener siempre presente: que la mejoría en su eficiencia, la elevación de los rendimientos de sus cosechas, la elevación de los rendimientos de sus ganados y la explotación técnica de los bosques, son la base principal para poder alcanzar un mejor nivel de vida.

Debe fomentarse la mecanización y el manejo correcto del suelo y del agua, particularmente del suelo y del agua que siguen siendo los eslabones más dé-

biles en la cadena de la productividad.

debe tratarse por todos los medios posibles, de alcanzar una mayor movilización tecnológica ya que en Guatemala principalmente para la producción de artículos de consumo interno, se observan grandes deficiencias en la tecnología de producción, usando semillas de mala calidad, prácticas perjudiciales para el suelo, ningún control de plagas, ni uso de fertilizantes, etc., obteniéndose muy malos resultados. En cambio para la producción de cultivos de exportación por ejemplo el algodón, ya se han logrado sorprendentes resultados bajo una tecnología moderna, lo que prueba las necesidades de una actividad de investigación y experimentación que actualmente son bastante reducidas.

Este trabajo es un pequeño aporte, especialmente para aquellos sectores agrícolas que mantienen todavía una agricultura primitiva, probablemente similar a lo que fue en el tiempo de la conquista, y es muy posible que desde aquella época ha habido poco cambio en los métodos agrícolas utilizados en muchas fincas pequeñas de la república.

Gran parte de la tierra arable ha sido desmontada y ha sido cultivada durante siglos, sin haberse tomado medidas para mantener la productividad de la tierra.

Es común en muchas partes de la república el sistema de siembra de maíz en forma ambulante; que consiste en destruir el bosque quemándolo y efectuar la siembra con macana, sin labrar la tierra (1).

Se ha demostrado que uno de los problemas más graves que persisten en la agricultura del país,

son los rendimientos muy bajos de las cosechas, por lo que casi toda el área de las fincas pequeñas está sembrada de maíz, imposibilitando el desarrollo de una rotación de cultivos, a menos que se aumente el rendimiento del maíz por unidad de área.

Mientras se siga produciendo por métodos rudimentarios, el suelo se seguirá empobreciendo continuamente, siendo necesario implantar un manejo adecuado del mismo que incluya principalmente el mantenimiento del contenido de materia orgánica en la superficie del suelo como factor esencial, para conservar una buena condición física, el abastecimiento del nitrógeno y la conservación de la humedad.

Debemos tener presente que la mayor parte de las plantas varían en su composición de acuerdo con el contenido de nutrimentos del suelo, es decir que las plantas que crecen en suelos con alto contenido de nutrimentos, tendrán una cantidad alta de minerales en su composición, y las que crecen en suelos pobres serán también pobres en su composición mineral, de lo cual se desprende que suelos fértiles producen más por unidad de área.

## PRIMERA PARTE

### II REVISION DE LITERATURA

Considero de mucha importancia en la primera parte de este trabajo, mencionar algunos conceptos fundamentales que me parece no deben pasarse por alto, ya que no se puede hablar de incorporación de materia orgánica al suelo, si se ignora, ¿Qué es materia orgánica? ¿Que es lo que ocurre en el suelo con la adición de materia orgánica? ¿Qué mejoras obtiene el suelo con esta práctica?

La mayor parte de los agricultores desconocen lo que significa la relación Carbono-Nitrogeno, y el por qué de su importancia; cuantas veces después de adicionar al suelo restos vegetales o plantas sembradas con el propósito de enterrarlas, las cosechas sembradas durante ese período muestran deficiencias de nitrógeno, debido a que los microorganismos del suelo utilizan para formar sus tejidos, el nitrógeno del suelo que está disponible para las plantas, por desconocer la relación Carbono-Nitrógeno del material enterrado y las cantidades de nitrógeno que se necesitan agregar para producir un equilibrio favorable entre la relación Carbono-Nitrógeno del suelo y la del material enterrado.

Asimismo, considero necesario dar a conocer cuáles son los objetivos básicos de una rotación de cultivos como una de las mejores prácticas agronómicas.

#### 1. Falta de Materia Orgánica En los Suelos Agrícolas de Guatemala

El manejo deficiente de los suelos agrícolas en casi todas las fincas de Guatemala, a excepción de al-

gunas de la costa sur, por cientos de años han producido serios problemas en cuanto a lo que se refiere al mantenimiento de materia orgánica y al mejoramiento de la estructura de los mismos, bajando por consiguiente los rendimientos de las cosechas y causando con ello trastornos en la economía nacional que hoy se plantean con urgencia, por la seriedad que representa para la subsistencia de la población.

Según la clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala, por Charles S. Simmons, y de los Agrónomos José Manuel Tarano T. y José Humberto Pinto Z., los suelos que más serios problemas presentan en cuanto a los puntos anteriores, son los siguientes:

SERIE	SIMBOLO	Problemas especiales - en el manejo del suelo		
Tiquisate .....	Ti .....	Falta de Mat.	Orgánica	
Cauqué.....	Cq .....	"	"	"
Guatemala.....	Gt .....	"	"	"
Morán.....	Mr.....	"	"	"
Soloma.....	So .....	"	"	"
Alzatate .....	Ae .....	"	"	"
Quezaltenango .....	Qe .....	"	"	"
Ixtan Limoso .....				
Franco .....	It .....	"	"	"
Mazatenango .....	Mz.....	"	"	"
Ixtan Arcilloso ...	Ix .....	"	"	"
Tiquisate Franco .				
Fino Arenoso ... .	Ti .....	"	"	"
Tiquisate Franco .	Ts .....	"	"	"
Guacalate.....	Gc.....	"	"	"
Paxinama .....	Px.....	"	"	"
Torolita .....	Tr.....	"	"	"
Comapa .....	Cc.....	"	"	"



SERIE	SIMBOLO	Problemas especiales en el manejo del suelo		
Toltecate .....	Tt .....	Falta de Mat.Orgánica		
Chuarrancho .....	Chr .....	"	"	"
Chol .....	Chg .....	"	"	"
Quiché .....	Qi .....	"	"	"
Tecpán .....	Tc .....	"	"	"
Altombran .....	Ab .....	"	"	"
Chicaj .....	Chj .....	"	"	"
Marajuma .....	Mj .....	"	"	"
Amay .....	Am .....	"	"	"
Ixcanac .....	Ic .....	"	"	"
Jacaltenango .....	Ja .....	"	"	"
Quiriguá .....	Qr .....	"	"	"
Retalhuleu .....	Re .....	"	"	"
Cuyotenango .....	Cg .....	"	"	"
Ayarza .....	Ay .....	"	"	"
Atulapa .....	Au .....	"	"	"
Chuctal .....	Chu .....	"	"	"
Talquezal .....	Tl .....	"	"	"
Zacapa .....	Za .....	"	"	"
Civiya .....	Ci .....	"	"	"
Gacho .....	Ga .....	"	"	"
Jubucho .....	Ju .....	"	"	"
Zarzal .....	Zr .....	"	"	"
Sarstón .....	Sr .....	"	"	"
Sebol .....	Sb .....	"	"	"
Secala .....	Se .....	"	"	"
Tzeja .....	Tz .....	"	"	"
Chacón .....	Chc .....	"	"	"
Setal .....	St .....	"	"	"
Champona .....	Chp .....	"	"	"
Guapinol .....	Gl .....	"	"	"
Inca .....	In .....	"	"	"
Semuc .....	Su .....	"	"	"
Toltec .....	To .....	"	"	"

SERIE	SIMBOLO	Problemas especiales en el manejo del suelo
Sebach .....	Sh .....	Falta de Mat.Orgánica
Guapaca .....	Gp .....	" " "
Ixbobo .....	Ib .....	" " "
Carchá .....	Cr .....	" " "
Chixocol .....	Chx .....	Mejoramiento estructura
Mita .....	Mi .....	" "
Mataquescuintla .	Mq .....	" "
Quezada .....	Qa .....	" "
Chicaj.....	Chj .....	" "

## 2. Materia Orgánica Como Elemento Esencial del Suelo

Se entiende por materia orgánica:

- 1o Las materias vegetales vivas o muertas introducidas recientemente en el suelo.
- 2o Cualquier planta que se siembre con el propósito de enterrarla.
- 3o Los restos vegetales o animales en cualquier grado de descomposición.
- 4o El humus, o sea la materia orgánica en estado avanzado de descomposición; éste se caracteriza por su color oscuro, alto contenido de nitrogeno, una relación Carbono-Nitrogeno de 10 u 11 : 1; y por otras propiedades físicas y químicas tales como alta capacidad de intercambio de bases, acelera la liberación del calcio, potasio y magnesio, facilita la absorción del agua y su almacenamiento.

50 Los organismos vivos o muertos del suelo (2).

La materia orgánica suministra gran cantidad - de elementos nutritivos para las plantas, debido a que las condiciones de humedad y temperatura que más favorecen al desarrollo de las cosechas, también favorecen el desarrollo de los organismos que descomponen la materia orgánica; ésta sirve de alimento a las bacterias, hongos, lombrices e insectos del suelo. La materia orgánica además almacena grandes reservas de nitrógeno.

Los elementos como el nitrógeno y el potasio se localizan en los tejidos de las plantas y sólo se aprovechan a medida que estos se van descomponiendo; el potasio es arrastrado de los tejidos tan pronto mueren.

El humus es muy importante desde el punto de vista del almacenamiento de las bases calcio, magnesio y potasio, reteniendo cuatro veces más elementos básicos que una cantidad igual de arcilla.

La incorporación de materia orgánica es lo más apropiado para mejorar la estructura del suelo, especialmente si se trata de gramíneas; la cantidad de raíces en Kilogramos, que se acumulan en la superficie - del suelo, produce y conserva los gránulos.

El siguiente cuadro, tomado de Robert Yoder, Estación Experimental Agrícola de Ohio (2) muestra la cantidad de raíces dejadas como residuo de las siguientes cosechas:

COSECHAS	KILOGRAMOS DE RAICES POR HECTAREA
Soja.....	616 Kg/Ha.
Trigo.....	859 Kg/Ha.
Mafz.....	1299 "
Alfalfa.....	3906 "
Bromo.....	4032 "
Pasto Azul.....	5040 "

Robert Yoder, Estación Agrícola Experimental de -  
Ohio, 1942

Cuando se mezcla la materia orgánica con suelo de partículas gruesas, aumenta su habilidad para retener humedad; también en suelos de textura fina, tiende a agregar las partículas finas de la arcilla formando poros mas grandes que permiten el paso más rápido del agua y del aire.

Un suelo ideal en condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas debe contener de 4 a 5% de materia orgánica ( entre 90,880 y 113,600 kilogramos por hectárea, y a 0.15% de nitrogeno total, o sea 3,408 por hectárea) (1).

La mayor parte de los beneficios que la materia orgánica produce en los suelos, se deben a la interminable descomposición de los residuos de plantas y animales, que finalmente se convierten en compuestos inorgánicos simples como el Dióxido de Carbono, agua y nitratos.

Dondequiera que se desarrollan las plantas, sus raíces, hojas, tallos y ramitas constituyen la materia prima para el proceso de acumulación de materia or -

gánica y todas las sustancias intermedias entre ellas y los productos simples finales que componen la fracción orgánica del suelo. Una pequeña parte está representada por seres vivientes, o sea por las células de microorganismos como las bacterias, mohos y actinomicetos; la más importante función básica de esas células es destruir materiales orgánicos complejos.

Los principales componentes químicos de los residuos de plantas que forman el material inicial de la mayor parte de materia orgánica se clasifican en tres grandes grupos (7):

**POLISCARIDOS:** que son una clase extensa de hidratos de carbono, cuyas moléculas se derivan de la condensación de unas pocas o numerosas moléculas de azúcares simples ( monosacáridos) incluyendo la celulosa, la hemicelulosa, almidón y sustancias pecticas.

**LIGNINAS:** son materiales complejos que se encuentran en los tejidos de las plantas y que tienen mucha resistencia al ataque por la mayoría de sustancias químicas y microorganismos.

**PROTEINAS:** son los principales compuestos de nitrógeno y están formados por la unión de unidades más simples denominadas aminoácidos.

No todo el nitrógeno del suelo se encuentra en la forma de proteína, parte se encuentra como quitina, un polímero de las unidades azúcar aminado. La quitina es componente de muchos hongos del suelo, pero también es posible que proceda de restos de insectos.

La materia orgánica no es igual en todos los -

suelos; el tipo de vegetación, la naturaleza de la población del suelo, el drenaje, lluvia, temperatura y sistema de cultivo, influyen en la clase y cantidad de materia orgánica, de manera que ésta es producto complejo del ambiente.

Un suelo que se desarrolla en un bosque de hojas caedizas, en clima fresco húmedo, obtiene casi toda su materia orgánica de las hojas que caen sobre la superficie, concentrándose el material sobre la capa superior del suelo.

En una pradera de gramíneas el suelo recibe residuos de una gran masa de raíces fibrosas, y la materia orgánica se encuentra bien distribuida hasta una buena profundidad.

En tierras áridas hay muy poca materia orgánica debido a lo escaso de la vegetación.

El nivel de materia orgánica que puede mantenerse económicamente en un terreno, depende de diversos factores tales como: textura, prácticas de cultivo y del clima (lluvia y temperatura).

Hay pocas propiedades del suelo que no sean afectadas directa o indirectamente por la materia orgánica; pero todo su valor depende de la descomposición y del control sobre este proceso, para obtener el éxito deseado.

### 3. Relación Carbono-Nitrogeno

La relación Carbono-Nitrógeno del suelo es aproximadamente de 10 u 11 : 1, siendo este uno de los puntos más importantes que deben tomarse en cuenta en cuanto a fertilización o tratamiento de los suelos

se refiera.

Cuando se incorporan al suelo restos vegetales tales como por ejemplo: paja, rastrojos de maíz, hierbas desarrolladas, etc. los cuales tienen una relación Carbono-Nitrogeno de 60 u 80: 1, siendo favorables la humedad y la temperatura; los organismos del suelo como bacterias, hongos y actinomicetos principian a desintegrar los restos vegetales; los organismos crecen y se reproducen rapidamente tomando de los residuos la energía y los materiales para formar sus tejidos.

La relación Carbono-Nitrógeno de los tejidos de los microbios es de 9:1 o 4:1; como puede verse ésta es mucho más estrecha que la del suelo.

Esta amplia relación Carbono-Nitrogeno de los restos de vegetales tales como los del maíz, comparada con la relación 11:1 del suelo, tiene las siguientes consecuencias:

1o El carbono en exceso es quemado por los microorganismos por el proceso de digestión; al completar su proceso habrá en el suelo más humus del que tenía inicialmente, un ejemplo: 2,000 kilogramos de paja producirán 120 kilogramos de humus.

2o Durante el proceso de digestión de los restos vegetales pajizos, los organismos del suelo utilizan el nitrógeno disponible a su alcance; por la misma diferencia entre la amplia relación Carbono-Nitrógeno de los residuos pajizos y la estrecha relación Carbono-Nitrogeno de los microorganismos, a estos les falta nitrógeno tomándolo inmediatamente del que se encuentra disponible en el suelo para formar sus tejidos. En este momento las cosechas dispondrán de po-

la existencia posterior de nitrógeno que procede de los microorganismos muertos.

Esto sucede siempre que las plantas leguminosas no se dejen madurar demasiado, antes de incorporarlas como abono verde.

La siguiente tabla muestra la cantidad de nitrógeno que se necesita aplicar al suelo, para que exista un equilibrio entre la relación Carbono-Nitrogeno del suelo y la relación Carbono-Nitrogeno de las plantas que van a enterrar, según E. L. Worthen y S. R. Aldrich).

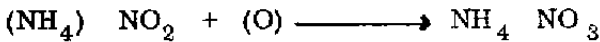
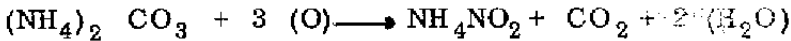
**TABLA DE RELACIONES DE CARBONO-NITROGENO EN LOS RESTOS VEGETALES COMUNES Y CANTIDAD NECESARIA DE NITROGENO POR TONELADA DE RESIDUOS PARA PRODUCIR UN EQUILIBRIO FAVORABLE**

<u>Material</u>	<u>Rel. C-N</u>	<u>N en Kg.</u>
leguminosas 15 a 30 cm.	12 o 15 : 1	Nada
gramíneas jóvenes 15 a 20 cm.	15 o 20 : 1	Nada
gramíneas espigando	15 o 25 : 1	0 a 9
gramíneas maduras	40 o 50 : 1	18 a 22
avena (trigo, avena, cebada, etc.)	60 u 80 : 1	27 a 34

**Manejo del Suelo**

Consiste en las prácticas que se utilizan para el uso del suelo, tratando de mantener la producción adecuada de los cultivos; generalmente algunas de estas prácticas incluyen el mejoramiento y protección de la buena estructura, de la adición de materia orgánica, de los nutrimentos asimilables, de la actividad mi





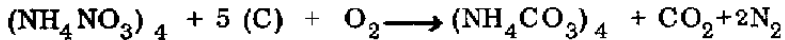
Esta nitrificación es un proceso bioquímico por el cual el nitrógeno inasimilable pasa al estado asimilable por los vegetales, y que es llevado a cabo por los fermentos (13):

1o Amoniacales: que llevan el nitrógeno orgánico al estado amoniacal;

2o Nitrosos: que oxidan el amoniaco y lo ponen al estado de nitritos; y

3o Nítricos: que son los que oxidan los nitritos y llevan el nitrógeno al estado de nitratos, que es en esta forma directamente asimilable.

#### Desnitrificación



Así como los fermentos amoniacales que oxidan el amoniaco, los nitrosos y los nítricos que llevan el nitrógeno hasta  $\text{NO}_3$ , los hay en los suelos agrícolas que son capaces de llevar a cabo la operación contraria. Por ejemplo, el *Bacillus denitrificans* de Gi-tay y Aberson (13).

No ocurre lo mismo cuando se incorporan al suelo plantas de la familia Leguminosae, cuya relación Carbono-Nitrógeno es de 12 o 15 : 1; esta relación es muy superior a la del suelo, lo que de como resultado que los microorganismos descomponen rápidamente los restos de las plantas, no quitando a la cosecha el nitrógeno disponible del suelo; además habrá

una existencia posterior de nitrógeno que procede de los microorganismos muertos.

Esto sucede siempre que las plantas leguminosas no se dejen madurar demasiado, antes de incorporarlas como abono verde.

La siguiente tabla muestra la cantidad de nitrógeno que se necesita aplicar al suelo, para que exista equilibrio entre la relación Carbono-Nitrógeno del suelo y la relación Carbono-Nitrógeno de las plantas que se van a enterrar, según E. L. Worthen y S. R. Aldrich (2).

**TABLA DE RELACIONES DE CARBONO-NITROGENO EN LOS RESTOS VEGETALES COMUNES Y CANTIDAD NECESARIA DE NITROGENO POR TONELADA DE RESIDUOS PARA PRODUCIR UN EQUILIBRIO FAVORABLE**

<u>Material</u>	<u>Rel. C-N</u>	<u>N en Kg.</u>
Leguminosas 15 a 30 cm.	12 o 15 : 1	Nada
Gramíneas jóvenes 15 a 20 cm.	15 o 20 : 1	Nada
Gramíneas espigando	15 o 25 : 1	0 a 9
Gramíneas maduras	40 o 50 : 1	18 a 22
Paja (trigo, avena, cebada, etc.)	60 u 80 : 1	27 a 34

#### 4.

#### Manejo del Suelo

Consiste en las prácticas que se utilizan para el uso del suelo, tratando de mantener la producción adecuada de los cultivos; generalmente algunas de estas prácticas incluyen el mejoramiento y protección de la buena estructura, de la adición de materia orgánica, de los nutrimentos asimilables, de la actividad mi

crobiana y de la conservación del suelo y del agua (1).

#### 5. Prácticas Agronómicas

Son los métodos usados en la producción, proceso y uso de los productos agrícolas, tales como selección de semillas, fertilización, encalamiento, estercoladuras, siembras, cultivo, cosecha, rotación de cultivos, medidas de conservación de suelos, desarrollo de pastos, etc.

#### 6. Rotación de Cultivos

Los objetivos agronómicos de la rotación de las cosechas son el control de la erosión, el mantenimiento de las propiedades físicas deseables del suelo, el contrarresto de los insectos y enfermedades, la aplicación de abonos a las cosechas, así como conservar el balance N-P-K teniendo en cuenta que no todos los cultivos tienen la misma dominante química.

El maíz se considera en general como un cultivo compatible consigo, pudiendo ser cultivado dos años sucesivos sin inconveniente.

Sin embargo, su cultivo continuo ocasiona con el transcurso de los años, una considerable depresión en los rendimientos (caso muy corriente en Guatemala), tal depresión en los rendimientos se muestra muy claro en el siguiente cuadro de Rather y Harrison (8), el cual compara el cultivo continuo del maíz con una rotación maíz, avena y trébol.

Cultivo	Rendimiento de		Rendimiento de	
	1916 bu/acre	1927 qq/Ha.	1928 bu/acre	- 1940 qq/Ha.
Mafz en rot. -				
M. A. T. ....	60.4	37.9	66.7	41.8
Cultivo continuo- de mafz .....	55.1	34.5	40.7	25.5

M. - mafz  
A. - avena  
T. - trébol

La inferioridad que manifiesta el cultivo continuo de mafz se debe, en primera línea, a la considerable disminución que sufre el contenido de humus en el suelo, hecho que ha podido ser comprobado por C. M. H. Van Bavel y F. W. Schaller (9); en los ensayos de estos autores pudo ser mantenido el estado humífero del suelo, mediante la rotación de mafz, avena y trigo, fomentando con ella la formación de un suelo de migajón estable.

Bajo el cultivo de mafz continuo la porción de agregados migajosos estables era solamente la mitad de la rotación mafz, avena, pasto, existiendo una correlación entre la formación de agregados y el rendimiento del mafz.

Otra causa que motiva la disminución de los rendimientos en un monocultivo, es el acumulamiento de plagas y enfermedades.

Stoffeldt comprobó que con la ejecución de una rotación de cultivos, se redujo de manera considerable la presencia de la necrosis de la raíz, causada por la acción de diversos hongos. La degradación del es -

tado del suelo y la acumulación de microorganismos dañinos disminuye (10).

## 7. Incorporación de estiércol al Suelo

Entre las diversas clases de cereales, el maíz es el que mejor aprovecha el estiércol como abono, se ha considerado como ideal para el maíz, debido a que la mayor <sup>demanda</sup> parte de nutrientes la efectúa esta planta en los períodos avanzados de su crecimiento, y el estiércol va suministrando lentamente los elementos nutritivos llegando a tener su mayor acción precisamente en la época en que son más necesarios (14).

Pero es esencial para obtener los mejores resultados, que el estiércol se aplique suficientemente descompuesto y que a ser posible se incorpore al suelo con tiempo suficiente para que ocurra la fijación del nitrógeno durante los procesos de descomposición de la materia orgánica que efectúan los microorganismos.

Un estiércol fresco o insuficientemente descompuesto, puede causar perturbaciones al maíz, especialmente en lo relativo a la absorción del agua, ya que un estiércol así actúa como capa aislante que impide el ascenso del agua por capilaridad.

También un estiércol al ser incorporado al suelo en forma tardía, produce un deficiente aprovechamiento de los nutrientes. En cuanto a cantidades de estiércol que se emplean por manzana para el cultivo de maíz, fluctúan mucho dependiendo especialmente del tipo de explotación y del terreno, de la cantidad de ganado de que se dispone, de los sistemas de rotaciones de cultivo, etc.; y por eso no se puede dar un dato exacto al respecto.

A continuación se puede ver una tabla que muestra, según Donal Fiester (11), la composición promedio de estiércoles frescos de algunos animales domésticos; así como también las toneladas de estiércol producidas anualmente por dichos animales, por cada -- 1000 libras de peso vivo del animal; estos datos nos permiten calcular las cantidades de que podemos disponer anualmente de estiércol, para usarse como abono, en el caso de una finca que tenga ganado, puede ayudarse bastante a mejorar el suelo económicamente.

COMPOSICION PROMEDIO DE ESTIERCOLES FRESCOS  
DE ALGUNOS ANIMALES

- Según el Dr. Fiester -

<u>Animal</u>	<u>Porcentaje estiércol</u>	<u>Agua</u>	<u>Nitrógeno</u>	<u>Fósforo</u>	<u>Potasio</u>
Caballo ..	Sólido 80%	75	0.55	0.30	0.40
	Orina 20%	90	1.35	trazas	1.25
	Estiércol Total:	78	0.70	0.25	0.55
Vacas	Sólido 70%	85	0.40	0.20	0.10
	Orina 30%	92	1.00	trazas	1.35
	Estiércol Total:	86	0.60	0.15	0.45
Ovejas	Sólido 67%	60	0.75	0.50	0.45
	Orina 33%	85	1.35	0.05	2.10
	Estiércol Total:	68	0.95	0.35	1.00
Cerdos	Sólido 60%	80	0.55	0.50	0.40
	Orina 40%	97	0.40	0.10	0.45
	Estiércol Total:	87	0.50	0.35	0.40
Gallinas	Estiércol Total:	55	1.00	0.80	0.40

TONELADAS DE ESTIERCOL PRODUCIDAS ANUAL-  
MENTE POR ANIMALES DOMESTICOS POR CADA  
1000 LIBRAS DE PESO VIVO (11)

<u>Animal</u>	<u>Toneladas Estiércol</u>
Caballo .....	9.00
Vacas . . . . .	13.50
Cerdo .....	15.25
Oveja . . . . .	6.25
Gallina .....	4.75



## SEGUNDA PARTE

### III SISTEMA PRACTICO Y ECONOMICO PARA REHABILITAR LOS SUELOS EN AREAS CULTIVADAS DE MAIZ, DONDE LA TEMPERATURA Y LA LLUVIA SON ADECUADAS. BASES TECNICAS EN QUE SE APOYA

Este sistema ha dado magnificos resultados en otros países, por ejemplo en México, conocido como sistema "Zapopano", el cual tuve la oportunidad de estudiar personalmente enviado por el Gobierno de Guatemala en 1962 en una comisión, habiendo observado la aplicación de prácticas similares a las descritas en este trabajo, en las parcelas ejidales en Zapopan, Jalisco, las que tienen una superficie de veinte hectareas, que es lo que establece el código agrario de aquel país.

Los resultados obtenidos a los tres años, con la aplicación constante de este sistema utilizando las ma las hierbas como cultivo de rotación, son sorprendentes; en esos tres años se ha logrado saturar de humedad el suelo hasta dos metros de profundidad, creando prácticamente una capa freática de gran valor para resistir los períodos de sequía en suelos que antes se mostraban áridos y de baja fertilidad.

Además, el maíz que siembran los ejidatarios encuentra condiciones ideales para su desarrollo ra dicular en los primeros sesenta centímetros y sus raf ces comienzan a tener desarrollos superiores a un me tro.

Un buen manejo de los suelos, el uso de semi llas mejoradas, una fertilización adecuada y un apro vechamiento integral de la precipitación pluvial, dió co

mo resultado un notable aumento en los rendimientos de las cosechas, especialmente en maíz se obtuvieron como promedio 6 toneladas de grano seco por hectárea o 60 toneladas de forraje verde por hectárea.

Este sistema lo recomiendo principalmente para aquellas fincas pequeñas que se encuentran sembradas de maíz en toda su extensión, y cuyos rendimientos cada vez son más bajos debido especialmente al mal manejo del suelo, uso de semillas de mala calidad, etc., imposibilitándose poder proceder a las rotaciones de cultivo que el caso amerita, debido a que tienen que utilizar toda el área cultivable.



Lluvias cortas e intensas seguidas de iluminación solar durante la época de la floración, producen una mayor influencia sobre el rendimiento. (15)

La reacción óptima del suelo para el maíz es entre un Ph de 5.5 y 8.

De los resultados que se obtienen mediante el análisis de las cenizas de la materia cosechada, se puede calcular que la cantidad de elementos nutritivos que son extraídos del suelo por una cosecha, son como se muestra en el siguiente cuadro de Mudra (12).

EXTRACCION DE ELEMENTOS NUTRITIVOS REALIZADA POR EL MAIZ

Cantidad Cosechada	N K/Ha.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K/Ha.	K <sub>2</sub> O K/Ha.	Ca O K/Ha.
25 qq/Ha. de grano .....	40	14	9	0.7
50 qq/Ha. de paja.....	37	15	82	24.0
Extracción Total: .....	77	29	91	24.7
40 qq/Ha. de grano .....	64	15	23	1.2
70 qq/Ha. de paja.....	52	21	115	34.0
Extracción Total: .....	116	36	138	35.2

## 2. Aprovechamiento Integral de la Precipitación Pluvial

En algunas zonas de la república existe durante los meses de mayo, junio y julio, un real exceso de humedad respecto a las necesidades del maíz en los primeros 45 o 55 días de desarrollo. Este exceso de humedad ha sido en años pasados o bien es todavía, - un factor limitante de la cosecha, más importante aún que la sequía provocada por la calma de julio o agosto. Sin embargo, ese real exceso de humedad se puede manejar en forma perfecta, efectuando una preparación más profunda de los suelos, pero si ésta labor profunda se ejecuta con arado de discos se puede caer en el error de reducir la calidad de los suelos, por ejemplo: poner sobre la superficie una capa de suelo aún no intemperizada y sin la flora bacteriana adecuada si éste es poco profundo, esto es invertir los horizontes del suelo. Por esta razón sería más adecuado el uso de arado de cinceles, éste revuelve el terreno perfectamente, sin traer a la superficie el subsuelo húmedo dejando el terreno seco arriba; da cultivos profundos, rompiendo capas duras y fondos de los surcos, lo que permite el movimiento libre del agua del terreno y la absorción de un por ciento mayor de las lluvias, pueden roturar el suelo hasta una profundidad de 40 centímetros, que son suficientes para duplicar la capacidad de absorción de la humedad, eliminando el riesgo del exceso y al mismo tiempo otorgando las mejores condiciones posibles para que el cultivo del maíz pase con éxito los períodos secos.

La profundidad a que llegan las raíces del cultivo del maíz con la aplicación de este sistema, va aumentando paulatinamente y con ella la cantidad de agua que un suelo puede retener.

### 3. Fijación del Nitrógeno Residual del Suelo después del Cultivo del Maíz, Mediante la Adición de Materia Vegetal

Cuando ha terminado el ciclo del maíz, es decir cuando ha sido cortado, la planta deja de consumir agua en la etapa final de su desarrollo en que su tallo se transforma en celulosa; para ello se corta el elote en estado de masa si su destino es el ensilado, o elote macizo si es para grano seco y cuyo secado debe terminarse fuera del terreno.

Es necesario entonces fijar todo el nitrógeno residual que existe en el suelo para poderlo aprovechar en el siguiente ciclo del maíz.

¿Cómo lograr esta fijación del nitrógeno residual? Esta fijación se logra incorporando al suelo materia orgánica con una relación Carbono-Nitrógeno estrecha; para producir esta materia orgánica es necesario permitir que las hierbas, cuyo desarrollo se haba frenado por la sombra que les daba el maíz, se desarrollen con las últimas lluvias hasta alcanzar su madurez fisiológica, estableciéndose en esta forma un -cultivo de rotación con las malas hierbas.

En ese momento se entierran mediante dos pa-sos de rastra y las bacterias específicas se lanzan a descomponer la celulosa utilizando el nitrógeno del -suelo, que queda por decirlo así, guardado en caja -fuerte durante el período seco que incluye los meses de noviembre a mayo, para poder utilizarlo en el si-guiente ciclo del maíz.

En esta forma se fija el nitrógeno residual del suelo utilizando una relación Carbono-Nitrógeno estre-cha.

Al mismo tiempo las hierbas y los residuos que quedan en la superficie del suelo, impiden la erosión eólica o sea la causada por el viento.

En realidad para incorporar abonos verdes al suelo es muy importante tomar en cuenta que el contenido de nitrógeno es más cuando las plantas están jóvenes.



Una vez que las hierbas alcanzan su madurez fisiológica con las últimas lluvias, se entierran con dos pasos de rastra, como se ve en la foto.

#### 4. Aceleración de la Actividad Bacteriana

Cuando han pasado noventa días de los dos pasos de rastra con la finalidad de fijar el nitrógeno residual del suelo, se procede a barbechar el terreno con un arado de cinceles con el objeto de no invertir los horizontes del suelo, pues se considera que existen en forma normal veinte millones de bacterias por gramo de suelo en los primeros diez centímetros, y de noventa mil a dos millones por gramo de suelo a los treinta centímetros (16).

Con esta práctica se acelera la actividad bacteriana por la presencia de aire en los primeros treinta centímetros y se prepara el suelo para absorber la humedad excedente al principio del siguiente ciclo, respecto a las necesidades del maíz en su primera etapa de desarrollo, que como dije anteriormente, se considera de 25 a 60% para su germinación.



Después de cortado el maíz se dejan crecer las malas hierbas, cuyo desarrollo se había frenado por la sombra producida por las plantas de maíz.



## 5. Multiplicación de la Flora Bacteriana en el Suelo

El suelo no debe considerarse como la simple mezcla de arena, limo, arcilla, materia orgánica, agua y nutriente, sino como un elemento vivo capaz de transformarse y desarrollarse; y estas características de vida las aporta la flora bacteriana, que es la encargada de transformar los nutrientes en alimentos para las plantas.

Para multiplicar la flora bacteriana en el suelo, es conveniente cortar el maíz en elote al estado de masa para ensilado, o bien elote macizo para que seque fuera del terreno tratándose de producción de grano seco. En estas condiciones se evita que el maíz gaste sus energías finales en transformar su tallo en celulosa y estas reservas, que se encuentran en las raíces, están constituidas por glucosa como parte que son del proceso de transformación de nutrientes a celulosa.

Por otra parte, la glucosa y los almidones son los medios más adecuados para la multiplicación de las bacterias (16).

A las bacterias específicas se les encomienda como tarea, transformar la celulosa aportada por la materia vegetal con una relación Carbono-Nitrógeno estrecha, en glucosa y posteriormente en nutrientes.

## 6. Adición de Materia Orgánica al Suelo Mediante

### Raíces y Malas Hierbas

La diferencia principal entre los vegetales y los animales consiste en que los vegetales, a diferencia de los animales, son capaces de sintetizar sus propios alimentos utilizando materias tan simples como agua, anhídrido carbónico del aire, luz del sol, etc., elaborando a través de la fotosíntesis, moléculas de glucosa que llevan su propia fuente de energía para transformarse posteriormente en almidones, grasas y celulosa.

Con un correcto manejo del suelo y del agua, con los nutrientes producto de la síntesis de la materia orgánica mediante la flora bacteriana y con la adición de fertilizantes químicos, se obtiene como resultado un gran desarrollo del sistema radicular del maíz, que alcanza si el suelo lo permite, profundidades hasta de 1.20 metros. Estas raíces que se descomponen al quitar el maíz, llevan la materia orgánica al suelo y fijan condiciones ideales para penetraciones futuras cada vez más profundas.

Cuando el maíz se corta se dejan desarrollar las malas hierbas y cuando han llegado a su madurez fisiológica se entierran mediante dos pasos de rastra llevando así materia orgánica al suelo. La adición de materia orgánica, aún en cantidades del 1% da características diferentes a los suelos, los cuales retienen mejor la humedad y los nutrientes.

Un suelo con la cantidad de materia orgánica adecuada, puede retener hasta siete veces la cantidad de agua que normalmente retiene cuando carece de ella.

En suelos agotados, la adición de materia orgánica da resultados espectaculares en la multiplicación de los rendimientos del maíz.

## 7. Mineralización de la Materia Orgánica

Cuando se inician las lluvias, el suelo comienza a presentar tanto por su temperatura como por su humedad, condiciones ideales para la multiplicación de la flora bacteriana y con ella para la mineralización de la materia orgánica. Ver ejemplo de mineralización en el Capítulo 3 de la Primera Parte.

Esta mineralización debe interpretarse como la rápida transformación de la celulosa a glucosa y de glucosa a nutrientes (16).

En la práctica se ha observado que esta transformación se acelera si el suelo contiene cantidades adecuadas de calcio activo, fósforo y potasio.

Por lo antes dicho, es que conviene poco antes del inicio de las lluvias y con el objeto de estimular la actividad de las bacterias que mineralizan la materia orgánica, agregar cal en cantidades adecuadas así como superfosfato de calcio siempre que se entierran - con un paso de rastra.

Lo anterior permite que exista en el suelo calcio activo y fósforo, que son fundamentales para estimular la mineralización de la materia orgánica.

Una vez establecidas las lluvias, la tierra da punto rápidamente, los residuos del ciclo anterior aún no transformados por la actividad bacteriana, pero - que han sido fragmentados por los trabajos agrícolas

anteriores, no son obstáculo para una siembra correcta.

#### 8. Fijación del Nitrógeno del Aire a Través de las Bacterias del Género Azotobácter

Cuando las bacterias específicas se lanzan a descomponer la celulosa aprovechando el nitrógeno residual del suelo, comienzan a aparecer en el suelo, producto de esta descomposición, glucosa, hidratos de carbono solubles y otros nutrientes que contienen fósforo, potasio, calcio, etc.

Estas condiciones son el medio ideal para que prosperen las bacterias del Género Azotobácter que fijan directamente el nitrógeno del aire.

Es característica especial de esta bacteria que puede utilizar como fuente de carbono, mono y disacáridos pero no celulosa; a su vez este nitrógeno vuelve a ser aprovechado por las bacterias específicas para continuar la transformación de la celulosa y éste permite una posterior multiplicación de las bacterias del Género Azotobácter, estableciéndose una reacción en cadena que va elevando paulatinamente la fertilidad del suelo.

La magnitud de la fijación del nitrógeno por el Azotobácter guarda relación con las condiciones de nutrición y las del cultivo. Mientras que el potasio, el magnesio y el azufre son suficientes en cantidades mínimas para la nutrición del Azotobácter, se necesita en cambio, una buena provisión de ácido fosfórico, por lo que los suelos que contienen suficiente ácido fosfórico, son ricos en esta bacteria (3). Esta bacteria

tiene una sensibilidad especial frente al grado de acidez del suelo; el límite inferior de pH para su desarrollo es de 6.0 mientras que el pH óptimo es entre 7 y 8.

Para lograr que la fijación de nitrógeno por el Género Azotobácter se produzca en las mejores condiciones posibles, es necesario mantener el pH en 6.5 y vigilarlo ciclo a ciclo porque las prácticas agrícolas tales como: la fertilización con sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple y la acción de las bacterias que oxidan el azufre, tienden a bajar el pH del suelo.

La presencia del Género Azotobácter en un suelo, está en relación directa con su fertilidad y es uno de los medios que se utilizan para determinarla. Si un suelo no contiene el Género Azotobácter bastará neutralizarlo, por si éste fuera su factor limitante o inocularlo con Azotobácter con la seguridad de que éste prosperará tanto más, cuanto mayor sea la fertilidad del suelo, siempre y cuando el índice de materia orgánica sea elevado, o por lo menos normal.

9. Aumento de la Fertilidad del Suelo y  
Obtención de Mejores Rendimientos

Todos los suelos de Guatemala que durante muchos años han sido sembrados de maíz por métodos rudimentarios, se han venido agotando debido a la falta de prácticas agronómicas adecuadas.

La superación técnica en el cultivo y aprovechamiento del maíz que se ha venido utilizando en los últimos años, la correcta preparación de los suelos, el empleo de fertilizantes, el empleo de semillas mejoradas, el empleo de insecticidas para el combate de plagas, el combate de enfermedades, la mecanización de los cultivos, etc., está logrando la obtención de altos rendimientos y ha llegado el momento de utilizar ese camino para aumentar la fertilidad del suelo, necesitando menos terreno y obteniendo mejores rendimientos.

En otras palabras, si las prácticas descritas tienden a superar cada vez más los rendimientos, y si estos altos rendimientos generan a su vez mejores condiciones para dichas prácticas permitiendo por ejemplo una rotación de cultivos como medio de protección del suelo, queda establecido un círculo contínuo de superación, o sea una reacción en cadena cuyo resultado es mejores cosechas y mayor fertilidad.

10. Tomar en Cuenta la Experiencia  
Genética del Maíz

En términos generales se acepta que el maíz, en las condiciones en que actualmente se conoce, tiene una antigüedad superior a 40,000 años como planta nativa y como maíz cultivado, aproximadamente 7,000 años (16).

El maíz nativo tenía que enfrentarse a las condiciones siguientes:

- 1º Necesidad de avanzar rápidamente en la primera etapa de su desarrollo con objeto de dominar las malas hierbas.
- 2º Acumular en esa primera etapa de desarrollo, suficientes nutrientes para continuar su formación morfológica a pesar de los períodos de sequía.
- 3º Aprovechar todas sus reservas finales en endurecer su tallo, para pasar erecto toda la temporada de sequedad evitando los animales silvestres.

Consideramos posible aprovechar del maíz toda su experiencia genética en el logro de altos rendimientos, por ejemplo:

PRIMERO: Si se preparan oportunamente las tierras a efecto de poder sembrar, apenas las condiciones de humedad lo permitan, el maíz dominará me jor las malas hierbas.

SEGUNDO: Aprovechando la humedad exce -

dente de un ciclo en auxilio del ciclo siguiente y preparando los suelos a una profundidad que impida que el agua se pierda al correr sobre la superficie, se eliminan los efectos de la sequía.

TERCERO: No teniéndose necesidad de que el maíz permanezca erecto durante toda la época de sequedad, si se corta verde para ensilarlo o se amontona para secarlo en mazorca y destinarlo para grano, se evita que se gasten las reservas finales del maíz y se conservan éstas en el suelo para favorecer la multiplicación de la flora bacteriana en busca de mejores rendimientos en el ciclo de maíz siguiente.



### TERCERA PARTE

#### IV TRABAJOS EFECTUADOS EN GUATEMALA QUE DEBEN APROVECHARSE

Según la tecnología moderna otra de las prácticas agronómicas fundamentales, que juntamente con el buen manejo de los suelos, una fertilización adecuada, etc., contribuyen en la obtención de altos rendimientos en las cosechas, es el uso de semillas mejoradas, que posean un alto grado de adaptabilidad así como otras características deseables en beneficio de los productores, tales como altos rendimientos, resistencia a enfermedades, etc.

Es por eso que en la Tercera Parte de este trabajo hago mención especialmente de variedades de maíces amarillos mejoradas, que fueron obtenidas en Guatemala, que constituyen un valioso aporte a la agricultura nacional y que pueden ser la base como dije al principio, para la transformación del maíz en proteína animal, para poder superar la alimentación de un gran sector de la población como lo es la población rural del país.

Me parece una necesidad el incremento de la producción de maíz amarillo para uso de la industria pecuaria.

Como un dato: la alimentación en la crianza de las aves y marranos constituye un 60% de la inversión y el maíz representa aproximadamente un 70% de la alimentación (18).

1. Obtención de Variedades de MaícesAmarillos Mejoradas

Según escritos del Ingeniero Antonio Sandoval, basado en informes experimentales de trabajos llevados a cabo en campos del área tropical de Guatemala, afirma que ya existe una serie de variedades mejoradas e híbridos amarillos que rinden un 75% más que las variedades locales; como por ejemplo, tenemos - el Amarillo Dorado Tiquisate y el nuevo cruce Guatemalteco: Guate. IAN CV - 101 que rinde igual que el Corneli- 54.

Amarillo Dorado de Tiquisate (18)

Este maíz es una selección de ciclo vegetativo medio (100 - 110 días).

Adaptación: para regiones de clima cálido - húmedo.

Precipitación pluvial promedio que requiere: 1000 milímetros al año, alto contenido de caroteno.

Contenido de proteína: entre 8.5 y 10% según datos obtenidos, en seis diferentes partes del país en 1950.

Producción promedio: 37 quintales por manzana.

Resistente al ataque del gorgojo.

Esta variedad fue desarrollada por el Ex-Centro de Investigaciones Tropicales de la Antigua (Dr. Melhlis), es una selección hecha en la progenie de un cruce natural entre variedades procedentes de Cuba, - cuya colección original está registrada bajo el número 35 A-46.

En el año 1946 se sembró un lote aislado, del cual se seleccionaron 144 mazorcas y luego se sembró una mazorca por hilera; de este trabajo se seleccionaron 81 mazorcas. La selección no se hizo basada en el rendimiento sino en su resistencia al vuelco y que tuvieran mazorcas grandes y colgantes.

Variedad 142 - 48 (18)

Esta es una variedad de polinización libre obtenida por el Centro de Investigaciones Tropicales de la Antigua (Iowa State Guatemala Tropical Research Center).

Se obtuvo de un cruce entre Tiquisate Amarillo Dorado y un maíz colectado cerca de Chocó y que se ha registrado con el número 10 A - 46.

Altura de la planta: 2 a 3 metros.

Número de hojas funcionales: 16 a 20.

Tallo fuerte y buen sistema radicular.

Número de hileras de grano: 12 a 16, amarillo semidentado.

Ciclo vegetativo: 120 días.

Contenido de proteínas: 10%

Rendimiento: 35 a 44 quintales por manzana.

De este cruce se seleccionaron 100 mazorcas y luego se hizo una prueba de rendimiento de mazorca por hilera.

Dicho experimento fué hecho en Tiquisate en el año de 1948 en el mes de mayo; y en septiembre se mezclaron los remanentes conservados en todas las

mazorcas correspondientes a las 10 hileras que dieron mayor rendimiento y se sembraron en igual forma.

Se repitió este experimento en 1950 y luego se distribuyó a los agricultores.

Guate IAN V-142-56 (18)

Esta variedad de polinización libre fué obtenida por la Sección de Mazz del SCIDA.

Adaptación: para regiones de 212.8 a 1064 metros sobre el nivel del mar.

Color: amarillo, semidentado.

Historia: en 1957 se sembró un lote de la variedad 142 - 48, luego se practicó una selección visual, al mismo tiempo se efectuaron cruza fraterales de las plantas seleccionadas. Se les dió mayor importancia a las plantas de tallo fuerte, sistema radicular bueno y baja altura de mazorca, de éstas se tomaron las mejores para distribuir las.

Guate IAN V-301 (18)

Esta es una variedad de polinización libre obtenida por el SCIDA.

Origen: de la colección registrada con el No. G-972 derivada de la raza Olotón.

Adaptación: de 1368 a 1824 metros.

Número de hojas funcionales: 18 a 20.

Tallo fuerte y sistema radicular bueno.

Longitud de mazorca: 30 centímetros.

Número de hileras de grano: 14 a 16 multiplicados debido al ensanchamiento de la base.

Ciclo vegetativo: 190 a 210 días.

Rendimiento: 60 a 70 quintales por manzana.

Guate IAN - Xela (18)

Esta es una variedad de polinización libre, obtenida por la Sección de Mafz del SCIDA. Especialmente para el valle de Quezaltenando y lugares cercanos.

La colección está registrada bajo el número Q-892, clasificada como de la Raza San Marceño.

Altura de la planta: 2.60 metros.

Número de hojas funcionales: 14 a 16.

Tallo fuerte

Longitud de mazorca: 16.5 centímetros.

Número de hileras de grano: 8 a 10

Granos de endosperma duro y color amarillo.

Ciclo vegetativo: 220 a 230 días en su lugar de origen.

La variedad Guate IAN - Xela, ha quedado incluida como material básico por su buena adaptabilidad a la zona y por su alto rendimiento.

Estudios posteriores tratarán de uniformar la variedad, tratando de lograr características, tales como altura de la planta, longitud de la mazorca, tallo vigoroso, resistencia al vuelco, por medio de cruza fraternales de plantas seleccionadas en el campo.

Guate IAN - Quiché (18)

Esta es una variedad mejorada de polinización libre, obtenida por la Sección de Cosechas Básicas - del IAN en el año de 1959; se origina de la raza Quichéño.

La colección original se ha registrado bajo el número QI - 1144.

Altura de la planta: 2.90 metros.

Número de hojas funcionales: 16 a 18

Coloración media

Longitud de mazorcas: 14 centímetros.

Endosperma amarillo y duro.

Rendimiento: 60 a 70 quintales por manzana.

La semilla que se distribuye es producto de una selección masal.

Trabajos de mejoramiento posteriores tratarán de fijarle características deseables por medio de cruza de planta a planta.

Guate IAN - CV - 101 (18)

Cruza varietal obtenida por la Sección de Cosechas Básicas del IAN, en la Estación Experimental de Cuyuta.

Progenitores: SLP 101 x Cuba 24.

Introducciones que fueron auspiciadas por la -  
Fundación Rockefeller.

Adaptación: hasta 912 metros.

Altura de la planta: 2.30 metros.  
Número de hojas funcionales: 16 a 18  
Tallo fuerte y sistema radicular bueno.  
Floración: a los 54 días.  
Ciclo vegetativo: 125 días.  
Longitud de mazorca: 30 centímetros.  
Número de hileras de grano: 14 a 16  
Color amarillo semidentado.  
Rendimiento: 5,641 Kg/Ha.

Para obtener esta variedad se hicieron numerosos ensayos de rendimiento de todas las cruces posibles entre 10 variedades que fueron las que intervinieron en este trabajo; la duración de éste fué de tres años.

Después de haber mencionado estas variedades de maíces mejorados, obtenidos en Guatemala, y que son el producto de la labor que han venido desarrollando por varios años, tanto en el campo de la investigación como de la experimentación, nuestros técnicos especializados en la materia; es de desear que dichas variedades sean proyectadas a todos los sectores agrícolas del país, divulgando y fomentando las ventajas del uso de las mismas, lo que tendrá que redundar en una mayor y más eficiente producción, factor determinante en la economía de nuestra patria.





## V CONCLUSIONES

- 1) Los suelos de Guatemala en su mayoría han sido trabajados por cientos de años en forma primitiva, lo que ha causado el deterioro de los mismos y consecuencia de ello es que los rendimientos de las cosechas, especialmente del maíz, han bajado considerablemente.
- 2) La tan notoria baja en los rendimientos es la causa en parte de la miseria y desnutrición que impera especialmente en el área rural.
- 3) La deficiencia alimenticia debe guiarnos para poner en marcha programas que tiendan a mejorar la nutrición del pueblo, aplicando una tecnología adecuada especialmente para cultivos de consumo interno.
- 4) La política agrícola deberá tender a la transformación del maíz en proteína animal, desarrollando la industria pecuaria.
- 5) Debe fomentarse el uso de semillas mejoradas, especialmente las producidas en Guatemala, cu yos resultados son magníficos.
- 6) Deberá fomentarse el manejo correcto del suelo, especialmente en lo que se refiere a la incorporación de materia orgánica.

De acuerdo con la serie de prácticas agrícolas y las bases técnicas en que se apoya, para rehabilitar los suelos en áreas cultivadas de maíz, con una temperatura y lluvia adecuadas, se logra lo siguiente:

- 1) Se conserva la humedad excedente de un ciclo para que sirva de auxilio en el cultivo de maiz en el ciclo siguiente; para lograr esto se guarda la humedad en el suelo, al final del periodo de lluvias, rompiendo la capilaridad con dos — pasos de rastra en "V"; en otras palabras un aprovechamiento integral de la precipitación — pluvial.
- 2) Efectuar una rotación de cultivos, utilizando las malas hierbas como cultivo de rotación; el desarrollo de éstas se logra cortando todas las plantas de maiz al final del ciclo con lo que se evita que se gasten las reservas finales del — maiz.
- 3) Se aumenta el porcentaje de materia orgánica en el suelo, enterrando las hierbas cuando han llegado a su madurez fisiológica; a esto contribuye el desarrollo radicular del maiz que se ha estimulado con un buen manejo de los suelos y una fertilización adecuada.
- 4) Se multiplica la flora bacteriana en el suelo y con ello su influencia benéfica, durante el desarrollo del maiz.
- 5) Se estimula la presencia de los organismos no simbióticos fijadores de nitrógeno, principalmente del Género Azotobácter.
- 6) Se proporciona durante cultivo por medio de la mineralización de la materia orgánica, cantidades adicionales de compuestos de nitrógeno fácilmente asimilables por las plantas, siendo este último factor uno de los más importantes en el logro de altos rendimientos de maiz.

- 7) A los tres años de aplicación constante de este sistema se llega a saturar de humedad el suelo hasta una profundidad de dos metros, creando una napa freática de gran valor para resistir los períodos de sequía; en estas condiciones el maíz encuentra condiciones ideales para su desarrollo radicular y sus raíces llegan a tener desarrollos superiores a un metro.
  
- 8) Se han establecido las condiciones indispensables para obtener buenos resultados.

LUIS LEOPOLDO BARREDA A.

Vo. Bo.

(f) ING. MARIO MOLINA LLARDEN  
A S E S O R

IMPRIMASE:

(f) ING. EDUARDO GOYZUETA  
D E C A N O



## VI BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) Charles S. Simmons, José Manuel Tárrano T., Humberto Pinto: Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala; Editorial del Ministerio de Educación Pública, Guatemala, 1959.
- 2) E. L. Worthen y S. R. Aldrich: Suelos Agrícolas, su Conservación y Fertilización. Editorial Comaval, S. A., México 1959.
- 3) Karl Scharrer: Química Agrícola. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, México 1960.
- 4) Harris Pearson Smith, A. E.: Maquinaria Agrícola y Accesorios. Cultural, S. A., La Habana, 1945.
- 5) Consejo Nacional de Planificación Económica: Diagnóstico del Sector Agropecuario de Guatemala, 1964.
- 6) Jorge García Salas: Plantas Forrajeras cultivadas o de posible cultivo en Guatemala. Tipografía Nacional, Guatemala 1943.
- 7) F. E. Broadbent: Es esencial la materia orgánica del suelo. Revista "La Hacienda", agosto 1963, # 8.
- 8) Rather, H. C., & Harrison, C. M.: Field Crops, 2nd Edition. New York, Toronto, London, 1951.

- 9) Van Bavel, C. M. H., & Schaller, F. W.: Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 1950.
- 10) Stoffeldt, E. E.: Abstr. Thesis Iowa State Coll. J. Sci., 1954.
- 11) Dr. Donald Fiester, Apuntes. SCIDA, Guatemala 1960.
- 12) Mudra, A.: "Mais und Hirse". Handbuch d. Landwirtschaft, Berlin, 1953.
- 13) Mario Molina Llardén: Microbiología de Suelos y Técnicas Fitopatológicas. Editorial Universitaria, Guatemala 1957.
- 14) Grüneberg, F. H., Dr.: Nutrición y Fertilización del Maíz. Verlagsgesellschaft Für Ackerbau M B H., 1959.
- 15) Suput, M.: "Effect of Soil Moisture on the Germination and Emergence of Maize, Millet, Sorghum, panicum Buckwheat". Rev. Res. W. K. Faculty of Agric. University Begradei, I. N: 1, 1953.
- 16) Ings. Ramón Padilla Sánchez, Prudencio Mora Ramfrez, Enrique Caballero Osorio, Rafael Ortiz Monasterio: Integración Agropecuaria a partir del maíz de temporal. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Gobierno del Estado de Jalisco, 1962.
- 17) Luis L. Barreda: Informe sobre el estudio del Procesamiento del Maíz en la República Mexicana, IAN, 1962.

- 18) Sandoval, Antonio: Métodos Usados en la Obtención de Maíces Mejorados en Guatemala. - Panamá, 1961, pág. 39. Publicación de la 7a. Reunión Centroamericana del Proyecto Cooperativo Centroamericano.