



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**PRODUCCIÓN DE UN FERTILIZANTE A BASE DE
COMPONENTES ORGÁNICOS PARA EL
ENRIQUECIMIENTO NUTRICIONAL Y FÁCIL
ASIMILACIÓN DE LOS CULTIVOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A :

**Maríaelena LICONA HERNÁNDEZ
Gamaliel Geovani MARTÍNEZ RAMÍREZ**



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. CABALLERO DÍAZ MARINA
(2015)**

México, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



JURADO ASIGNADO

AGRADECIMIENTOS

Gamaliel:

- A Dios por permitirme estar completo en cada etapa de mi vida y darme la fuerza necesaria para salir adelante en los obstáculos que se me han presentado hasta el momento.
- A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional mostrado desde el inicio de mis estudios, mi papá Guillermo Martínez por la constancia y esfuerzo que día a día hizo por mi educación y formación como persona, mi mamá Seniorina Ramírez por los consejos y de igual manera el esfuerzo que de ninguna manera podré regresar, a mi hermano Aviel Martínez por ser la persona que siempre me ha acompañado en buenas y malas decisiones, y principalmente por estar conmigo en la mayor parte de mi carrera, a mi hermana Monserrat Martínez por siempre escuchar y ser la parte mediadora en mis problemas.

Elena:

- A Dios por brindarme la dicha de vivir y disfrutar todas las etapas y logros de mi vida junto a mi familia que es lo más valioso que tengo.
- Con admiración y respeto a mis padres David Licon y Lydia Hernández por creer en mí y darme las herramientas necesarias para poder defenderme en la vida con orgullo y dignidad, por nunca dejarme sola y siempre estar al pendiente de que no me faltara nada, por su inmenso amor y esfuerzo para poder hacer de mí una persona de bien ¡Gracias por darme la mejor de las herencias, mi profesión!
- A mis hermanas hermosas Astrid y Lydia Licon que siempre me han escuchado y me han animado a seguir adelante con todos mis proyectos, por caminar juntas a cada paso que doy, por nunca dejarme caer y cuidar de mí siempre como la hermana menor, por ser mi mayor inspiración en la vida y mi motor a seguir.
- A Javier Santos por estar al pendiente de mí y más que un cuñado volverse como mi hermano mayor.
- A Marina Caballero por darnos la oportunidad de trabajar contigo y brindarnos tu apoyo y amistad, volviéndote parte de nuestras vidas, porque más que una maestra te has convertido en una verdadera amiga.

***“La vida es como andar en bicicleta. Para mantener el equilibrio debes
Estar en movimiento”.***

Albert Einstein (1879-1955)

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS.....	19
1.1 ELEMENTOS BÁSICOS NECESARIOS PARA LA ADECUADA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS	20
1.1.1 NITRÓGENO	21
1.1.2 FÓSFORO	22
1.1.3 POTASIO	23
1.1.4 CALCIO	24
1.1.5 MAGNESIO	24
1.1.6 AZUFRE	25
1.1.7 BORO	25
1.1.8 HIERRO	26
1.1.9 MANGANESO	26
1.1.10 COBRE	27
1.1.11 ZINC	28
1.1.12 MOLIBDENO	28
1.1.13 CLORO	29
1.1.14 COBALTO	29
1.1.15 VANADIO	30
1.1.16 SODIO	30
CAPÍTULO II TIPOS DE SUELO Y SUS USOS	32
2.1.1 EL PERFIL DE SUELO.	33
2.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ROCA MADRE	36
2.1.3 SUELO SUPERFICIAL.	39
2.2 TIPOS DE SUELO	46
2.2.1 SUELOS AZONALES	46
2.2.2 SUELOS INTRAZONALES	46
2.2.3 SUELOS ZONALES	47
CAPÍTULO III TIPOS DE FERTILIZANTES	54
3 FERTILIDAD	55
3.1 FERTILIDAD ACTUAL	55

3.2	FERTILIDAD POTENCIAL	55
3.3	FERTILIZANTES	56
3.4	FERTILIZANTE QUÍMICO	57
3.5	CLASIFICACIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS	57
3.5.1	FERTILIZANTES NITROGENADOS	57
3.5.2	FERTILIZANTES FOSFÓRICOS	58
3.5.3	FERTILIZANTES POTÁSICOS	58
3.6	SUBDIVISIÓN DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS	59
3.6.1	COMPLEJOS BINARIOS	59
3.6.2	COMPLEJOS TERNARIOS	59
3.6.3	FERTILIZANTES DE LENTA LIBERACIÓN	59
3.6.4	FERTILIZANTES ORGANOMINERALES	59
3.6.5	FERTILIZANTES FOLIARES	59
3.7	FERTILIZANTES NATURALES	60
3.8	CLASIFICACIÓN DE FERTILIZANTES NATURALES	60
3.8.1	FERTILIZANTES MICROBIALES	60
3.9	FERTILIZANTES VEGETALES	62
3.10	FERTILIZANTES DE ORIGEN ANIMAL	63
3.11	FERTILIZANTES MINERALES	63
3.12	TIPOS DE FERTILIZANTES NATURALES	65
3.12.1	POLLINAZA	65
3.12.2	USOS	65
3.12.3	APLICACIÓN	66
3.12.4	VENTAJAS	67
3.12.5	DESVENTAJAS	67
3.13	GUANO	67
3.13.1	USOS	68
3.13.2	APLICACIÓN	68
3.13.3	VENTAJAS	69
3.13.4	DESVENTAJAS	69
3.14	PURIN	69
3.14.1	USOS	70

3.14.2	APLICACIÓN	70
3.14.3	VENTAJAS	70
3.14.4	DESVENTAJAS	71
3.15	BIOL	71
3.15.1	USOS	71
3.15.2	APLICACIÓN	72
3.15.3	VENTAJAS	72
3.15.4	DESVENTAJAS	72
3.16	BOCASHI	73
3.16.1	USOS	73
3.16.2	APLICACIÓN	73
3.16.3	VENTAJAS	74
3.16.4	DESVENTAJAS	74
3.17	LOMBRICOMPOST	74
3.17.1	USOS	75
3.17.2	APLICACIÓN	75
3.17.3	VENTAJAS	76
3.17.4	DESVENTAJAS	76
3.18	COMPOSTAJE	76
3.18.1	USOS	77
3.18.2	APLICACIÓN	77
3.18.3	VENTAJAS	78
3.18.4	DESVENTAJAS	78
	CAPÍTULO IV CUALLITOA	79
4	CANTIDAD DE NUTRIENTES INDISPENSABLES PARA UNA COSECHA ÓPTIMA.	80
4.1	JUSTIFICACIÓN DEL USO DE NUESTROS PRECURSORES	81
4.1.1	HARINA DE HUESO.	81
4.1.2	APORTE NUTRICIONAL.	81
4.1.3	HARINA DE SANGRE.	82
4.1.4	APORTE NUTRICIONAL	82
4.1.5	HARINA DE CASCARÓN DE HUEVO	83
4.1.6	APORTE NUTRICIONAL.	83

1.1.1	CASCARILLA DE CAFÉ	84
4.1.7	APORTE NUTRICIONAL	84
4.1.8	MELAZA	85
4.1.9	APORTE NUTRICIONAL	85
4.1.10	POLLINAZA	86
4.1.11	APORTE NUTRICIONAL	86
4.2	MODO DE PREPARACIÓN DE LASPRUEBAS.	87
4.3	OBTENCIÓN DE BIOL	88
4.4	MODO DE PREPARACIÓN DE CUALLITOA	89
4.4.1	PARA PREPARAR LA HARINA DE HUESO.	89
4.4.2	PASOS PARA PREPARAR HARINA DE SANGRE	91
4.4.3	PASOS PARA PREPARAR LA HARINA DE CASCARÓN DE HUEVO	92
4.4.4	PASOS PARA PREPARAR LA CASCARILLA DE CAFÉ.	93
4.4.5	OBTENCIÓN DE LA POLLINAZA.	93
4.4.6	OBTENCIÓN DE LA MELAZA.	94
4.4.7	CUALLITOA.	95
4.5	APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES	97
4.6	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO	98
	V RESULTADOS	99
5.1	PARÁMETROS QUE SE TOMARON EN CUENTA	100
5.1.1	TEMPERATURA	100
5.1.2	LLUVIAS PRESENTADAS DESDE EL MOMENTO DE LA SIEMBRA A LA COSECHA. 101	
5.2	EVALUACIÓN DEL CULTIVO	102
5.2.1	EVALUACIÓN DE LA MAZORCA SIN USO DE FERTILIZANTE PRUEBA 1	103
5.2.2	EVALUACIÓN DE LA MAZORCA SIN USO DE FERTILIZANTE PRUEBA 2	104
5.2.3	EVALUACIÓN DE LA MAZORCA SIN USO DE FERTILIZANTE PRUEBA 3	105
5.2.4	EVALUACIÓN DE LA MAZORCA UTILIZANDO FERTILIZANTE QUÍMICO DOS MATERIAS PRUEBA 1	106
5.2.5	EVALUACIÓN DE LA MAZORCA UTILIZANDO FERTILIZANTE BIOL PRUEBA 2	107
5.2.6	EVALUACIÓN DE LA MAZORCA UTILIZANDO FERTILIZANTE CUALLITOA PRUEBA 3 10808	
5.3	EVALUACIÓN EN HOJAS	109

5.3.1	HOJA FERTILIZADA CON QUÍMICO DOS MATERIAS	10909
5.3.2	HOJA FERTILIZADA CON BIOL	110
5.3.3	HOJA FERTILIZADA CON CUALLITOA	111
5.4	COMPARACIÓN DE FERTILIZANTES	112
5.5	COMPARACIÓN DE GASTOS	113
5.6	CONCLUSIÓN	114
5.7	RECOMENDACIONES	115

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. División del suelo</i>	34
<i>Tabla 2. Fases del suelo</i>	35
<i>Tabla 3. Composición centesimal media aproximada en volumen y peso de un suelo superficial</i>	36
<i>Tabla 4. Composición de las rocas ígneas</i>	37
<i>Tabla 5. Composición química de las rocas comunes</i>	38
<i>Tabla 6. Clasificación de los organismos del suelo</i>	40
<i>Tabla 7. Subdivisiones de los tipos de suelo</i>	49
<i>Tabla 8. Zonas de pH en el suelo</i>	51
<i>Tabla 9. Aporte nutricional de la harina de hueso</i>	81
<i>Tabla 10. Aporte nutricional de la harina de sangre</i>	82
<i>Tabla 11. Aporte nutricional de la harina de huevo</i>	83
<i>Tabla 12. Aporte nutricional de la cascarilla de café</i>	84
<i>Tabla 13. Aporte nutricional de la melaza</i>	85
<i>Tabla 14. Aporte nutricional de la pollinaza</i>	86
<i>Tabla 15. Ventajas y desventajas del uso de fertilizante CuallitOA</i>	98
<i>Tabla 16. Lluvias presentadas desde el momento de la siembra a la cosecha</i>	101
<i>Tabla 17. Evaluación de la muestra 1</i>	103
<i>Tabla 18. Evaluación de la muestra 2</i>	104

<i>Tabla 19. Evaluación de la muestra 3</i>	105
<i>Tabla 20. Evaluación de la muestra con fertilizante químico dos materias</i>	106
<i>Tabla 21. Evaluación de la muestra 2 con fertilizante Biol</i>	107
<i>Tabla 22. Evaluación de la muestra 3 con fertilizante Cuallitoa</i>	108
<i>Tabla 23. Tabla comparativa de fertilizantes</i>	112
<i>Tabla 24. Tabla comparativa de gastos</i>	113

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Preparación del terreno</i>	87
<i>Figura 2. Limpieza del terreno</i>	87
<i>Figura 3. Labrado del terreno</i>	87
<i>Figura 4. Terreno labrado y sembrado</i>	87
<i>Figura 5. Biodigestor</i>	88
<i>Figura 6. Acondicionamiento del Biodigestor</i>	88
<i>Figura 7. Mezcla de estiércol-agua</i>	88
<i>Figura 8. Alimentación de la mezcla al Biodigestor</i>	88
<i>Figura 9. Recolección de Biol</i>	89
<i>Figura 10. Elaboración de hoyo en la tierra</i>	89
<i>Figura 11. Preparación de huesos</i>	90
<i>Figura 12. Calcinación de huesos</i>	90
<i>Figura 13. Preparación de huesos</i>	90
<i>Figura 14. Molino de martillos</i>	90
<i>Figura 15. Harina de hueso obtenida</i>	91
<i>Figura 16. Sangre fresca</i>	91
<i>Figura 17. Cocción de la sangre</i>	92

<i>Figura 18. Aspecto que debe de tener la sangre para poder determinar que está lista</i>	92
<i>Figura 19. Cascarones de huevo para triturar</i>	92
<i>Figura 20. Cascarilla de café</i>	93
<i>Figura 21. Pollinaza</i>	93
<i>Figura 22. Melaza</i>	94
<i>Figura 23. Cuallitoa</i>	94
<i>Figura 24. Muestra el crecimiento que se observa veinte días después de fertilizadas las plantas</i>	97
<i>Figura 25. Muestra el crecimiento que se observa a los sesenta días de fertilizadas las plantas</i>	97
<i>Figura 26. Muestra de la temperatura promedio</i>	100
<i>Figura 27. Muestra 1 con hojas envolventes sin uso de fertilizante</i>	103
<i>Figura 28. Muestra 1 sin hojas envolventes y sin uso de fertilizante</i>	103
<i>Figura 29. Muestra 2 con hojas envolventes sin uso de fertilizante</i>	104
<i>Figura 30. Muestra 2 sin hojas envolventes y sin uso de fertilizante</i>	104
<i>Figura 31. Muestra 3 con hojas envolventes y sin uso de fertilizante</i>	105
<i>Figura 32. Muestra 3 sin hojas envolventes y sin uso de fertilizante</i>	105
<i>Figura 33. Muestra 1 con hojas envolventes y con uso de fertilizante químico dos materias</i>	106
<i>Figura 34. Muestra 1 sin hojas envolventes y con uso de fertilizante químico dos materias</i>	106
<i>Figura 35. Muestra 2 con hojas envolventes y con uso de fertilizante Biol</i>	107
<i>Figura 36. Muestra 2 sin hojas envolventes y con uso de fertilizante Biol</i>	107
<i>Figura 37. Muestra 3 con hojas envolventes y con uso de fertilizante Cuallitoa</i>	108
<i>Figura 38. Muestra 3 sin hojas envolventes y con uso de fertilizante Cuallitoa</i>	108
<i>Figura 39. Muestra de la hoja fertilizada con químico dos materias</i>	109
<i>Figura 40. Muestra de la hoja fertilizada con Biol</i>	110
<i>Figura 41. Muestra de la hoja fertilizada con Cuallitoa</i>	111

OBJETIVOS

- **Objetivo General.**

- Elaborar un fertilizante a base de componentes orgánicos para enriquecer nutricionalmente a los cultivos y que a su vez sea de fácil asimilación.

- **Objetivos Particulares.**

- Comparar el comportamiento nutricional del fertilizante Cuallitoa con Biol y con un fertilizante Químico.
- Obtener el fertilizante orgánico Biol para asegurar la certeza de su procedimiento.
- Analizar los frutos obtenidos con cada uno de los fertilizantes.
- Analizar las deficiencias nutricionales que presenta cada uno de los fertilizantes utilizados.

RESUMEN

En la época actual la fertilización se ha destacado por ser una de las técnicas que han ido progresando al pasar de los años, buscando mejoras a partir de nuevos productos y la obtención de los elementos necesarios para la nutrición de las plantas.

Para el mejoramiento en los resultados de las cosechas se utilizaban productos químicos sin tomar en cuenta el desgaste paulatino que va sufriendo la tierra conforme su uso, ni la calidad de productos altamente contaminados y unos hasta tóxicos por el uso indiscriminado de estos fertilizantes.

Ahora la fertilización agrícola ha tenido un auge elevado ya que se buscan alternativas para aumentar la cosecha disminuyendo el desgaste de la tierra y evitando el uso de químicos, a este tipo de fertilización se le conoce como fertilización orgánica.

En el presente trabajo se hablará acerca de los nutrientes necesarios y/o indispensables para la adecuada nutrición de las plantas y por lo tanto de los cultivos, aumentando la producción de ellos.

Se elaboró un fertilizante completamente orgánico que contiene todos los elementos necesarios para una completa y adecuada nutrición de las plantas evitando así el uso de químicos sustituyendo estos por desechos y compuestos orgánicos.

Se llevaron a cabo pruebas de cultivos comparando tres diferentes tipos de fertilizantes los cuales fueron Biol, Fertilizante químico llamado comercialmente “dos materias” y fertilizante orgánico el cual se nombró como Cuallitóa, para ver el comportamiento de la planta y la

obtención del fruto obtenido para poder determinar si el fertilizante orgánico propuesto (Cuallitoa) cumple con las características nutricionales requeridas.

El siguiente proyecto se inició desde la obtención del Biol el cual fue preparado con una mezcla de estiércol vacuno y agua, el tratamiento se llevó a cabo en un biodigestor donado por la M. en C. Marina Caballero Díaz a la FES Zaragoza Campus II, y la creación y producción del fertilizante orgánico Cuallitoa, de esta manera la certeza de los resultados es mucho mayor que si el Biol fuera adquirido en tiendas especializadas.

En las pruebas realizadas se tomaron en cuenta diferentes parámetros tales como temperatura de la tierra, cantidad y tiempo de duración de lluvias durante el periodo de crecimiento, para la evaluación de resultados los parámetros tomados en cuenta fueron los siguientes, el peso con hojas envolventes, largo de la mazorca, número de hileras de grano, cobertura de granos de la punta y diámetro del tallo.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con un territorio nacional de 198 millones de hectáreas de las cuales 145 millones se dedican a la actividad agropecuaria. La agricultura en México es más que un sector productivo importante tomando en cuenta su participación en el PIB nacional, que es de apenas 4% (FAO, 2013).

Una problemática que se ha venido suscitando desde hace ya algún tiempo a fechas actuales es el alarmante agotamiento y degradación de la tierra y del agua que afecta gravemente la capacidad de cultivar alimentos y otros productos necesarios para sustentar los medios de vida en las zonas de cultivo del país evitando satisfacer notablemente las necesidades de la población urbana es por ello que se busca obtener alternativas para contrarrestar este problema que está latente en la actualidad.

La fertilización es una opción favorable para abatir dicha problemática siendo esta una técnica la cual tiene por objeto lograr que la alimentación de la planta sea lo más adecuada posible para poder obtener de manera más eficiente el aprovechamiento de las tierras cultivadas. Existen varios nutrientes esenciales que las plantas necesitan para un óptimo desarrollo, estos son absorbidos por el medio que les rodea. En su mayoría las plantas necesitan 16 nutrientes para poder tener un crecimiento adecuado.

Los 16 elementos son clasificados como macro y micro-nutrientes, dependiendo de las cantidades requeridas por las plantas; siendo el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, y Hierro los elementos catalogados como macro-nutrientes

El Azufre, Boro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno, Cloro, Cobalto, Vanadio y Sodio son clasificados como micro-nutrientes.

Los nutrientes inorgánicos desempeñan un importante papel a nivel celular; son reguladores de la ósmosis y a su vez pueden llegar a afectar la permeabilidad celular.

Algunos funcionan también como componentes estructurales de la célula, compuestos metabólicos críticos, componentes de los enzimas y como activadores.

En el transcurso de los años se han ido implementando nuevas técnicas que mejoren continuamente la fertilidad de los suelos cultivados, muchas de estas prácticas han resultado dañinas para el medio ambiente ya que cada nutriente debe ser suministrado correctamente, siendo el más mínimo error el causante de daños catastróficos ya sea a seres humanos por la ingesta inadecuada de componentes químicos encontrados en vegetales mal fertilizados, especies animales así como al medio ambiente. La finalidad de este trabajo es evitar el uso de componentes químicos en las tierras de cultivo sustituyéndolos por nutrientes obtenidos de manera natural evitando pérdidas en el rendimiento de las cosechas y aún más grave daños a la salud.

ANTECEDENTES

La utilización de fertilizantes se remonta posiblemente al inicio de la agricultura hace más de 5000 años. En los cultivos primitivos el hombre de la Edad de Piedra utilizaba la fertilidad natural de los suelos, al descubrir que no todos los suelos tenían el mismo nivel de producción, y algunos disminuían su rendimiento si eran cultivados continuamente, contemplaron la posibilidad de mejorar el crecimiento de las plantas cultivadas por medio del aporte de ciertos materiales. En las antiguas culturas (en los valles del Nilo, Éufrates, Indo, ríos de China y Sudamérica, etc.) ya utilizaban formas primitivas de abonado para mejorar la fertilidad del suelo.

La experiencia de abonado adquirida en los tiempos primitivos según Catón (siglo I d. C.) cultivar bien significa labrar, cuidar y abonar bien. Algunos abonos se tenían en la antigüedad por tan valiosos, que su robo era severamente castigado.

Los estiércoles (animales y humanos), compostas, residuos vegetales y animales, lodos de ríos, tierras con contenido de sales son por mencionar algunos abonos que se utilizaban ya en la antigüedad para complementar la fertilidad del suelo.

Desde la Edad Media hasta 1800, la situación agrícola se caracterizó por unas producciones escasas, además de inseguras, ya que la pérdida total de las cosechas causaba frecuentemente empobrecimientos masivos y crisis de hambre en la población.

Después de la Primera Guerra Mundial, la fertilización de los suelos experimenta un impulso considerable en Europa, y pronto ocurre lo mismo en otras muchas regiones del mundo. Las

décadas de los 20's y los 30's son en cierto sentido la "gran época del aprendizaje" de los fertilizantes ya que se analiza y comprueba la eficacia de los diferentes abonos en muchos cultivos, sobre diversos suelos y en diferentes climas. Fue necesario investigar durante decenas de años para llegar a clarificar o, al menos, apreciar la importancia multiforme que tienen las sustancias orgánicas en la nutrición de las plantas descubriendo que el abono mineral no lo es todo.

Desde 1960 es posible, mediante la utilización de fertilizantes aprovechar totalmente el potencial productivo genéticamente determinado de los cultivos, con la llegada del nuevo modelo de desarrollo del país, en la segunda mitad de la década de los 80's y principios de los 90's, la industria estatal de fertilizantes pasa a manos privadas.

Las nuevas condiciones del mercado mundial y la falta de una idea clara para el desarrollo de esta industria traen como consecuencia una disminución paulatina de la producción de fertilizantes haciendo que México se convirtiera en pocos años en un país que depende totalmente de las importaciones en una área que debería estar destacada como uno de los principales países productores de fertilizantes.

CAPÍTULO

I

ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

1.1 ELEMENTOS BÁSICOS NECESARIOS PARA LA ADECUADA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

Los hombres de las primeras civilizaciones dejaron que las fuerzas de la naturaleza destruyeran sus tierras, incluyendo el abuso de pastoreo y el exceso de cultivo sin regeneración. Los componentes principales que se requieren para que las plantas sean organismos autosuficientes es que se obtenga un adecuado suministro de agua, dióxido de carbono, elementos minerales y la presencia de luz natural. El carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre son los elementos que componen a la proteína y por lo tanto el protoplasma que es el material viviente de la célula, es decir, todo el interior de la célula incluyendo el núcleo y el citoplasma, aunque no todas las plantas requieren de los mismos compuestos, existen dieciséis elementos que son esenciales para el crecimiento de algunas plantas según su especie: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, hierro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno, cloro, cobalto, vanadio y sodio .

El contenido de cada uno de estos elementos se divide en dos partes: (La parte asimilable) esto es que las plantas lo puedan tomar directamente y (La parte no asimilable) que no puede ser tomada hasta que se transforme en asimilable.

El laboreo, y la población microbiana del suelo y la acción de los agentes atmosféricos contribuyen a que la parte no asimilable se vaya transformando progresivamente en asimilable. La fertilidad de un suelo depende del contenido de elementos fertilizantes asimilables y de la rapidez con que las partes no asimilables se convierten en asimilables.

En determinados suelos y cultivos, la velocidad de la transformación es la adecuada para que, en todo momento, la planta pueda cubrir sus exigencias. Pero en la mayoría de los

casos no ocurre de esta manera, sino que las necesidades de los cultivos son mayores que las disponibilidades del suelo.

1.1.1 NITRÓGENO

El nitrógeno es de suma importancia para la nutrición de las plantas y una de las ventajas que esto representa es que el hombre lo puede suministrar, éste elemento es absorbido en la mayoría de las plantas excepto las leguminosas, esto se debe a que en las leguminosas existen diversas clases de organismos fijadores de nitrógeno, las bacterias simbióticas son por mucho las más importantes en cuanto a la cantidad de nitrógeno fijado. La bacteria fijadora de nitrógeno más común se llama *Rhizobium* que invade las raíces de las leguminosas.

Una asociación simbiótica entre *Rhizobium* y las leguminosas es que la planta proporciona a la bacteria compuestos de carbono como fuente de energía para la fijación del nitrógeno y otras actividades metabólicas, así como un entorno protector y a su vez recibe nitrógeno en una forma utilizable para la producción de proteínas vegetales [1].

En el resto de las plantas el nitrógeno no debe de estar en su forma elemental, lo más común es que este se encuentre en iones de amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-), de igual manera la urea (NH_2CONH_2) puede ser absorbida por las plantas. En los suelos que generalmente suelen ser cálidos con buena ventilación y ligeramente ácidos o alcalinos la forma predominante que se absorbe es regularmente nitrato aunque esto no impide que se utilicen las dos formas iónicas del nitrógeno.

Cabe destacar que los nitritos son en su mayoría tóxicos para el adecuado desarrollo de las plantas pero por fortuna estos no son acumulados bajo las condiciones naturales del suelo.

La proteína en las células vegetales de las plantas tiene una naturaleza más funcional que estructural, en su mayoría suelen ser enzimas y nucleoproteínas algunas de las cuales están presentes en los cromosomas, en determinados compuestos tienen un funcionamiento como catalizadores y directores del metabolismo. El nitrógeno además de llevar a cabo la función como generador de proteínas es parte fundamental de la molécula de clorofila.

Esta molécula consiste esencialmente en un átomo central de magnesio, alrededor del cual se distribuyen cuatro anillos de pirrol, cada uno de los cuales contiene un átomo de nitrógeno y cuatro de carbono. Las ligaduras del nitrógeno están compartidas con las de los átomos de carbono y magnesio [2].

1.1.2 FÓSFORO

El fósforo es considerado como un elemento de mayor valor nutricional aunque en relación con las cantidades de nitrógeno y potasio que tienen las plantas es relativamente menor.

Es absorbido por las plantas en forma de ión ortofosfato primario H_2PO_4^- y de ión ortofosfato secundario HPO_4^{2-} .

Las cantidades de iones ortofosfato primario y secundario que son absorbidas dependen del pH que se encuentra en el medio que rodea a las raíces, esto es, valores altos de pH incrementan la absorción de H_2PO_4^- y valores bajos de pH incrementan la absorción de HPO_4^{2-} .

Los radicales fosfato y fosforilo de las células de las plantas son transportados a un sector por una reacción de transferencia llamada fosforilación, incrementando la actividad de este compuesto [28].

El ciclo del fosfato en las plantas presenta tres fases distintas: en la primera, el fosfato inorgánico es absorbido y se combina con las moléculas o radicales orgánicos, en la segunda etapa estos compuestos principalmente fosforilados transmiten el grupo fosforilo a otras moléculas a esta etapa también se le conoce como transfosforilización y en la tercera etapa el fosfato, es dividido en fosforilatos intermedios, ya sea por escisión hidrolítica o por sustitución de un radical orgánico. La principal fuente de energía para la incorporación del fosfato en las combinaciones orgánicas es el potencial de óxido-reducción liberado en el metabolismo oxidativo.

1.1.3 POTASIO

Este elemento es considerado el tercero de los de mayor importancia que se requieren para el crecimiento adecuado de las plantas, se absorbe como ión K^+ , es encontrado en los suelos en distintas cantidades. El fertilizante es añadido en distintas sales solubles que son, cloruro potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico.

La deficiencia del potasio en las plantas se presenta desde las hojas de la parte inferior de la planta hasta extenderse a la parte superior, su funcionamiento es de naturaleza catalítica, y es necesaria para llevar a cabo las siguientes funciones fisiológicas:

El metabolismo de los hidratos de carbono, la formación y transformación de almidón, metabolismo del nitrógeno, síntesis de proteínas, neutralización de ácidos orgánicos y crecimiento de los tejidos meristemáticos.

1.1.4 CALCIO

Este es un elemento que es de vital importancia para las plantas se absorbe en ion Ca^{2+} , en su mayoría se encuentra en las hojas y en las células de las plantas es precipitado en forma de oxalato de calcio es visible mediante la falta de brotes terminales de las plantas

Su función principal es estabilizar a las membranas celulares, ya que facilita la cohesión de la célula mediante el pectato de calcio, el cual debe de proteger a las células contra la acumulación de ácidos orgánicos que son subproductos de la síntesis de proteínas, combinándose con ellos para formar sales neutras [3].

Dentro de las funciones del calcio dentro de la planta es la regulación de la permeabilidad de los tejidos de las membranas celulares, ya que las combinaciones proteicas con el calcio tienen influencia sobre la permeabilidad del citoplasma, regula y estimula la absorción del nitrógeno, contrarresta los efectos perjudiciales, como si fuera un antídoto debido al exceso o acumulación de otros elementos como el potasio, magnesio y sodio; afecta la división celular, estabilidad cromosómica y permeabilidad iónica del citoplasma aunado a que favorece el crecimiento germinativo de las plantas [27].

1.1.5 MAGNESIO

Se presenta en forma de ión Mg^{2+} es el único constituyente mineral de la molécula de clorofila y se encuentra en el centro de la misma, la importancia de este elemento como la de los descritos con anterioridad es que si existe un déficit de clorofila en las plantas no se llevaría a cabo la fotosíntesis evitando el crecimiento de la planta.

Es fundamental para llevar a cabo la respiración celular; aunque el magnesio se encuentra en mayores cantidades en el centro de la clorofila también se encuentra en las semillas, ya

que el magnesio es un elemento móvil tiene la facilidad de trasladarse de las partes viejas de la planta a las partes jóvenes en caso de existir alguna deficiencia.

Si se presenta un estado de deficiencia de magnesio avanzado el tejido de la hoja se vuelve uniformemente amarillo pálido, marrón y necrótico.

1.1.6 AZUFRE

Se absorbe principalmente en forma de ión sulfato SO_4^{2-} por las raíces y en muy pequeñas concentraciones en forma de dióxido de azufre SO_2 por medio de las hojas de las plantas debido a su alta toxicidad, no se traslada fácilmente, es un constituyente de ciertas vitaminas, de coenzima A y de glutatión, está presente en los aceites de las plantas de la familia de la mostaza, cebolla, cacahuate y soja; se le asocia con la estructura del protoplasma y es relacionado con la resistencia al frío.

1.1.7 BORO

El boro se absorbe en una o más de sus formas iónicas tales como $B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} o BO_3^{3-} . No es requerido en todas las plantas, y en las que lo requieren son generalmente en cantidades muy pequeñas, no se traslada fácilmente de las viejas a las nuevas regiones meristemáticas, y en caso de existir alguna deficiencia el primer síntoma visual es el cese del crecimiento del bloque terminal, seguido inmediatamente después de la muerte de las hojas jóvenes, estas se vuelven de color verde pálido, perdiendo más color en la base que en el ápice, los tejidos basales se resquebrajan. Si el crecimiento continúa las hojas se retuercen y mueren. La influencia que ejerce el boro en el desarrollo de las células es el control que ejerce en la formación de los polisacáridos y la velocidad de división de las células.

1.1.8 HIERRO

Los efectos fisiológicos del hierro en las plantas dependen de los cambios en sus estados de oxidación, entre Fe^{3+} a Fe^{2+} , siendo este proceso un requisito esencial para que pueda ser absorbido por el suelo, los síntomas de carencia del hierro son parecidos a los del magnesio, ya que ambos originan importantes clorosis entre los nervios de las hojas. Sin embargo cuando se trata de carencias de hierro las hojas jóvenes son las más afectadas ya que este elemento no se desplaza con facilidad, y en casos extremos la hoja se vuelve completamente blanca. El hierro tiene funciones específicas en la activación de varios sistemas meristemáticos: hidrogenasa fumárica, catalasa, oxidasa y citocromos.

Una carencia de hierro también perjudica al mecanismo de producción de la clorofila, ya que ha sido observado que el contenido de clorofila de las plantas se relaciona con un suministro continuo de hierro [4].

1.1.9 MANGANESO

Es absorbido por las plantas en forma de ión manganeso Mn^{2+} , también puede ser absorbido en cualquier forma directamente a través de las hojas y es comúnmente aplicado en pulverización foliar para la corrección de deficiencias, está presente en los cloroplastos en un complejo que oxida el agua para producir oxígeno molecular, iones hidrógeno y electrones, a este proceso se le conoce como fotólisis.

El principal síntoma de la carencia de manganeso es la clorosis entre los nervios, asociada con el desarrollo de pequeñas manchas necróticas, se puede producir tanto en las hojas jóvenes como en las más viejas, según las especies vegetales y su tasa de crecimiento [5].

El magnesio es requerido en las plantas en muy pequeñas cantidades, ya que en suelos extremadamente ácidos y en cantidades grandes suele ser tóxico.

1.1.10 COBRE

El cobre es asimilado por las especies vegetales en la forma iónica Cu^{2+} , participa en el proceso metabólico de sustancias vitales, es componente de diversas enzimas que intervienen en la nutrición de la planta y tiene un papel preponderante en la fotosíntesis y en la formación de la molécula de la clorofila, adicionalmente el cobre actúa en el control de plagas y enfermedades.

Es por esto que los fungicidas cúpricos son tan eficaces para combatir este problema, la principal característica de la deficiencia del cobre en las especies vegetales se presenta con un severo descenso en el desarrollo de las plantas; las hojas más jóvenes toman un color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo. Existe una escasa formación de la lámina de la hoja, disminución de su tamaño y enrollamiento hacia la parte interna lo que limita la fotosíntesis, dado que el cobre es un elemento inmóvil en la planta, los síntomas de deficiencia aparecen en las partes más jóvenes, se presenta detención del crecimiento, deformación y decoloración de las hojas y necrosis del sistema apical y en plantas con deficiencias agudas no florecen. La abundancia del cobre en los suelos favorece la clorosis férrica, el enanismo de las especies vegetales, la reducción en la formación de ramas, el engrosamiento y oscurecimiento anormal en la zona de las raíces.

1.1.11 ZINC

El zinc, cuya forma de asimilación es como ión Zn^{2+} , es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y activar algunos sistemas enzimáticos. Este elemento cumple con funciones en la síntesis de la clorofila y en la formación de hidratos de carbono, es esencial en la producción de materiales genéticos, al participar en la síntesis del ácido nucleico y de las proteínas, interviene en la formación de sustancias de crecimiento, como el ácido indolacético aunado a que favorece la utilización del fósforo y del nitrógeno por las especies vegetales.

La falta de zinc en las especies vegetales provoca que las hojas nuevas presenten tonalidades amarillas y sean más pequeñas de lo normal, los síntomas de deficiencia aparecen principalmente en la segunda y tercer hoja cuando están completamente maduras de la parte superior de la planta, si los síntomas son moderados las venas son verdes, con áreas internervales de color amarillo o crema, por el contrario si son severos, las venas se vuelven amarillas especialmente cerca de la punta de la hoja, pueden aparecer puntos pequeños de color verde en el área amarilla, necrosis en la punta y márgenes de la hoja.

1.1.12 MOLIBDENO

El molibdeno es absorbido por las plantas como anión MoO_4^{2-} este elemento es un nutriente esencial para el crecimiento de los vegetales. Las plantas pueden tolerar altos niveles de molibdeno, pero no el ganado, este puede manifestar molibdenosis (enfermedad que produce un retraso en el crecimiento y pérdida de peso en el ganado y en las vacas lactantes se manifiesta con diarreas y anemia), si el forraje que consume tiene cantidades elevadas de éste micronutriente.

1.1.13 CLORO

Este elemento se encuentra en las plantas en forma de ión cloruro Cl^- , es necesario para la reacción de ruptura del agua en la fotosíntesis y en la división celular en hojas y raíces. Las plantas con carencia de cloro se marchitan en los extremos de las hojas y desarrollan clorosis y necrosis en las hojas, también se puede presentar limitación en el crecimiento.

Las raíces de las plantas afectadas por la carencia de cloro, pueden ser enanas o raquílicas y más gruesas en las proximidades de los extremos de la raíz.

Los iones cloruro son muy solubles y se encuentran generalmente disponibles en los suelos, ya que el agua del mar es arrastrada en el aire por el viento y vuelve al suelo con la lluvia. La mayoría de las plantas absorben cloruros a concentraciones muy superiores a las necesarias para su funcionamiento normal.

1.1.14 COBALTO

Aunque el cobalto no está clasificado como un elemento esencial para las plantas, es requerido específicamente por los Rhizobia en los nódulos de las leguminosas. La ausencia de Co reduce drásticamente el crecimiento de la planta huésped, con síntomas de carencia de nitrógeno y pobre nodulación. El papel del cobalto es como componente metálico de la vitamina B_{12} , que a su vez, es requerida para la formación de leghemoglobina y para otras reacciones importantes que se producen durante la fijación del nitrógeno y que dependen directamente de la vitamina B_{12} o de la intervención de Co como coenzima.

1.1.15 VANADIO

El vanadio es esencial para algunas plantas de importancia agronómica, debido a que aumenta el rendimiento de las cosechas, entre las plantas que más se ven beneficiadas de este elemento destacan el espárrago, el arroz y el maíz. También se ha demostrado que puede sustituir parcialmente al molibdeno en la actividad de la nitrogenasa, enzima indispensable para las bacterias que participan en la fijación de nitrógeno atmosférico.

1.1.16 SODIO

El sodio es absorbido por la planta como Na^+ . Su contenido puede variar ampliamente, dependiendo del existente en el suelo, de la especie que se considere y del órgano que se analice. Como valor medio se puede aceptar 120 ppm en peso seco, siendo las hojas normalmente, más ricas que las semillas y las leguminosas más que los pastos.

Aunque la función específica del sodio aún no se conoce, recientes investigaciones han señalado su posible acción como activador de la enzima carboxilasa fosfoenolpirúvica, primera enzima de carboxilación en la fotosíntesis de plantas [5].

CAPÍTULO

II

TIPOS DE SUELO Y SUS USOS

2 EL SUELO

El término suelo, que se deriva del latín solum, y significa piso, puede definirse como la capa superior de la tierra que se distingue de roca sólida y en donde las plantas crecen. Con este enfoque, los suelos deben considerarse como formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo condiciones muy diversas de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución y, en consecuencia, su gran variedad.

Pero tal como ocurre con muchas palabras que comúnmente se utilizan, el suelo puede definirse de formas diferentes. Esto depende del criterio que se adopte en lo que respecta a su utilización, formación, origen, constitución o función.

- Agrícola
- Forestal
- Industrial
- Habitacional

Bajo el punto de vista menos aplicado y general, y más científico, también se pueden encontrar otras orientaciones. Así, existe una dirección o criterio geológico que define el suelo en función de su formación a partir de las rocas originarias. Y en este sentido, el suelo puede definirse como el producto de erosión de las rocas, evidenciando en las partes superficiales de la corteza terrestre y que contiene en ocasiones restos de materia orgánica descompuesta o en estado de descomposición [6].

Pero el suelo, independientemente de su origen tiene una función, soportar una vegetación y en él se deben dar las condiciones necesarias para el desarrollo de las plantas.

Con este enfoque, nos encontramos con una concepción fisiológica vegetal que define al suelo como la mezcla de partículas sólidas pulverulentas, de agua y de aire que, provista de

los elementos nutritivos necesarios para las plantas, puede servir como sustentadora de una vegetación.

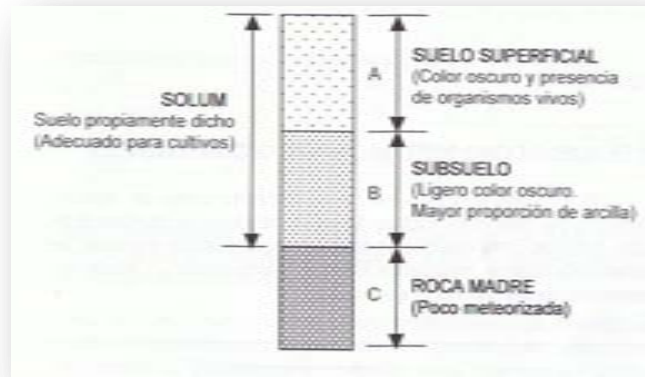
Bajo el punto de vista químico y agrícola también es aceptable su correspondiente orientación. Y en este sentido, el suelo puede considerarse como un sistema disperso constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa, que constituye el soporte mecánico y en parte, el sustento de las plantas.

Según este concepto, el estudio del suelo debe dirigirse hacia dos objetivos fundamentales, por una parte a considerar sus diversas propiedades, con referencia especial a la producción de plantas, es decir, un aspecto práctico o aplicado. Por otra, a su estudio científico, especialmente químico, para determinar la variación de su productividad y hallar los medios para su conservación y mejora. El punto de partida en la formación del suelo lo constituyen las rocas situadas en la superficie terrestre (en su mayoría rocas ígneas y sedimentarias), las cuales con el tiempo y a través de un conjunto de procesos que se engloban en el término “meteorización”, son desintegradas y alteradas por acción de diversos agentes de naturaleza física, química y biológica. A medida que avanza el tiempo empieza la edafogénesis, que comprende los procesos que afectan al suelo, y que junto con la meteorización dan lugar a un suelo determinado.

2.1.1 EL PERFIL DE SUELO.

El perfil del suelo se considera como la exposición vertical de una porción superficial de la corteza terrestre que incluye todas las capas u horizontes que han sido alteradas durante el periodo de su formación, junto con las más profundas que incluyeron en su génesis.

Básicamente, y sin profundizar en el aspecto puramente edafológico (subhorizontes y sistemas de nomenclatura), el perfil de un suelo comprende tres horizontes principales designados por las letras A, B y C (tabla 1).



*Tabla .1. División del suelo.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.*

El horizonte A está formado por el suelo superficial, y en él se encuentra la mayor parte de materia orgánica procedente de las raíces de las plantas y otros restos que son depositados sobre la superficie. Presenta color obscuro, y es el más expuesto y, consecuentemente afectado por los agentes climáticos. Desde el punto de vista agrícola, es el más adecuado para el cultivo, ya que contiene muchos de los nutrientes esenciales para la planta.

El horizonte B constituye la capa intermedia, y suele estar también altamente meteorizado. De color más claro, en él se sitúan las raíces de los arbustos y árboles. El contenido en materia orgánica es mucho menor [7].

El horizonte C comprende la capa más profunda del perfil. Está formada por partículas de roca poco desmenuzadas y prácticamente sin actividad por parte de organismos vivos.

En muchos casos se pueden concretar los tres horizontes, pero no siempre pueden delimitarse con claridad. Algunas veces pueden carecer de alguno o no haber una diferencia

visible. Esto último es lo que pueden presentar algunos suelos jóvenes que solo muestran un ligero oscurecimiento.

Considerando la definición química del suelo constituido por tres fases (sólida, líquida y gaseosa) se pueden distinguir en él cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire (tabla 2), íntimamente ligados, mezclados entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas.

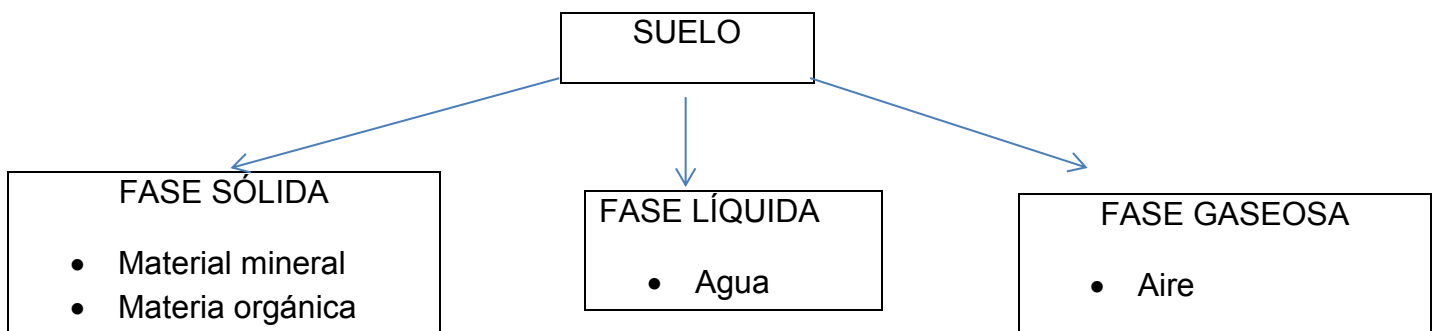


Tabla 2. Fases del suelo.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.

La composición de los citados componentes, como es lógico puede variar con el tiempo y de un lugar a otro. Dentro de ellos, el volumen de agua y de aire guardan una relación inversamente proporcional entre sí, ya que al eliminarse el agua por drenaje, evaporación o crecimiento de la planta, el espacio poroso que estaba ocupado por ella es llenado de nuevo por aire.

Si hacemos una comparación entre estas tres fases para observar cual es la más estable, la sólida tendría ventaja debido a que en términos generales se encuentra la caracterización del suelo. La fase sólida en la mayoría de los suelos está constituida principalmente por sustancias inorgánicas de diferente composición química. Algunas de ellas son mezclas de compuestos a las que se denominan rocas y están íntimamente relacionadas con su tamaño.

De acuerdo a la definición antes dada se ilustra en la tabla 3 la composición centesimal media aproximada en volumen y peso de un suelo superficial franco en buenas condiciones para el desarrollo vegetal.

COMPONENTE DEL SUELO	% VOLUMEN	% PESO
Materia mineral	45	81
Materia orgánica	5	2
Agua	25	17
Aire	25	-

*Tabla 3. Composición centesimal media aproximada en volumen y peso de un suelo superficial.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.*

Como se puede apreciar el porcentaje mayor del suelo es constituido por la parte mineral y se encuentran dentro de las rocas.

2.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ROCA MADRE

Las rocas parentales de donde se originan los suelos, se clasifican en tres grandes grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas [8].

La mayor parte de la superficie terrestre está formada por rocas ígneas que resultan del enfriamiento y solidificación de las masas fundidas de lava o magma, su clasificación está dada en cuatro tipos de rocas ígneas de acuerdo a la cantidad de sílice; así se tiene: rocas ácidas ($\text{SiO}_2 > 66\%$), semiáridas o subácidas (SiO_2 entre 66 y 62%), y básicas (SiO_2 entre 52 y 45%). A veces se pueden distinguir rocas ultra básicas ($\text{SiO}_2 < 45\%$). A disminución del contenido en SiO_2 , se aumenta el contenido de otros minerales más útiles en la nutrición de las plantas como CaO , MgO , Fe_2O_3 , P_2O_5 y K_2O .

A continuación como se muestra en la tabla 4 la composición química en promedio de la clasificación de rocas ígneas en porcentajes de cada componente según González-Bonorino.

Componente como óxido	Roca ácida: granito	Roca semi básica: Diorita andesita	Roca básica: Gabro basalto	Roca ultra básica: peridotita
SiO ₂	72.0	54.5	48.4	43.5
TiO ₂	0.4	1.5	1.3	0.8
Al ₂ O ₃	13.9	16.4	16.8	4.0
Fe ₂ O ₃	0.9	3.3	2.6	2.5
FeO	1.7	5.2	7.9	9.8
MnO	0.1	0.1	0.2	0.2
MgO	0.5	3.8	8.1	34.0
CaO	1.3	6.5	11.1	3.5
Na ₂ O	3.1	4.2	2.3	0.6
K ₂ O	5.5	3.2	0.6	0.2
H ₂ O	0.5	0.8	0.6	0.8
P ₂ O ₅	0.2	0.3	0.2	0.05

Tabla 4. Composición de las rocas ígneas.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.

Las rocas sedimentarias resultan de la meteorización y erosión de las rocas ígneas, las metamórficas del depósito de estos materiales y de ciertos residuos orgánicos, este último fenómeno ocurre con frecuencia después de un proceso de transporte. Comúnmente, el depósito está acompañado de procesos que alteran los materiales depositados los cuales se

llaman diagénesis e incluyen cambios físicos y químicos que originan materiales bastante heterogéneos.

La tabla 5 muestra la composición química promedio de algunas rocas sedimentarias comunes; en porcentaje de cada componente según Gonzáles-Bonorino [28]

Componente como óxido	Areniscas	Esquistos arcillosos	Lutitas	Tillitas	Calizas	Arcillas
SiO ₂	74.3	58.9	54.8	58.9	8.2	54.9
TiO ₂	0.4	0.8	0.8	0.8	-	0.8
Al ₂ O ₃	6.5	16.7	5.9	15.9	2.2	16.6
Fe ₂ O ₃	1.8	2.8	3.6	3.3	1.0	7.7
FeO	0.9	3.7	2.9	3.7	0.7	7.7
MnO	0.05	0.09	0.1	0.1	0.1	2.0
MgO	1.5	2.6	2.9	3.3	7.7	3.4
CaO	4.9	2.2	4.7	3.2	40.5	0.7
Na ₂ O	0.5	1.6	1.2	2.1	-	1.3
K ₂ O	1.7	3.6	3.5	3.9	-	2.7
H ₂ O	2.2	5.0	5.0	3.0	-	9.2
P ₂ O ₅	0.1	0.16	0.15	2.0	0.1	0.7
CO ₂	4.4	0.13	3.7	0.6	35.5	-
S-SO ₄	0.5	-	0.3	0.1	0.1	-

Tabla 5. Composición química de las rocas comunes.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.

Por último las rocas metamórficas se originan en los cambios producidos por el efecto de altas temperaturas y presiones que actúan sobre rocas ígneas o sedimentarias.

En los procesos metamórficos también hay cambios químicos, como por ejemplo la formación de la wollastonita a partir de calcita y cuarzo en las calizas cuarzosas, según la reacción:



La distribución de minerales en las rocas depende de la naturaleza química y de las condiciones de formación de estas rocas.

Como sabemos el perfil B del suelo es muy parecido al perfil C (tabla 1) así que la composición mineral es aproximadamente la misma tomando en cuenta que está constituido en su totalidad por rocas y la materia orgánica es mucho menor comparada con la que se encuentra en el primer perfil.

2.1.3 SUELO SUPERFICIAL.

Para interés de este trabajo esta es la parte del suelo que más nos interesa debido a que es donde se encuentra la materia orgánica que es el sustento para el buen desarrollo de las plantas.

Todo suelo cultivado puede considerarse en su conjunto como un verdadero organismo viviente, ya que en él se desarrollan innumerables formas de vida animal como vegetal de tamaño y actividades muy diversas. Todos estos organismos contribuyen a la formación y a la evolución del suelo, la importancia de esta materia viviente es tal que su peso puede parecer irrisorio al lado de la intensa actividad que desarrolla.

Dentro de la materia viviente del suelo predomina cualitativamente, por el papel que desempeñan y cuantitativamente, por el número, los pertenecientes al reino vegetal.

Sin embargo, gran número de animales pasan una gran parte de su vida en el suelo y sus efectos sobre éste último son algunas veces beneficiosos en muchos aspectos.

Se pueden distinguir, entre las formas vivientes del suelo, dos grupos principales: los macroorganismos y los microorganismos. Tanto unos como otros están constituidos por formas animales y vegetales. A continuación se exponen la tabla 6 con los grupos más importantes.

ORGANISMOS DEL SUELO			
ANIMALES	Macro	Pequeños mamíferos Insectos Caracoles y babosas Arácnidos Lombrices de tierra	
	Micro	Nemátodos Protosos Rotíferos	
VEGETALES	Macro	Raíces de plantas superiores	
	Micro	Algas	Verdes Verde-azulada Diatomeas
		Hongos	Setas Levaduras Mohos
		Actinomicetos	
		Bacterias	Aerobias Anaerobias Autótrofas Heterótrofas

*Tabla 6. Clasificación de los organismos del suelo.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.*

La actividad de los pequeños mamíferos se centra fundamentalmente en la pulverización, granulación y transferencia de considerables cantidades de suelo. Estas acciones pueden considerarse en cierto modo beneficiosas, ya que sus madrigueras sirven para airear y drenar el suelo, por otra parte, durante su ciclo vital, posteriormente a su muerte, incorporan una notable cantidad de materia orgánica al suelo.

Los organismos de naturaleza vegetal son más numerosos y, en muchos aspectos más importantes que las formas animales. Como fuente de materia orgánica, las raíces de las plantas superiores proporcionan una cantidad de tejido originario mucho mayor que los demás organismos juntos, las raíces de las plantas superiores no solo actúan como fuente de tejidos muertos. Mientras viven ejercen una gran influencia en el equilibrio de la disolución del suelo. Excretan sustancias ácidas que actúan como eficientes disolventes y aumentan el número de microorganismos a su alrededor, lo cual activa muchos procesos bioquímicos. Al morir, aportan gran cantidad de materia orgánica [9].

La vegetación consta de tallos, hojas, flores y frutos, los que al depositarse en la superficie del suelo constituyen la hojarasca o mantillo; cada uno de estos componentes tiene una composición química específica. En la mineralización, los residuos sufren un proceso de degradación o descomposición hasta que los componentes elementales de las proteínas, carbohidratos y otros son depositados en el suelo. Los productos resultantes pueden ser objeto de nuevos procesos de resíntesis y polimerización dando lugar a nuevos agregados químicos que reciben el nombre de ácidos húmicos que poseen características y propiedades específicas; este proceso recibe el nombre de humificación.

A toda esta materia orgánica dispuesta en el suelo se le conoce como humus.

Pero el concepto de este difiere un poco entre algunos autores: Scheffer y Ulrich, Stevenson y Kononova lo definen como la totalidad de restos postmortem presentes en el suelo; McLaren y Peterson lo describen como el conjunto de aquellos componentes difícilmente mineralizables que se acumulan en el suelo.

Pero hasta el momento la definición más aceptada es la recomendada por la Soil Science Society of América, es “el humus es la fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. Esta fracción se determina en general en suelos que pasan por un tamiz con malla de 2.0 mm”.

De acuerdo a los conceptos anteriores se aprecia que el humus es la parte principal para la nutrición de las plantas que se genera de forma natural, es por ello que al mejorar las condiciones nutritivas del suelo (eutrofia), se desarrollan una flora y fauna más favorable y, de este modo, aumenta el grado de descomposición de los residuos y avanza la organización del humus.

En los suelos forestales y en los explotados agrícolamente, con frecuencia se presentan condiciones hídricas favorables, que permiten las formaciones de humus del tipo terrestre. El humus reciente representa a los restos vegetales intactos que se han acumulado en la superficie del suelo por depósito; así se forma la capa con mantillo. Dentro del mantillo se diferencian tres capas:

Capa OL (L, primera letra de litter = hojarasca); con residuos vegetales

Capa OF (F, primera letra de fermentación = alteración): con residuos

Capa OH (H, primera letra de humus): con acumulación de productos de resíntesis de naturaleza húmica.

En función de las características de la capa completa y de las subcapas OL, OF, OH, se distinguen tres términos para caracterizar los tipos de mantillo: mull, moder y humus bruto. En el caso del mull los procesos de transformación son rápidos si se presentan altas temperaturas y condiciones edafológicas óptimas. En el caso del humus bruto, la velocidad de transformación disminuye rápidamente, debido a lo cual el proceso puede durar entre 10 y 20 años. El moder se considera como un estado intermedio.

En una segunda clasificación se hace hincapié en la composición química de los componentes del humus y en sus propiedades químicas, físicas y fisicoquímicas.

La composición química de la materia orgánica es muy heterogénea, pues la cantidad de compuestos químicos que se presentan es infinita. Los restos vegetales y animales son polímeros de compuestos orgánicos que durante el proceso de su transformación son, primeramente, degradados y despolimerizados hasta sus constituyentes básicos; como en este proceso se produce la formación de componentes inorgánicos (N, P, S), se le da el nombre de mineralización, y los productos orgánicos resultantes constituyen la fracción de materia orgánica no alterada.

Los elementos nutritivos se acumulan en las plantas, generalmente en calidad de compuestos orgánicos de una estructura polimerizada como la de los carbohidratos, proteínas y grasas; algunos nutrimentos se presentan como compuestos inorgánicos en una estructura más simple.

Dentro de los componentes orgánicos de los restos animales y vegetales se pueden diferenciar los grupos de: carbohidratos; proteínas, polipéptidos ácidos nucleicos; grasas, ceras y resinas; ligninas; y otros compuestos.

Carbohidratos. Constituyen los tejidos de sostén y conducción de las plantas, representando sustancias de reserva de las mismas. Entre ellos están: Monosacáridos y derivados (glucosa, galactosa, ribosa, arabinosa, xilosa y aminoazúcares).

Oligosacáridos: disacáridos como la sacarosa, la maltosa, la lactosa y trisacáridos como la rafinosa.

Polisacáridos: almidón, celulosa, hemicelulosa, pectina, inulina, glucógeno, quitina.

Proteínas, polipéptidos y ácidos nucleicos. Polímeros constituidos sobre la base de aminoácidos y oligopéptidos derivados. Los aminoácidos más frecuentes son la lisina, la alanina y la glicocola. Las sustancias proteicas son cadenas de aminoácidos con una longitud y secuencia definidas, en las que se diferencian estructuras primarias, secundarias y terciarias, según sea la disposición de los aminoácidos. El peso molecular de las proteínas alcanza las 100000 unidades.

Grasas, ceras y resinas. Las grasas neutras se derivan de la glicerina esterificada con ácidos grasos; son sustancias de reserva que se acumulan en diferentes órganos de las plantas, especialmente en las semillas.

Las ceras son ésteres de ácidos grasos y alcoholes que forman la cutícula del tallo, las hojas y los frutos, y cumplen funciones de protección.

Las ligninas son polímeros derivados del fenilpropano sustituido y es un componente básico de tejidos leñosos (xilema, endodermis) y constituyen el tejido de sostén de las plantas. En algunos casos se ha demostrado la presencia de N en la composición de las ligninas.

En los tejidos vegetales hay una multitud de otros componentes bioquímicos importantes, como ácidos orgánicos, pigmentos alcaloides, hormonas externas, antibióticos y quelatos.

Estos no se consideran aquí en detalle por que desempeñan un papel de poca importancia cuantitativa en la mineralización de restos vegetales y en el proceso de humificación.

La transformación más importante en los procesos de la mineralización y la humificación son de naturaleza bioquímica. Después de la destrucción mecánica y física de los restos vegetales y animales se produce el ataque de microorganismos, los que por medio de sus jugos digestivos y enzimas, destruyen los compuestos orgánicos y dan lugar a la liberación de minerales.

La bioquímica de los procesos de humificación es más compleja. Está basada en una síntesis o resíntesis de los productos de mineralización; esta polimerización conduce a ácidos húmicos y derivados de gran tamaño molecular cuyo peso se puede encontrar entre 10000 y 50000; su estructura aromática es complicada y variable. A través de estos procesos se forman en el suelo productos definidos, estables, de color oscuro, denominados ácidos húmicos. Por ser productos sintéticos del propio suelo, se agrupan en la fracción típicamente edáfica del humus.

Hasta el momento se ha tratado de explicar cómo es que se forma el suelo en sus diferentes horizontes y los factores que afectan o contribuyen para su buen desarrollo, una vez explicado esto es necesario hablar de los tipos de suelo de acuerdo a su clima que es principalmente el que rige sobre su composición química que es nuestro punto de partida hacia la elaboración de un fertilizante natural que cumpla con los requerimientos necesarios para el aprovechamiento óptimo de nuestros cultivos, especialmente el maíz, en un terreno ubicado al sur del estado de México.

2.2 TIPOS DE SUELO

Los suelos son formados por la combinación de 5 factores interactivos: material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo; constan de cuatro grandes componentes; materia orgánica, minerales, agua y aire.

La acción conjunta de los factores que condicionan la formación y evolución del suelo conduce al desarrollo de diferentes perfiles o tipos de suelo. La clasificación de los mismos puede basarse en criterios diversos podemos citar:

Características intrínsecas del suelo, dependientes de los procesos genéticos que los desarrollan.

Propiedades del suelo como permeabilidad, salinidad, composición y que además se relacionan. Según su aptitud para diferentes usos, fundamentalmente agrícola.

Es frecuente realizar una primera agrupación en función del factor o factores predominantes en su desarrollo. Así, se distingue entre:

2.2.1 SUELOS AZONALES

Corresponden a suelos inmaduros, que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo por no haber actuado los factores edafogenéticos durante el tiempo suficiente (aclimáticos), en los que los caracteres predominantes son los debidos al tipo de roca madre.

Son los presentes por ejemplo sobre sedimentos recientes, desiertos y suelos helados.

2.2.2 SUELOS INTRAZONALES

Son los desarrollados bajo condiciones en que predominan los factores edafogenéticos pasivos, como roca madre, pendiente, acción humana. Son suelos aclimáticos, ya que el factor clima no es determinante en su formación.

2.2.3 SUELOS ZONALES

Desarrollados bajo la acción de los factores activos de formación del suelo, en especial el clima, durante el tiempo suficiente. Son por tanto climáticos. Se trata de suelos maduros y bien evolucionados.

Esta división fue hecha por Thorp Baldwin y Kellog (1938-1949). Además propone en cada uno de ellos subórdenes y grupos que se exponen en la tabla 7.

TIPO DE SUELO		CARACTERÍSTICAS
AZONALES: Inmaduros o brutos, horizontes mal desarrollados	LITOSUELOS	Delgados, influidos por el tipo de roca madre debido a poca evolución temporal o desarrollo en grandes pendientes.
	REGOSOLES	Sobre depósitos muy recientes: aluviones, arenas, dunas.
	RANKER	Sobre rocas silíceas. Propio de climas fríos de montaña y fuerte pendiente. Suelo ácido pobre en carbonatos. Sin horizonte B.
	RENDSINA	Sobre rocas calizas en climas diversos. Poco espesor. Sin horizonte B. Es el equivalente al anterior en terrenos calcáreos.

INTERZONALES: Poco Evolucionados. Condicionados por roca madre y mal drenaje	SALINOS		Ricos en sales. Climas secos. Escasa vegetación. Pobre en humus.
	GLEY		Zonas pantanosas. Horizontes inferiores encharcados en los que se acumula Fe que le dá color gris azulado.
	TURBERAS		Terreno encharcado con abundante vegetación y exceso de materia orgánica.
ZONALES. Suelos condicionados por el clima, que ha actuado largo tiempo. Son suelos maduros, muy evolucionados.	Alta lat.	TUNDRA	Vegetación escasa. Evolución lenta limitada al periodo estival.
	Clima frio	PODSOL	Tierras grises o de cenizas.
		TIERRA PARDA DE BOSQUE	En bosques de caducifolios. Rico en humus. Horizonte B poco desarrollado.
		MEDITERRANEOS	Veranos secos asociados a bosques de encinas y arbustos. Pobres en humus y arcillosos por descalcificación de calizas. Destacan los suelos rojos.
			Tierras negras de estepa. Climas continentales.

	Latitudes medias	Climas templados	CHERNOZIOM	Horizontes muy desarrollado y rico en humus y óxidos de Fe. Suelos muy fértiles.
			DESÉRTICOS	Poca materia orgánica, por lo que tienen un color claro.
	Latitud intertropical		LATERITAS	Clima ecuatorial, cálido y muy lluvioso. Carecen de horizonte A por el lavado intenso. El horizonte B presenta hidróxidos de Fe y Al. Se forma una costra rojiza muy dura.

*Tabla 7. Subdivisiones de los tipos de suelo.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.*

De acuerdo al conocimiento que se tiene y la familiarización con el terreno donde se llevó a cabo la parte experimental se puede decir que es un terreno condicionado por el clima, suelos muy maduros y desarrollados. La altitud a la que se encuentra el municipio de Sultepec es 2410 msnm y presenta un clima templado es por eso que nos atrevemos a decir que tenemos un suelo CHERNOZIOM, según con la definición antes dada este tipo de suelo es rico en humus y por la experiencia que hemos adquirido durante el estudio y estancia en el municipio aseguramos que en la mayoría de las cosechas el rastrojo se queda sobre las parcelas, el tiempo hace lo necesario para que estos nutrientes sean depositados día con día sobre el suelo para así poder enriquecerlo de manera natural.

En el capítulo I se explicaron los principales nutrientes para el desarrollo de las plantas, pero, la pregunta inevitable es ¿cómo se transfieren esos nutrientes? Entre las principales características de los suelos, su reacción es una de las más importantes, ya que su estudio ha puesto de manifiesto la estrecha relación que la une con la configuración de sus estructuras, la meteorización, humificación, movilidad de nutrientes, intercambio iónico, etc., y en consecuencia, con las especies vegetales que mejor se desarrollan en cada tipo de suelo.

La reacción del suelo viene expresada por el pH, que corresponde a su fase acuosa o disolución salina, pero tanto ésta como los coloides ionizables en él, son los que regulan sus distintos valores. En función de ellos son posibles tres condiciones: acidez, neutralidad y alcalinidad.

La acidez aparece normalmente en suelos localizados en regiones de alta pluviometría, los cuales están sometidos a un continuo y amplio lavado. Debido a ello, el agua disuelve las bases solubles, que percolan y se pierden por lixiviación en proporciones considerables.

Estas y otras circunstancias dan lugar a que el complejo coloidal del suelo fije gran cantidad de H^+ , que al producirse su disociación, tiende a estar en equilibrio dinámico con la disolución del suelo, esta se enriquece en H^+ y el pH desciende.

La alcalinidad se produce cuando hay escasez de agua y el complejo coloidal presenta un alto grado de saturación de bases. Por ello y debido a su carácter básico, puede hidrolizarse dando lugar a un predominio en la disolución del suelo de OH^- sobre los H^+ producidos en la disociación.

En este sentido, tienen gran incidencia las aportaciones orgánicas, siempre inferiores a las de los climas húmedos; la disminución de la actividad microbiana por la escasa humedad y

aportación vegetal; y los procesos de meteorización de los minerales del suelo, los cuales liberan cationes que pueden pasar a enriquecer el complejo coloidal.

El valor del pH de los suelos puede variar ampliamente. En la siguiente tabla 8 se muestran los límites extremos de pH para la mayoría de los suelos de las regiones húmedas y áridas.

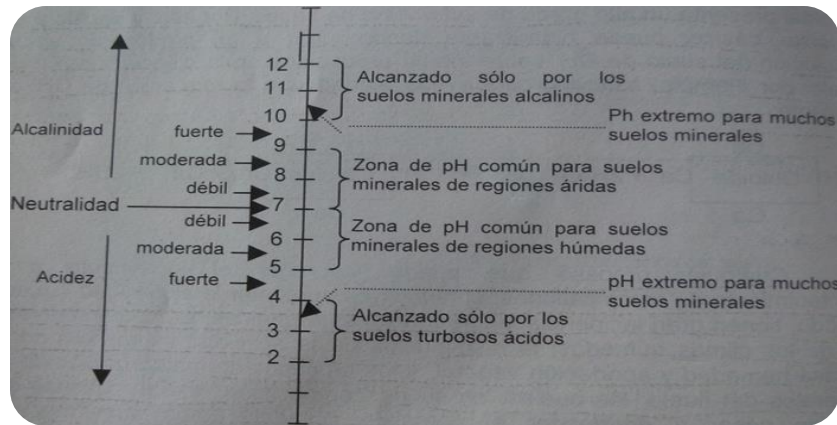


Tabla 8. Zonas de pH en el suelo.
Fuente: Fuentes J. El suelo y los fertilizantes.

La reacción del suelo condiciona de forma decisiva no solo la vida de los microorganismos y los importantes procesos en que ellos intervienen, sino también la mayor o menor asimilabilidad de muchos elementos químicos que para la planta son esenciales, y la de otros que a determinadas concentraciones pueden resultar tóxicos y producir en ella graves alteraciones. Los puntos más interesantes a resaltar y al considerar las relaciones expuestas son: La solubilidad de las sales amoniacales y nítricas es elevada en todo el intervalo de pH que puede presentar el suelo.

La disponibilidad de fósforo disminuye a pH inferior a 6.5, debido a que el hierro y el aluminio se encuentran tanto más solubilizados, cuanto menor es el pH, provocan la precipitación del fósforo como fosfatos insolubles. A pH= 6.5, las cantidades de hierro y aluminio solubles son

muy pequeñas, con lo que la precipitación se reduce. Entre 6.5 y 7, la utilización del fósforo es máxima. A pH superior a 7.5, el calcio provoca su precipitación. Por encima de 8.5 el exceso de sales sódicas contribuye a su solubilización.

La solubilidad del potasio y de los compuestos de azufre es, al igual que en el caso del nitrógeno, alta en todos los valores de pH considerados, aunque la cantidad de azufre en condiciones muy ácidas disminuye debido a las pérdidas por lixiviación.

El calcio y el magnesio son más asimilables a valores de pH elevados. La acidez alta provoca su lixiviación, y ello justifica su menor disponibilidad en estas condiciones.

El hierro, manganeso, cobre, zinc, son altamente disponibles a pH inferior a 5. Al aumentar el pH tienden a insolubilizarse bajo la forma de hidróxidos, de tal forma que en la zona alcalina sus posibilidades de utilización son extraordinariamente escasas.

El boro presenta su máximo de solubilidad en el intervalo de pH= 5-7, y se reduce a pH > 8

El molibdeno presenta un comportamiento inverso el hierro y aluminio. A valores de pH bajos precipita con estos elementos, y a valores de pH altos presenta una gran disponibilidad al pasar a la forma de molibdatos solubles.

Considerando todas estas alteraciones en su conjunto, puede decirse que un pH entre 6 y 7 es el mejor para la más fácil asimilación de los elementos nutrientes.

Como se puede apreciar el pH del suelo es uno de los parámetros importantes que debe ser tomado en cuenta para la fácil asimilación tanto de macronutrientes como de micronutrientes.

En el terreno donde se hicieron las pruebas cuenta con un pH de 6.8 y como ya se ha citado los elementos importantes en el capítulo anterior ahora es importante mencionar que en el pasado, los seres humanos pensaban que los recursos naturales eran inagotables, o creían que siempre se renovarían rápidamente por sí mismos.

Desde hace miles de años, hombres y mujeres han trabajado y modificado su entorno, utilizando habilidades y herramientas cada vez más poderosas.

Pero en los últimos dos siglos su acción se ha multiplicado, debido al aumento de la población y del potencial técnico y científico.

Como consecuencia, los cambios en la biosfera producidos por la actividad humana durante las últimas décadas son comparables con los cambios naturales que suceden en miles de años. Se ha provocado una acelerada degradación de los recursos naturales, erosión del suelo, deforestación, desertificación, contaminación y pérdida de la diversidad biológica.

Por otra parte, la demanda de productos agrícolas aumenta día a día, con el crecimiento de la población y el progreso de sus condiciones de vida. Para satisfacer esta demanda, ya no es posible recurrir a tierras aun sin explotar: la única respuesta es intensificar la producción sin agotar los recursos básicos ni degradar al ambiente.

Los problemas del medio ambiente varían de región en región, pero se repiten con mayor o menor intensidad en casi todos los países del mundo, repercute en forma directa y negativa cuando se talan bosques, no se rotan los cultivos ni se deja descansar el suelo y se concentra el ganado en espacios reducidos.

El ser humano ha causado graves daños, pero no toda intervención fue negativa. Algunas zonas de la tierra son ahora más productivas que en su estado natural, es por eso que ahora se propone una manera natural para la restauración de los suelos cultivados y de ésta manera reducir el impacto que tienen el uso excesivo de fertilizantes industriales y con ello la alimentación de calidad para toda la población.

CAPÍTULO

III

TIPOS DE FERTILIZANTES

3 FERTILIDAD

Es un término manejado con frecuencia cuando se hace referencia a la riqueza de la tierra, es decir que el productor mide la fertilidad de un suelo por su capacidad de producir granos y forrajes. Ralph du Faur (Ingeniero Agrónomo graduado en la UBA 1968) da una definición más técnica diciendo: un suelo es "fértil" cuando en él existen todos los elementos para promover el desarrollo vegetal (raíces, etc.) sin sustancias tóxicas, de estructura suelta y desmenuzable, en presencia de una activa y multitudinaria micro y macro fauna que transforma la materia orgánica.

Como la materia proviene de seres vivos, contiene prácticamente todos los macro y micronutrientes que los pastos necesitan. Pero para ser aprovechables, deben descomponerse. Si esta transformación es lenta, en un suelo rico existirán deficiencias, igualmente que en un suelo pobre. Por el contrario, un suelo pobre en materia orgánica puede ser relativamente rico en nutriente por su mayor velocidad de descomposición.

Es decir que un suelo fértil no siempre es productivo y un suelo poco fértil puede serlo por esta razón la fertilidad se divide en:

3.1 FERTILIDAD ACTUAL

Depende del contenido de nutrientes inmediatamente asimilados.

3.2 FERTILIDAD POTENCIAL

Depende de la materia orgánica.

La forma de conocer el estado de un suelo es por medio de análisis biológicos, químicos, de estabilidad, permeabilidad, etc. Para definir su estado nutricional es primordial establecer la

capacidad que tiene el mismo de proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo equilibrado del vegetal. Dicha capacidad depende de un gran número de factores edáficos y extra edáficos, entre los que se encuentra la dotación de ese suelo.

Se le llama dotación a la cantidad de nutrientes disponibles que presenta un suelo para el vegetal. Cuando esa dotación sea insuficiente, será necesario cubrir la demanda del cultivo mediante al aporte artificial de nutrientes [10].

Es importante destacar aquí que la fertilización tendrá un resultado positivo si el resto de los factores (manejo, climáticos, económicos, etc.) de los cuales depende el éxito del cultivo, se han tenido en cuenta.

La fertilización se realiza con elementos o mezclas de ellos que luego de incorporadas al suelo suministran los nutrientes que los cultivos requieren para su equilibrado desarrollo. La composición de los fertilizantes se expresa mediante su grado de porcentaje, en peso como elemento de los tres principales nutrientes: Nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) en ese orden. Otra forma de expresarlos es mediante su equivalente donde el N está expresado como elemento, el P como pentóxido (P_2-O_5) y el potasio como óxido (K_2O).

3.3 FERTILIZANTES

Los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas. Abonar no es lo mismo que fertilizar; al fertilizar mejoramos las propiedades del suelo para aprovechar al máximo la aplicación de los nutrientes contenidos en los abonos. A pesar de su origen químico, la agricultura comercial no puede prescindir de los

abonos minerales, ya que tienen muchas ventajas, sobre todo las de satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas cultivadas a bajo costo, pero la toxicidad crónica almacenada en los frutos es el argumento que esgrimen los naturalistas para solicitar su reducción [11].

3.4 FERTILIZANTE QUÍMICO

Es un producto manufacturado que contiene cantidades sustanciales de uno a más de los elementos esenciales primarios (N, P y K). En el proceso de producción industrial interfieren usualmente reacciones químicas así como también puede consistir simplemente en la refinación de los elementos necesarios para la producción de fertilizantes.

El grado de un fertilizante se mide de acuerdo a su porcentaje de N, P y K.

Este se prepara en diferentes grados. Por ejemplo: un fertilizante de grado 10 – 30 – 30, significa que tiene 10%N, 30% de fósforo como P_2O_5 y 30% de potasio como K_2O ; el porcentaje sobrante consiste de materiales de relleno (arcilla, arena, etc.), humedad y una porción de ácidos libres y sales provenientes de los procesos químicos que intervienen.

3.5 CLASIFICACIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

Son los más conocidos y usados, especialmente en agricultura y céspedes. Se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y, por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes al contacto o pocos días después.

3.5.1 FERTILIZANTES NITROGENADOS

Los fertilizantes nitrogenados son aquellos productos químicos que contienen el elemento nutritivo nitrógeno en forma asimilable (especialmente amoníaco o nitrato), o que es suministrado como producto de su transformación.

El nitrógeno que contiene el aire, las plantas no lo pueden asimilar directamente, ya que son incapaces de descomponer la molécula para transformarla en una forma utilizable. Esto solo es posible para determinados microorganismos con enzimas específicas (p.ej., las bacterias de los nódulos de las leguminosas).

3.5.2 FERTILIZANTES FOSFÓRICOS

Los fertilizantes fosfatados naturales no son tratados químicamente; el Hiperfosfato es un fertilizante originado en sedimentos marinos, y el más eficiente de todos los de su categoría. No todos los yacimientos de fosforita son iguales y algunos de Marruecos e Israel fueron elegidos como materia prima del Hiperfosfato porque su origen sedimentario no fue alterado. Esto genera apatitas blandas, friables y ricas en fósforo.

3.5.3 FERTILIZANTES POTÁSICOS

Las principales fuentes de potasio son solubles en agua, por esta razón si existe una adecuada humedad en el suelo proveniente de la lluvia y/o irrigación, el fertilizante con potasio añadido se disolverán en una solución del suelo permitiendo una absorción rápida para las plantas. Bajo condiciones de alta precipitación o riego excesivo el potasio puede perderse por escurrimiento superficial y en algunos suelos puede perderse de la zona radicular por lixiviación. El potasio no se volatiliza o pierde a la atmósfera como puede ocurrir con algunos fertilizantes de N bajo ciertas condiciones de suelo y ambiente. Sin embargo en ocasiones las plantas no pueden disponer de potasio suficiente debido a la fijación que existe en algunos tipos de arcillas.

3.6 SUBDIVISIÓN DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS

3.6.1 COMPLEJOS BINARIOS

Llevan 2 de los macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio. Ej.35-15-0. Contiene un 35% de Nitrógeno y un 15% de Fosfórico.

3.6.2 COMPLEJOS TERNARIOS

Llevan los tres macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Ej. 15-15-15. Contiene 15% de cada elemento.

3.6.3 FERTILIZANTES DE LENTA LIBERACIÓN

Se caracterizan porque se disuelven poco a poco y van liberando para las raíces los nutrientes lentamente, a lo largo de varios meses. Esto se consigue por la propia formulación química o por recubrir los gránulos del fertilizante con una especie de membrana que dejan salir los minerales lentamente. Son más caros que los convencionales pero duran más.

3.6.4 FERTILIZANTES ORGANOMINERALES

Es una mezcla de materia orgánica con nutrientes minerales (Nitrógeno, Potasio, Magnesio, Manganeso, etc.). Vienen normalmente granulados y se caracterizan por realizar una fertilización completa en el abonado de fondo en todo tipo de cultivos.

3.6.5 FERTILIZANTES FOLIARES

Se aplican pulverizando sobre la planta, el abono foliar se usa como complemento al abonado de fondo. Es muy interesante para aportar micronutrientes: Hierro, Manganeso,

Cobre, etc., ya que se precisan en pequeñísimas cantidades y se asimilan directamente por aplicarlos en la propia hoja.

3.7 FERTILIZANTES NATURALES

Se denomina fertilizante orgánico ya que está compuesto por elementos obtenidos de la naturaleza sin pasar por transformaciones químicas.

El uso de fertilizantes orgánicos como los que a continuación se mencionan es una actividad agrícola que se está generalizando con la finalidad de suplir el déficit nutricional que tienen las distintas plantaciones, con ello se logra estimular el desarrollo vigoroso de las plantas y el mejoramiento en el rendimiento de las cosechas, incrementando así los ingresos económicos de las familias.

3.8 CLASIFICACIÓN DE FERTILIZANTES NATURALES

3.8.1 FERTILIZANTES MICROBIALES

Este tipo de fertilizantes se elaboran con una cepa o combinación de cepas de microorganismos vivos, el cual puede mejorar la calidad del fertilizante natural [6].

Los microorganismos contribuyen a alcanzar altas temperaturas (70°C) que favorece el proceso de destrucción de microorganismos patógenos y dificultan el establecimiento o supervivencia de patógenos por competencia, antagonismo e inhibición.

Las bacterias son importantes para mejorar la rapidez de la descomposición de los residuos orgánicos y mejorar la calidad microbiológica del fertilizante natural [14].

Entre los géneros de bacterias más importantes en la agricultura por su influencia en la degradación de compuestos orgánicos e inorgánicos y que por tanto favorecen la nutrición de

las plantas están: Bacillus Pseudomonas, Azotobacter, Azospirillum, Beijerinckia, Nitrosomonas, Nitrobacter, Thiobacillus y Lactobacillus.

Actinomicetos: Producen antibióticos y actúan sobre poblaciones microbianas que son dañinas para las plantas y contribuyen a la producción de sustancias húmicas. Entre los géneros de actinomicetos más importantes están: Streptomyces, Frankia, Nocardia y Actinomicetes.

Hongos: Estos microorganismos junto con las bacterias y los actinomicetos contribuyen a la descomposición de los residuos orgánicos. Entre los principales hongos que son necesarios para la realización de fertilizantes naturales destacan: Aspergillus, Penicillium, Rhizopus y Trichoderma. Un fertilizante microbioal de buena calidad se identifica porque presenta un color oscuro, no se pueden distinguir la materia prima con el que fue elaborado, presenta un olor agradable, textura suave, 40% de humedad aproximadamente y temperatura ambiente.

La relación C/N óptima del fertilizante natural oscila entre 20:1 a 25:1, ésta cantidad va a depender según las características del suelo si se encuentra en un clima frío o cálido y debe de tener un pH neutro (pH: 7.0).

Las bacterias y los hongos aerobios descomponen las basuras sólidas, matan los gérmenes, los parásitos y las semillas indeseables, son los grandes equilibradores de los ecosistemas al producir la putrefacción, que reintegran al suelo y al aire los elementos químicos de los organismos al morir. Las bacterias son limpiadoras del medio ambiente y buenas descontaminantes de aguas [15].

3.9 FERTILIZANTES VEGETALES

La utilización de fertilizantes de origen vegetal consiste en enterrar una planta forrajera incorporándola a la capa arable, con la finalidad de conservar y/o recuperar la productividad de las tierras agrícolas recuperando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Aunado a las leguminosas que son las plantas más utilizadas para este fin, también se usan gramíneas, crucíferas y cariofiláceas, entre otras [16]. Las principales funciones del abono verde son:

- Protege la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento.
- Promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años el contenido de materia orgánica.
- Disminuye la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua para los cultivos.
- Por medio del sistema radicular, rompe capas duras y promueve la aireación y estructuración del suelo, induciendo a la preparación biológica del suelo.
- Disminuye la lixiviación de nutrientes al retener nutrientes en la fitomasa y los libera gradualmente durante la descomposición del tejido vegetal.
- El crecimiento de los fertilizantes vegetales y su descomposición activan el ciclo de muchas especies de macroorganismos y principalmente microorganismos del suelo cuya actividad mejora la dinámica física y química del suelo.

Su mayor desventaja es la ocupación del suelo durante el periodo de los principales cultivos, para atenuar este inconveniente se recomienda subdividir la propiedad agrícola en terrenos donde se utilizarán los fertilizantes vegetales en forma escalonada [17].

3.10 FERTILIZANTES DE ORIGEN ANIMAL

La utilización de este tipo de fertilizantes es una práctica que se está generalizando en las fincas orgánicas con el propósito de estimular un sano desarrollo y mejorar los rendimientos de las cosechas. Existen distintos materiales tales como el guano, lombrihumus, compost aerobios, fango acuático, purines, harina de huesos, harina de pescado, harina de cueros, sangre, fermentados a recipiente abierto, estiércol, etc.

Estos abonos difieren entre sí, dependiendo de su preparación:

- Fermentados anaerobios: Provenientes de los procesos dados en el biodigestor
- Lombricompost: Es el humus originado de la digestión que hacen las lombrices de la materia orgánica.
- Compost aerobios: Del estiércol animal; este compost se hace en presencia de aire e incluye un saneamiento por golpe de fuego.
- Purines: Dilución en agua de estiércol fresco.
- Harinas: De tejidos animales, como sangre, huesos y otros.
- Fango acuático: Proviene del fondo de ríos y lagos.

Su principal desventaja es que solamente liberan sus nutrientes mediante la acción de los microorganismos del suelo haciendo que su efecto se retrase.

La ventaja que este tipo de fertilizantes presenta es el favorecimiento en el desarrollo de la microfauna edáfica y resultan ser excelentes a largo plazo [12].

3.11 FERTILIZANTES MINERALES

La fertilización mineral es aquella que lleva a cabo la descomposición de residuos orgánicos, convirtiéndolos en compuestos minerales que poseen una formación química más simple

como lo son el bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), amoníaco (NH_3), fosfatos (PO_4), sulfatos (SO_4), compuestos potásicos, etcétera.

La humificación es otra actividad de los microorganismos, los cuales toman residuos orgánicos y los transforman en otros nuevos complejos orgánicos por ejemplo el humus, que se caracteriza por degradarse lentamente en una mineralización más gradual.

La materia orgánica que ingresa al suelo es atacada por los microorganismos mineralizando una parte y humificando el resto [18].

En los suelos agrícolas, del total de las aportaciones orgánicas, un 70% si mineraliza rápidamente en 1 o 2 años, y el resto se transforma en humus, incorporándose a la estructura del suelo.

Las condiciones que determinan la mineralización son las siguientes:

- **Temperatura:** Al aumentar la temperatura se aumenta la actividad de descomposición microbiana, acelerando de esta manera el proceso. Las temperaturas bajas lo detienen. Es por esta razón que la actividad microbiana es mayor en verano que en invierno y mayor en los trópicos que en las zonas frías.
- **Aireación del suelo:** Los microorganismos aerobios necesitan oxígeno para su funcionamiento. El suelo debe de contener una óptima proporción de aire en sus poros para el normal funcionamiento de la mineralización.
- **Humedad del suelo:** Una humedad excesiva significa una menor actividad de los microorganismos aerobios, pues disminuye correlativamente la aireación y éstos son desplazados por los microorganismos anaerobios que no necesitan oxígeno para su funcionamiento vital y cumplen otras funciones en el suelo.

Cada tipo de suelo en un clima determinado llega a un nivel constante de humus, este equilibrio se alcanza cuando la cantidad de humus formado es igual a la cantidad de humus que se mineraliza lentamente.

3.12 TIPOS DE FERTILIZANTES NATURALES

3.12.1 POLLINAZA

La Norma Oficial Mexicana NOM-044-ZOO-1995 apartado 3.21 define a la pollinaza como excretas de aves que incluyen, entre otras, plumas, cama (galerones donde se alojan los animales) y restos de alimento durante su etapa de crianza desde su inicio hasta la semana 16 o 20 de edad.

3.12.2 USOS

La Pollinaza es una excelente materia prima para la elaboración de abonos orgánicos y acondicionadores de suelo por su alto contenido de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes esenciales para la fertilización. Además aporta microorganismos benéficos para la agricultura y restituye la materia orgánica perdida en los suelos [13].

La pollinaza puede usarse de diferentes maneras para alimentación de ganado, tanto a libre consumo como en mezclas con diferentes subproductos, en dietas integrales se puede usar en niveles de 1 a 35% de la ración. Es importante recalcar que se debe balancear bien la energía, dependiendo del tipo de forraje en pastoreo o de otros suplementos utilizados en la dieta, con el fin de que haya una buena utilización de los nutrientes de la pollinaza.

3.12.3 APLICACIÓN

- Cuando pollinaza se utiliza como fertilizante, enmienda, mejorador de suelos o como parte del sustrato de cultivos agrícolas, los tratamientos permitidos serán:
- Secado mediante proceso térmico que mantenga la pollinaza durante un mínimo de 15 minutos continuos a una temperatura igual o superior a 60°C. Se podrá disminuir el tiempo con el aumento de la temperatura.
- Peletizado con una temperatura de proceso superior a 70°C.
- Extrusado.
- Compostaje aeróbico de la gallinaza o mezcla con otros materiales, durante el cual se alcancen temperaturas superiores a 55°C en forma continua por cinco días mínimo.
- Tratamiento con vapor de agua de la gallinaza o pollinaza o su mezcla con otros materiales a una temperatura mínima continua de 105°C durante 6 minutos mínimo.
- Tratamiento de elevación espontánea de la temperatura.
- Luego de que la gallinaza o pollinaza ha sido conglomerada, deberá humedecerse y cubrirse con plástico o lona, preferentemente de color negro, debiendo removerse periódicamente. El propósito será que la temperatura ascienda en las excretas a 55°C mínimo, durante 3 a 5 días continuos, dependiendo de las condiciones climáticas. Posteriormente se deberá agregar alguna sustancia o realizar procedimientos que eviten la proliferación de moscas.

3.12.4 VENTAJAS

La pollinaza es de sumo interés para el desarrollo sustentable de la agricultura en el necesario proceso de fertilización y recuperación de suelos; así como en el uso agropecuario como base o materia prima para la producción de alimentos para ganado.

3.12.5 DESVENTAJAS

Constituyen un riesgo potencial para la salud humana por la presencia de residuos de sustancias químicas, biológicas o medicamentos veterinarios.

- La pollinaza generada en los lugares de cría y producción de aves de corral, si no son manejadas y transportadas apropiadamente pueden ser fuente para la diseminación de enfermedades humanas y de animales de importancia económica.
- Para evitar que la pollinaza luego de salir de las instalaciones avícolas pueden convertirse en sustrato para el crecimiento, proliferación y diseminación de plagas, sobre todo moscas y enfermedades de importancia sanitaria humana y animal, se necesita de su tratamiento previo al uso pecuario, agrícola u otras formas de disposición o utilización.

3.13 GUANO

El guano, un abono natural creado a partir de excrementos de ciertos tipos de aves y murciélagos, constituye una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos, e incluso una fuente de energía, puesto que puede utilizarse para producir biogás. Los restos orgánicos de ciertas especies de pájaros marinos originan el principal tipo de guano, que se va

acumulando en la superficie de zonas con clima árido o de escasa humedad, además, la falta de lluvia favorece la generación de este producto porque el excremento puede secarse lentamente y la baja humedad impide la fuga de los componentes con alto contenido en nitrógeno [19]. Por su parte, los pájaros se alimentan exclusivamente de pescado, que hace que sus restos sean todavía más ricos en nitrógeno. Hasta la aparición de los abonos químicos, el guano tuvo una enorme demanda, llegando a convertirse en un gran negocio y fuente de conflictos internacionales.

3.13.1 USOS

El gran poder fertilizante del guano se debe a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo, dos de los elementos químicos básicos para el metabolismo de las plantas, por lo que se trata de un abono ecológico de gran calidad para todos los tratamientos de cultivos de interior o exterior, tanto para usos domésticos como agrícolas. Puede ser utilizado como fuente de energía eléctrica y calorífica y los residuos que se generan del biodigestor pueden ser usados como abono para los cultivos.

3.13.2 APLICACIÓN

Cuando la semilla ha germinado y la plántula tiene 2 o 3 hojas, se fertiliza con guano de murciélago. Éste se aplica en forma de un círculo concéntrico y nunca cerca de las raíces, porque se corre el riesgo de que estas se “quemen” con el fertilizante natural; se fertiliza por segunda vez cuando la planta alcanza entre 20 y 30 centímetros, de la misma manera que el primer abonado [20].

3.13.3 VENTAJAS

Los agricultores que utilizan el guano como fertilizante para sus cultivos reportan que los beneficios de un solo tratamiento de guano pueden verse hasta 3 años después. El guano es rico en microbios que limpian sustancias tóxicas y que a su vez es utilizado como purificante de los cultivos en transición de prácticas químicas a orgánicas [25].

El guano de murciélago tiene acción nematicida, pues ataca las fases primarias del desarrollo de los nematodos (especie de bacterias que son parásitas y causantes de la muerte de las plantas) y reduce el grado de infestación. Como protege el sistema radicular de las plantas aumenta la nutrición de estas.

3.13.4 DESVENTAJAS

Presenta costos elevados por su difícil proceso de obtención.

3.14 PURIN

Es un líquido procedente de la mezcla de orinas del ganado en estabulación con los líquidos que fluyen del estercolero, es el líquido que escurre del estiércol, no la orina de los animales. Los purines tienen una altísima carga orgánica, presencia de nitratos y de cobre por lo que requiere una gestión específica con vistas a no contaminar los suelos y las aguas superficiales y subterráneas.

Tiene un contenido de sólidos orgánicos del 3 al 10%; esta forma de estiércol, se produce principalmente en criaderos intensivos de ganado, al mezclar o almacenar purines se liberan gases peligrosos, entre otros, amoníaco y ácido sulfhídrico.

3.14.1 USOS

Su única función es la de nutrir las plantas, aunque algunos agricultores reportan la eliminación y prevención de plagas no hay estudios que demuestren la veracidad de esta información.

3.14.2 APLICACIÓN

Debe hacerse con luz natural pues necesitamos una planta en actividad fotosintética y con las estomas abiertas; con temperatura media, humedad ambiental alta para tener mayor tiempo de permanencia y facilitar la absorción. Así pues lo ideal es al atardecer o por la mañana temprano.

En situaciones de estrés de la planta: tras el trasplante, con problemas en raíces (deterioradas, con podredumbres), cuando abunda algún elemento en el suelo que dificulta la absorción por la raíz de otros o con desequilibrios en el pH del suelo, después de condiciones climáticas adversas, en época de crecimiento intenso cuando la planta tiene mayor necesidad de nutrientes y cuando está afectada o debilitada por ataque de plaga o enfermedad [21].

3.14.3 VENTAJAS

Elevado contenido de humedad, posee cantidades importantes de hidratos de carbono, lípidos, aminoácidos, proteínas, urea y compuestos azufrados.

- Contenidos importantes de nitrógeno y en menor medida fósforo, potasio y calcio.
- Tiene microelementos como hierro, zinc, cobre y manganeso.

3.14.4 DESVENTAJAS

Es un material no exento de patógenos, se presentan en su mayoría bacterias como E.coli, Klebsiella, Proteus y Enterobacter, las cuales son muy dañinas para el ser humano.

Emite olores ofensivos debido a la volatilización de compuestos azufrados y nitrogenados.

3.15 BIOL

El Biol es un fertilizante orgánico elaborado a partir del estiércol de los animales. El proceso se realiza en un biodigestor, aunque es un poco lento da buen resultado; además es un excelente estimulante foliar para las plantas y un completo potenciador de los suelos. El Biol tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida, la primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor y la parte líquida es conocida como abono foliar o Biol.

El Biol a diferencia de otros fertilizantes comerciales, es un fertilizante orgánico, además de contener los elementos primarios del suelo como nitrógeno, fósforo, potasio, contiene otros minerales importantes compatibles con el suelo y las plantas, generados por la biodigestión de los animales, los que son transformados en potenciales elementos de fertilización orgánica en el proceso de fermentación, de ahí que este fertilizante da los mejores resultados si se aplica entre los noventa días de su elaboración.

3.15.1 USOS

El biodigestor se diseñó para brindar de manera sencilla y económica una solución para el tratamiento de los desechos orgánicos produciendo energía renovable (Biogás) y como producto adicional un potente fertilizante orgánico (Biol).

3.15.2 APLICACIÓN

Se puede aplicar como fertilizante foliar, o directo sobre la tierra. Este abono con el paso del tiempo va perdiendo su eficacia, se debe usar entre los primeros tres meses de su elaboración.

3.15.3 VENTAJAS

El uso de este fertilizante hace posible regular la alimentación de la planta. Los cultivos son fortalecidos y ocurre una mejora del rendimiento.

Mejora la estructura del suelo y la capacidad de retención de la humedad del mismo, eso favorece la actividad biológica en el suelo, aumenta la porosidad y por consiguiente la permeabilidad y ventilación. Confiere a los suelos arenosos una mayor cohesión mejorando con ello la retención de los nutrientes del suelo.

3.15.4 DESVENTAJAS

Como desventajas, podemos anotar que este abono no siempre está a nuestro alcance, debido que requiere un largo proceso para su producción; para grandes cultivos hay que elaborar y manipular gran cantidad de este fertilizante natural.

- La fermentación anaeróbica del Biol varía según la estación del año y lugar, según la temperatura del medio o presión atmosférica. Por ejemplo la fermentación del Biol en los meses de verano es más rápido (1-2 meses) y en el invierno es lenta (2-4 meses). La fermentación del Biol se puede acelerar con la adición de levadura.

3.16 BOCASHI

Bocashi es una palabra japonesa, que significa materia orgánica fermentada. En buenas condiciones de humedad y temperatura, los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material orgánico, como son los azúcares, almidones y proteínas, liberando sus nutrientes. El Bocashi es un abono orgánico posible de obtener en tan sólo 7 días, este abono orgánico es resultado de la descomposición y transformación de la materia vegetativa y animal como: estiércoles, desechos de cosechas, raíces etc. Este fertilizante evita temperaturas mayores a 50°C y se humedece solamente al inicio y se va secando mediante el volteo frecuente, hasta estar listo para el almacenaje que dura de una a dos semanas máximo [24].

3.16.1 USOS

Puede mezclar tierra cernida con carbón vegetal pulverizado y el abono Bocashi, en proporción de 60 a 90% de tierra y 40 a 10% de Bocashi, dependiendo de la plántula.

3.16.2 APLICACIÓN

Agregar el Bocashi en la base del hoyo; luego, cubrir con un poco de tierra para evitar que la raíz se queme con el abono y ubique la planta en el sitio. Se debe abonar a los lados de las plantas una vez el cultivo esté establecido, este sistema sirve para hacerle una segunda y tercera abonada de mantenimiento a los cultivos.

También se puede abonar directo a los surcos, en el lugar donde va a establecer cultivo que quiere sembrar, recubriendo el Bocashi con algo de tierra.

3.16.3 VENTAJAS

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas de nutrientes por volatilización.

- Suministra organocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macro organismos benéficos durante el proceso de fermentación.
- Se puede preparar en corto tiempo, el volumen producido se puede adaptar a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- El producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación.

3.16.4 DESVENTAJAS

Necesita de cuidados específicos por ejemplo, protegerlo del sol, el viento, las lluvias, almacenarlo bajo techo en un lugar fresco.

- Envasarlo en sacos de polipropileno.
- No guardarlo más de dos meses.
- Algunos microorganismos patogénicos y malos insectos no deseables podrían desarrollarse. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos.

3.17 LOMBRICOMPOST

El Lombricompost, es el producto de la descomposición de la materia orgánica, actividad realizada únicamente por ciertas especies de lombrices, principalmente las de género

Eisenia, siendo la más utilizada “La lombriz Roja de California” (*Eisenia Foetida*), facilitando que el proceso se realice más rápidamente. Esta técnica contribuye a reducir en un 50% los desechos tirados a diario con el resto de la basura generada en una localidad. Mejora las condiciones del suelo de jardines y huertos y además fomenta las prácticas de la agricultura sustentable, que contribuyen al ambiente.

Las lombrices son de cuerpo alargado, segmentado y simetría bilateral; al nacer son blancas; de 5 o 6 días, toman un color rosado y de 120 días adquieren un color rojizo, estando en condiciones de aparearse. Esta lombriz habita en los primeros 50 cm del suelo, es susceptible a cambios climáticos, es fotofóbica, le afectan los rayos ultravioleta, la humedad excesiva y la acidez del medio; cava túneles en suelo blando y húmedo, digiere partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar sus excreciones ricas en nutrientes para el suelo.

3.17.1 USOS

El lombricompost es utilizado para la fertilización, de bajo costo y aprovechando productos de desecho para el abonamiento de la tierra.

La técnica consiste en utilizar un residuo orgánico con laboreo y compostaje que es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana (coqueta roja), la cual lo transforma mediante su aparato digestivo en una extraordinaria fuente fertilizadora.

3.17.2 APLICACIÓN

El lombricompost se aplica para ser incorporado en los surcos de labranza mínima o en las terrazas, así como en hoyos de plantación de cultivos anuales y perennes. Además puede utilizarse en el establecimiento de viveros para las siembras de hortalizas. El mismo día que

se aplica el abono se pueden sembrar las plantas, porque el abono está totalmente descompuesto y de ninguna manera afectará las semillas.

3.17.3 VENTAJAS

Contiene hormonas de crecimiento para los cultivos, así como enzimas y una alta población microbiológica benéfica.

- Tiene más minerales y nutrientes que el compost de microorganismos.

3.17.4 DESVENTAJAS

El lombricompost de mala calidad puede hacer daño e incluso matar las plantas. Las lombrices de mala calidad pueden propagar enfermedades a otras lombrices y morir rápidamente.

- No es muy alto en nitrógeno (Como un fertilizante sintético).

3.18 COMPOSTAJE

El compostaje es el proceso de descomposición controlada de la materia orgánica. En lugar de permitir que el proceso suceda de forma lenta en la propia naturaleza, puede prepararse un entorno optimizando las condiciones para que los agentes de la descomposición proliferen. Estas condiciones incluyen una mezcla correcta de Carbono (C), Nitrógeno (N), y Oxígeno (O), así como control de la temperatura, pH o humedad. Si alguno de estos elementos abundase o faltase, el proceso se produciría igualmente, pero quizás de forma más lenta e incluso desagradable por la actuación de microorganismos anaerobios que producen olores.

Tomando en cuenta como fuentes de carbono la paja, hojas secas, astillas, aserrín, algunos

tipos de papel y cartón sin tintas y como fuentes de nitrógeno a la materia vegetal verde (residuos de cosecha, césped, ramas), estiércol, restos de frutas y verduras, algas, pulpa de café, etc. Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

3.18.1 USOS

Su manejo es solo como fertilizante y se utiliza principalmente en primavera y otoño.

3.18.2 APLICACIÓN

Se conoce que se ha acabado el compost cuando es de color oscuro, desmenuzable pero no pulverizado y los olores terrosos. Éstas son indicaciones que el compost ha estabilizado, o madurado. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore al suelo. El césped del jardín y sus plantas nunca tendrán un exceso de compost. Gradualmente una variedad de alimentos son liberados justo cuando son requeridos por las plantas. Los insectos y las enfermedades no parecen hacer tanto daño donde el suelo se enriquece con compost. Puede ser cavado hasta 15 centímetros de profundidad en el suelo mezclando la materia orgánica con la tierra, se provee el alimento en el momento de plantar. El compost tamizado se puede utilizar con un volumen igual de tierra y arena para una mezcla de semillero. Para macetas utilice un tercio compost, un tercio de tierra de jardín y un tercio vermiculita o perlita [26].

3.18.3 VENTAJAS

Mejora la estructura de los suelos de la arena y de la arcilla protegiéndolos contra sequía y la erosión. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra disminuye la frecuencia de riego.

- Retiene alimentos en el suelo que serían lixiviados por el agua de lluvia o riego. Provee alimento para gusanos de tierra y microorganismos beneficiosos y facilita la penetración profunda de la raíz, permitiendo un menor cuadro de plantación.
- El compost puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40%. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño.

3.18.4 DESVENTAJAS

Es necesario contar con un terreno disponible para la elaboración de este fertilizante.

- Se necesita mano de obra para el volteo aunado a que debe de tener una humedad específica.

CAPÍTULO

IV

CUALLITOA

4 CANTIDAD DE NUTRIENTES INDISPENSABLES PARA UNA COSECHA ÓPTIMA.

Se debe tomar en cuenta que la aplicación de grandes cantidades de fertilizante por unidad de superficie no garantiza de ningún modo el suministro óptimo de elementos nutritivos.

La dosis de fertilizante se debe calcular de forma que el abastecimiento de nutrimentos se ajuste a las necesidades concretas del fin que se pretende alcanzar, sin provocar enriquecimientos innecesarios o pérdidas.

Para un buen crecimiento, el maíz necesita muchos nutrientes, sobre todo macroelementos: oxígeno (O; cerca del 48 % de la materia seca), carbono (C; 42 %), hidrógeno (H; 6%), nitrógeno (N; 2 %), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (FAO).

Estos elementos se van acumulando en el cultivo a lo largo de su crecimiento, sin embargo, sus concentraciones se reducen a medida que el cultivo tiene más tejidos viejos. Estos tejidos viejos tienen concentraciones de nutrientes más bajas que los tejidos jóvenes. El maíz también necesita pequeñas cantidades de microelementos como hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, sodio, molibdeno, cloro, cobalto y sílice. Aparte de los tres primeros elementos, que provienen del aire y el agua, los restantes pueden ser manejados, en cierta medida, por tratamientos del suelo o del cultivo.

Las recomendaciones para los aportes de N, P y K difieren ampliamente con el tipo y la fertilidad del suelo y el uso esperado del fertilizante por el cultivo.

Un cultivo de ciclo corto puede no tener el tiempo suficiente para aprovechar el fertilizante como un cultivo de ciclo largo. El programa de fertilización que se siga debe estar basado en la práctica local, en el rendimiento deseado y en la rotación de cultivo.

Como regla general (FAO), se puede decir que un cultivo de 7 t/ha toma de la tierra, 150-190 kg de nitrógeno, 25-35 kg de fósforo y 45-60 kg de potasio. Estos nutrientes deben ser restituidos al suelo después de un cultivo para evitar el agotamiento de las reservas. Es posible calcular las cantidades aproximadas de nutrientes tomadas por un cultivo teórico. Por ejemplo, para un rendimiento de 4 t/ha, se perderán cerca de 85 kg N (este cálculo sale de una relación de $150 \times 4/7$ N).

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL USO DE NUESTROS PRECURSORES

4.1.1 HARINA DE HUESO.

La harina de hueso, en cualquiera de las formas que se la obtenga, es una fuente de fósforo y calcio que puede ser utilizada en la alimentación animal, y en los cultivos como un buen fertilizante orgánico.

4.1.2 APOORTE NUTRICIONAL.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	CANTIDAD
Materia seca	%	96%
Calcio	%	28
Fósforo disponible	%	14
Ceniza	%	70

*Tabla 9. Aporte nutricional de la harina de hueso.
Fuente: www.mundo-pecuario.com*

4.1.3 HARINA DE SANGRE.

Es un producto obtenido por desecación de sangre de animales terrestres. La sangre está formada por plasma, fracción celular y fracción fibrilar. El plasma contiene en solución diversas sustancias como lipoproteínas, ácidos grasos no esterificados, azúcares, proteínas solubles (albúminas y globulinas) y sales minerales. La fracción celular (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) es rica en hemoglobina. Las proteínas de la fracción sérica y la fibrina son de mejor calidad que la hemoglobina [23].

La sangre debe obtenerse en condiciones asépticas (preferiblemente por extracción directa).

La desecación y esterilización de la sangre puede hacerse por varios procedimientos.

4.1.4 APOORTE NUTRICIONAL

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	CANTIDAD
Cu	mg/kg	9
Fe	mg/kg	2200
Mn	mg/kg	3
Zn	mg/kg	25

*Tabla 10. Aporte nutricional de la harina de sangre.
Fuente: www.fundaciónfedna.org*

4.1.5 HARINA DE CASCARÓN DE HUEVO

La cáscara del huevo de aves es un notable ejemplo de mineralización biológica. Tanto las cáscaras de huevos de aves y algunos reptiles, como las conchas de moluscos, los huesos y los dientes son fabricados combinando fibras orgánicas con cristales inorgánicos.

La harina de la cáscara de huevo, se utiliza en algunas partes del mundo como suplemento de calcio ya que su contenido de este elemento es alto y se encuentra en forma de (CaCO₃).

4.1.6 APORTE NUTRICIONAL.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	CANTIDAD
Agua	g	0.5
Proteína	g	2.1
Ceniza	g	96.9
Calcio	mg/Kg	38
Potasio	mg/Kg	41.6
Sodio	mg/Kg	87
Fósforo	mg/Kg	99.3
Hierro	mg/Kg	50
Magnesio	mg/Kg	375

*Tabla 11. Aporte nutricional de la harina de huevo.
Fuente:www.botanical-online.org*

1.1.1 CASCARILLA DE CAFÉ

La cascarilla de café también llamada cisco es una envoltura cartilaginosa de color blanco amarillento de aproximadamente 100 micrómetros de espesor y que corresponde al endocarpio del fruto, la semilla se encuentra en una forma suelta dentro de esta. Se extrae mediante el proceso de trillado donde ocurre una separación, a continuación se presentan las características físicas y químicas [22].

4.1.7 APOORTE NUTRICIONAL

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	CANTIDAD
Humedad	%	7.6
Materia seca	%	92.8
Nitrógeno	%	39
Calcio	mg/Kg	150
Magnesio	mg/Kg	150
Fósforo	mg/Kg	28

*Tabla 12. Aporte nutricional de la cascarilla de café.
Fuente: www.mundo-pecuario.com*

4.1.8 MELAZA

La melaza es un líquido denso y negrozco constituido por el residuo que permanece en las cribas después de la extracción de la mayor parte de los azúcares de remolacha y caña por cristalización.

Las melazas presentan altos contenidos en cenizas. Las de caña son ricas en calcio, cloro y magnesio y las de remolacha en sodio y cloro. Ambas son muy ricas en potasio (3,5-4%) especialmente las de remolacha. Contiene un nivel de fósforo moderado. Las melazas de remolacha obtenidas por el método Quentin son más pobres en azúcar y potasio pero más ricas en nitrógeno y magnesio.

4.1.9 APORTE NUTRICIONAL

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	CANTIDAD
Agua	mL	24.40
Sodio	mg/Kg	43.00
Potasio	mg/Kg	1238.00
Calcio	mg/Kg	218.00
Fósforo	mg/Kg	45.00
Hierro	mg/Kg	670

*Tabla 13. Aporte nutricional de la cascarilla de la melaza.
Fuente: www.fundaciónfedna.org*

4.1.10 POLLINAZA

La Pollinaza es una excelente materia prima para la elaboración de abonos orgánicos y acondicionadores de suelo por su alto contenido de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes esenciales para la fertilización. Además aporta microorganismos benéficos para la agricultura y restituye la materia orgánica perdida en los suelos.

4.1.11 APOORTE NUTRICIONAL

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	UNIDAD	CANTIDAD
Humedad	%	15.6
Nitrógeno	%	3.25
Fósforo	%	1.21
Calcio	%	12.1
Magnesio	%	0.60
Potasio	%	2.21
Azufre	%	1.58
Hierro	mg/Kg	236
Cobre	mg/Kg	28
Zinc	mg/Kg	290
Manganeso	mg/Kg	319

*Tabla 14. Aporte nutricional de la pollinaza.
Fuente: www.fundaciónfedna.org*

4.2 MODO DE PREPARACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se preparó el terreno en donde se hicieron las pruebas, se depuró de las malezas y se removió la tierra aproximadamente 40 cm de profundidad, se sembraron tres semillas de maíz en cada hueco con distancia de 40 cm entre ellas.



Figura 1. Preparación del terreno.

Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.



Figura 2. Limpieza del terreno.

Fuente: Foto tomada por Mariaelena L.H.



Figura 3. Labrado del terreno.

Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.



Figura 4. Terreno labrado y sembrado.

Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.

4.3 OBTENCIÓN DE BIOL

Para la obtención del Biol primero se restauró el biodigestor que se encuentra en la FES Zaragoza campus II que fue donado por la M. en C. Marina Caballero Díaz asesora de este plantel.



Figura 5. Biodigestor.

Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.



Figura 6. Acondicionamiento del Biodigestor.

Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.

- Se alimentó una mezcla de 15 litros de estiércol vacuno con agua.



Figura 7. Mezcla de estiércol-agua.

Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.



Figura 8. Alimentación de la mezcla al Biodigestor.

Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.

- Se llevó a cabo el proceso de descomposición del estiércol vacuno durante 3 meses en el biodigestor y el Biol obtenido se recolectó en tambos de color negro



Figura 9. Recolección de Biol.

Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.

4.4 MODO DE PREPARACIÓN DE CUALLITOA

4.4.1 PARA PREPARAR LA HARINA DE HUESO.

PASO 1: Se debe cavar un hoyo con una profundidad de 40-50 cm. Es necesario utilizar cubre-bocas para evitar la inhalación de esporas y bacterias.



Figura 10. Elaboración de hoyo en la tierra.

Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.

PASO 2: Una vez terminado se van a calcinar los huesos.



*Figura 11. Preparación de huesos.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*



*Figura 12. Calcinación de huesos.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

PASO 3: Una vez calcinada completamente la mezcla, se pasara por un molino de martillos y se pulverizará hasta obtener una harina.



*Figura 13. Preparación de huesos.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*



*Figura 14. Molino de martillos.
Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.*



*Figura 15. Harina de hueso obtenida
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

4.4.2 PASOS PARA PREPARAR HARINA DE SANGRE

PASO 1: La sangre se vierte en un recipiente.



*Figura 16. Sangre fresca.
Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.*

PASO 2: Se pone a cocinar a fuego medio con movimientos continuos hasta quedar con un aspecto de tierra.



*Figura 17. Cocción de la sangre.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*



*Figura 18. Aspecto que debe de tener la sangre para poder determinar que está lista
Fuente: Fotoarafia tomada por Gamaliel M.*

4.4.3 PASOS PARA PREPARAR LA HARINA DE CASCARÓN DE HUEVO

PASO 1: Lavar con agua, secar y triturar perfectamente bien el cascaron de huevo.



*Figura 19. Cascarones de huevo para triturar.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

4.4.4 PASOS PARA PREPARAR LA CASCARILLA DE CAFÉ.

PASO 1: Una vez cosechado el café se deja secar al sol volteándolo de vez en cuando, hasta eliminar la mayoría de humedad.

PASO 2: Ya que está bien seco se separa la semilla de la cáscara y esta se almacena en un costal para su próxima utilización.



*Figura 20. Cascarrilla de café.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

4.4.5 OBTENCIÓN DE LA POLLINAZA.

La pollinaza se puede conseguir tanto en tiendas especializadas como en granjas.



*Figura 21. Pollinaza.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

4.4.6 OBTENCIÓN DE LA MELAZA.

Conseguir la melaza en tiendas especializadas.



*Figura 22. Melaza.
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

En la siguiente fotografía se muestra el aspecto que tiene el fertilizante Cuallitoa.



*Figura 23. Cuallitoa
Fuente: Fotografía tomada por Gamaliel M. R.*

4.4.7 CUALLITOA.

Los cálculos que se hicieron para determinar la cantidad de ingredientes para la elaboración de Cuallittoa es un método muy sencillo de determinar, ya que primero todos los elementos de los ingredientes se vuelven a kilogramos para usar una misma base de cálculo y sea más sencillo, después se hace un conteo de la cantidad de nutrientes que aporta cada ingrediente y se analiza cuanto se utilizará de cada uno de ellos para cumplir con las necesidades nutritivas del suelo.

Harina de Hueso:

$(2000g)(28\%)=0.56$ Kg de Calcio.

$(2000g)(14\%)=0.28$ Kg de Fósforo.

Harina de sangre:

$9mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g)=9 \times 10^{-6}$ Kg de Cobre.

$2200mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g)=2.2 \times 10^{-3}$ Kg de Hierro.

$3mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g)=3 \times 10^{-6}$ Kg de Manganeso.

$25 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =2.5 \times 10^{-5}$ Kg de Zinc.

Harina de huevo:

$38 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g)=3.8 \times 10^{-5}$ Kg de Calcio.

$41.6 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =4.16 \times 10^{-5}$ Kg de Potasio.

$87 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =8.7 \times 10^{-5}$ Kg de Sodio.

$99.3 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g)=9.93 \times 10^{-5}$ Kg de Fósforo.

$50 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g)=5 \times 10^{-5}$ Kg de Hierro.

$375 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =3.75 \times 10^{-4}$ Kg de Magnesio.

Cascarilla de café:

$(2000g)(39\%)= 0.78$ Kg de Nitrógeno.

$300 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =3.0 \times 10^{-4}$ Kg de Calcio.

$300 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =3.0 \times 10^{-4}$ Kg de Magnesio.

$56mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) =5.6 \times 10^{-5}$ Kg de Fósforo.

Melaza:

43 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 4.3×10^{-5} Kg de Sodio.

1238 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 1.238×10^{-3} Kg de Potasio.

218 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 2.18×10^{-4} Kg de Calcio.

45 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 4.5×10^{-5} Kg de Fósforo.

670 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 6.7×10^{-4} Kg de Hierro.

Pollinaza:

(2000g)(3.25%)=0.065 Kg de Nitrógeno.

(2000g)(1.21%)=0.0242 Kg de Fósforo.

(2000g)(12.1%)=0.242 Kg de Calcio.

(2000g)(.60%)=0.012 Kg de Magnesio.

(2000g)(2.21%)=0.0442 Kg de Potasio.

(2000g)(1.58%)=0.0316 Kg de Azufre.

56 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 5.6×10^{-5} Kg de Cobre.

580 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 5.80×10^{-4} Kg de Zinc.

638 mg (1g/1000mg) (1Kg/1000g) = 6.38×10^{-4} Kg de Manganeso.

Para la preparación de Cuallitoa mezclar todos los ingredientes; 1 Kg de harina de sangre, 2 Kg de harina de hueso, 1 Kg de harina de huevo, 2 Kg de cascarilla de café, 2 Kg de pollinaza y 1Kg de melaza. Mediante esta proporción se obtiene la mayor cantidad de contenido de Nitrógeno 0.845 kg, Fósforo 0.3044 Kg y Potasio 0.045 kg siendo estos los macroelementos y cumpliendo con las cantidades requeridas. Se adicionan las cantidades indispensables de microelementos y se cumple con un esquema de nutrición completo, nutriendo al suelo con 0.8025 kg de Calcio, 6.5×10^{-5} kg de Cobre, 2.92×10^{-3} kg de Hierro, 6.41×10^{-4} kg de Manganeso, 1.3×10^{-4} kg de Sodio, 0.0126 kg de Magnesio, 0.0316 kg de Azufre y 6.05×10^{-4} kg de Zinc.

4.5 APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Estos deben ser aplicados a los cuarenta días a partir de su germinación.

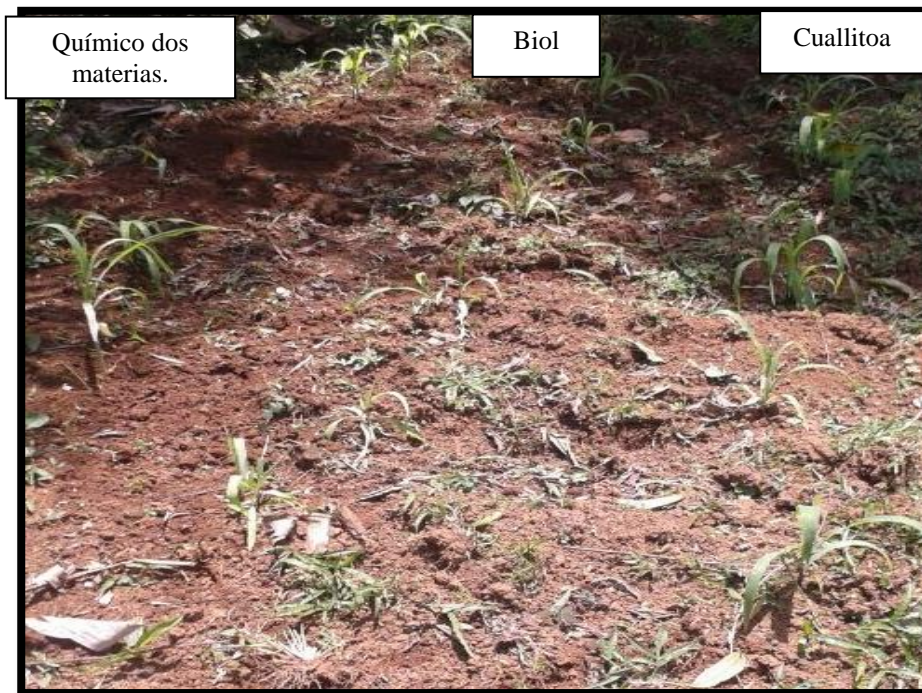


Figura 24. Muestra el crecimiento que se observa veinte días después de fertilizar las plantas.

Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.



Figura 25. Muestra el crecimiento que se observa a los sesenta días de fertilizadas las plantas.

Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.

4.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
El fertilizante cuenta con muy buena absorción en la tierra.	La elaboración del producto puede resultar tediosa debido a los tratamientos que se le deben de dar a algunos ingredientes, tales como la harina de sangre y hueso.
Se asimila de manera fácil y sencilla compitiendo así con el fertilizante químico.	Hay que tener especial cuidado con la manipulación de la pollinaza ya que pueden existir bacterias que se pueden inhalar y causar enfermedades respiratorias.
Evita la erosión de la tierra y deja la tierra nutriéndose de manera paulatina.	—
Es una forma de fertilizar la tierra muy accesible para todos los agricultores debido a que la mayoría de las materias primas con las que está elaborado son desechos orgánicos.	Aunque el cascarón de huevo es gratuito toma algún tiempo la recolección de los mismos dependiendo de su consumo.
No genera ningún tipo de contaminación ambiental.	—
Evita la toxicidad en los alimentos por la naturaleza de sus ingredientes, garantizando la salubridad de los alimentos cosechados.	—

*Tabla 15. Ventajas y desventajas del uso de fertilizante Cuallitoa.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.*

V

RESULTADOS

5 DATOS EXPERIMENTALES

5.1 PARÁMETROS QUE SE TOMARON EN CUENTA

5.1.1 TEMPERATURA



*Figura 26. Muestra de la temperatura promedio.
Fuente: Fotografía tomada por Mariaelena L.H.*

- Temperatura ambiente promedio 24° Celsius.
- Temperatura de la tierra promedio 26 °C

5.1.2 LLUVIAS PRESENTADAS DESDE EL MOMENTO DE LA SIEMBRA A LA COSECHA.

JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA
1		1	x	1		1	x	1	
2		2		2		2		2	
3		3	x	3		3	x	3	
4		4	x	4		4	x	4	COSECHA
5		5		5	x	5		5	
6		6	x	6		6		6	
7		7		7	x	7	x	7	
8		8		8		8		8	
9		9		9		9		9	
10	SIEMBRA	10	x	10		10	x	10	
11		11	x	11		11	x	11	
12	x	12	x	12	x	12	x	12	
13	x	13	x	13	x	13		13	
14		14		14		14	x	14	
15	x	15		15	x	15	x	15	
16	x	16	x	16		16		16	
17		17		17	x	17	x	17	
18		18	x	18		18		18	
19		19		19		19		19	
20		20		20	x	20		20	
21	x	21	x	21	x	21	x	21	
22	x	22	x	22	x	22		22	
23	x	23	x	23		23		23	
24		24		24		24	x	24	
25		25		25		25		25	

26		26	x	26		26	x	26	
27		27		27	x	27		27	
28		28		28	x	28		28	
DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA	DIA	LLUVIA
29	x	29	x	29	x	29	x	29	
30	x	30	x	30		30		30	
		31		31		30		31	

*Tabla 16. Lluvias presentadas desde el momento de la siembra a la cosecha.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.*

5.2 EVALUACIÓN DEL CULTIVO

Para determinar si el cultivo de maíz es bueno se tomaron en cuenta las siguientes características, para así poder discernir entre cuál de los fertilizantes naturales presento mejorías en el fruto.

- 1) PESO CON HOJAS ENVOLVENTES
- 2) LARGO
- 3) NÚMERO DE HILERAS DE GRANO
- 4) COBERTURA DE LA PUNTA
- 5) DIAMETRO DEL TALLO

Se tomaron tres pruebas sin la utilización de algún tipo de fertilizante para ver la importancia que tienen estos para el mejoramiento de los cultivos de hoy en día, y demostrar el alto impacto que han tenido los suelos por la excesiva explotación que se ha venido generado con el paso del tiempo, las otras tres pruebas describen el fruto que se obtuvo después de agregar tres diferentes tipos de fertilizantes, la mejoría y las variaciones que se presentan entre ellas.

5.2.1 EVALUACIÓN DE LA MAZORCA SIN USO DE FERTILIZANTE PRUEBA 1



Figura 27. Muestra 1 con hojas envoltentes sin uso de fertilizante.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.



Figura 28. Muestra 1 sin hojas envoltentes y sin uso de fertilizante.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

EVALUACIÓN	DATOS EXPERIMENTALES
PESO CON HOJAS ENVOLVENTES (g)	390.13
LARGO CON HOJAS (cm)	45
NÚMERO DE HILERAS DE GRANO	8
COBERTURA DE LA PUNTA	8 cm sin granos en punta
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	1.5

Tabla 17. Evaluación de la muestra 1.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

OBSERVACIONES: La mazorca se encuentra con granos grandes, hileras incompletas y separadas, con 8 cm de ausencia de granos en punta con aspecto insano.

5.2.2 EVALUACIÓN DE LA MAZORCA SIN USO DE FERTILIZANTE PRUEBA 2



Figura 29. Muestra 2 con hojas envolventes sin uso de fertilizante.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

Figura 30. Muestra 2 sin hojas envolventes y sin uso de fertilizante.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

EVALUACIÓN	DATOS EXPERIMENTALES
PESO CON HOJAS ENVOLVENTES (g)	340.83
LARGO CON HOJAS (cm)	35
NÚMERO DE HILERAS DE GRANO	10
COBERTURA DE LA PUNTA	2.5 cm sin granos en punta
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	1.2

Tabla 18. Evaluación de la muestra 2.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

OBSERVACIONES: Los granos de la mazorca son grandes y aunque cuenta con diez hileras es muy notable la ausencia de los mismos en la parte inferior, en la parte media hay pocos de ellos y un pequeño aumento en la parte superior. La punta tiene un aspecto insano.

5.2.3 EVALUACIÓN DE LA MAZORCA SIN USO DE FERTILIZANTE PRUEBA 3



Figura 31. Muestra 3 con hojas envolventes y sin uso de fertilizante. Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.



Figura 32. Muestra 3 sin hojas envolventes y sin uso de fertilizante. Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

EVALUACIÓN	DATOS EXPERIMENTALES
PESO CON HOJAS ENVOLVENTES (g)	380.57
LARGO CON HOJAS (cm)	42
NÚMERO DE HILERAS DE GRANO	10
COBERTURA DE LA PUNTA	3 cm sin granos en punta
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	1.4

Tabla 19. Evaluación de la muestra 3.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

OBSERVACIONES: La apariencia de la mazorca no es buena, aunque se observan amplias separaciones entre hileras, el tamaño y la consistencia de los granos no es saludable, tiene granos desde la base hasta la parte superior. Se observan 3 cm de ausencia de ellos en punta.

5.2.4 EVALUACIÓN DE LA MAZORCA UTILIZANDO FERTILIZANTE QUÍMICO DOS MATERIAS PRUEBA 1



Figura 33. Muestra 1 con hojas envoltentes y con uso de fertilizante químico dos materias.

Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.



Figura 34. Muestra 1 sin hojas envoltentes y con uso de fertilizante químico dos materias.

Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

EVALUACIÓN	DATOS EXPERIMENTALES
PESO CON HOJAS ENVOLVENTES (g)	496.16
LARGO CON HOJAS (cm)	41.5
NÚMERO DE HILERAS DE GRANO	14
COBERTURA DE LA PUNTA	Con granos en punta
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	1.5

Tabla 20. Evaluación de la muestra 1 con fertilizante químico dos materias.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

OBSERVACIONES: Es notable la mejoría nutricional en la mazorca, cuenta con granos desde la parte inferior hasta la parte superior, sin déficit de granos en punta.

5.2.5 EVALUACIÓN DE LA MAZORCA UTILIZANDO FERTILIZANTE BIOL PRUEBA 2



Figura 35. Muestra 2 con hojas envolventes y con uso de fertilizante Biol.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.



Figura 36. Muestra 2 sin hojas envolventes y con uso de fertilizante Biol.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

EVALUACIÓN	DATOS EXPERIMENTALES
PESO CON HOJAS ENVOLVENTES (g)	412.35
LARGO CON HOJAS (cm)	40
NÚMERO DE HILERAS DE GRANO	14
COBERTURA DE LA PUNTA	3.5 cm sin granos en punta
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	1.2

Tabla 21. Evaluación de la muestra 2 con fertilizante Biol.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

OBSERVACIONES: La mazorca se encuentra en buen estado, presenta deficiencia de granos en punta y los que tiene son de buen tamaño.

5.2.6 EVALUACIÓN DE LA MAZORCA UTILIZANDO FERTILIZANTE CUALLITO A PRUEBA 3



Figura 37. Muestra 3 con hojas envolventes y con uso de fertilizante Cuallitoa.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.



Figura 38. Muestra 3 sin hojas envolventes y con uso de fertilizante Cuallitoa.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.

EVALUACIÓN	DATOS EXPERIMENTALES
PESO CON HOJAS ENVOLVENTES (g)	487.08
LARGO CON HOJAS (cm)	29
NÚMERO DE HILERAS DE GRANO	18
COBERTURA DE LA PUNTA	Con granos en punta
DIAMETRO DEL TALLO (cm)	2.5

Tabla 22. Evaluación de la muestra 3 con fertilizante Cuallitoa.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

OBSERVACIONES: La mazorca en comparación de las pruebas con Biol y fertilizante químico tiene menos longitud, aumentó el número de hileras de grano a cuatro y no se

observan ausencias de granos desde la base a la punta, estos son de aspecto saludable, lechosos y de buen tamaño y el tallo casi duplico su tamaño

5.3 EVALUACIÓN EN HOJAS

5.3.1 HOJA FERTILIZADA CON QUÍMICO DOS MATERIAS

Presenta una deficiencia de manganeso. Cuando hay una deficiencia de manganeso, se forma una necrosis en forma de rayas como la que se muestra en la imagen en las hojas más viejas y jóvenes



*Figura 39. Muestra de la hoja fertilizada con químico dos materias.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.*

5.3.2 HOJA FERTILIZADA CON BIOL

Presenta una deficiencia de Zinc .La deficiencia de Zinc en el maíz ocasiona la formación de manchas cloróticas que se agrandan rápidamente, con zonas muertas pequeñas o más grandes (desde un aclaramiento a una coloración blanca). Los aclaramientos aparecen solo a la izquierda y a la derecha de la nervadura principal. Las plantas muestran un crecimiento comprimido y hay un espacio reducido entre los pisos foliares.



*Figura 40. Muestra de la hoja fertilizada con Biol.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.*

5.3.3 HOJA FERTILIZADA CON CUALLITO

Presenta una hoja saludable. En un cultivo nutrido adecuadamente, las hojas brillan con un color verde intenso y no se presentan manchas.



*Figura 41. Muestra de la hoja fertilizada con Cuallito.
Fuente: Fotografía realizada por los autores de esta Tesis.*

5.4 COMPARACIÓN DE FERTILIZANTES

FERTILIZANTE	OBSERVACIONES POSITIVAS	OBSERVACIONES NEGATIVAS
QUÍMICO DOS MATERIAS	Se observa a la mazorca de buen tamaño, con granos grandes y en las puntas, hileras completas y buena forma.	Se presentó una deficiencia de magnesio, si esta fuera más severa afectaría a la mazorca haciendo que salga torcida y con ausencia de granos en las puntas.
BIOL	Como se mencionó anteriormente la mazorca presenta buen tamaño y granos grandes.	Se presentó una deficiencia de zinc, si esta fuera severa la mazorca sería más larga y delgada, disminuyendo su número de hileras de granos de maíz.
CUALLITOA	Presenta 18 hileras de granos de maíz, más que las muestras fertilizadas con dos materias y Biol. Se observa granos grandes, mazorca derecha y llena hasta la punta.	La mazorca fue la única que presentó una menor longitud comparada con las pruebas anteriores

*Tabla 23. Tabla comparativa de fertilizantes.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.*

5.5 COMPARACIÓN DE GASTOS

FERTILIZANTE	COSTOS EN PESOS (M/N)	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
QUÍMICO DOS MATERIAS	385	Se encuentra en presentación de dos costales de 50 Kg cada uno contiene nitrógeno y otro fósforo se mezcla en proporciones 1:1
BIOL	—	El Biol obtenido en este proyecto se obtuvo directamente del biodigestor, los costos de este producto parte desde la instalación del biodigestor, el espacio requerido y el largo tiempo de espera para la obtención del producto.
CUALLITOA	150	1 Galón de melaza \$55.00 1 Costal de pollinaza (50Kg) \$ 95.00 Sangre (10Lt) \$0.00 en rastro Cascarilla de café (costal 50 Kg) \$0.00 Huesos (10 Kg) \$0.00 en rastro Cascarón de huevo \$0.00 deshecho orgánico en casas.

Tabla 24. Tabla comparativa de gastos.
Fuente: Tabla realizada por los autores de esta Tesis.

5.6 CONCLUSIÓN

- La fertilización con Cuallitoa permite mejorar la alimentación de las plantas y se utiliza para conseguir producciones agrícolas elevadas.
- El fertilizante Cualitoa debe utilizarse para corregir los factores limitantes que aparecen en los cultivos intensivos, ya que aporta sustancias nutritivas solubles, de forma que las plantas las pueden absorber fácilmente.
- Aunque la elaboración del fertilizante Cuallitoa resulta ser un poco complicada, los resultados que se obtienen son buenos, y se puede utilizar después de haberlo elaborado a diferencia de otros tipos de fertilizantes orgánicos que la mayoría se dejan en reposo como mínimo dos semanas para poder ser utilizados, un ejemplo de esto es el Biol que su preparación lleva de dos a tres meses en promedio.
- Con respecto a los costos se puede decir que es un producto viable si se cuenta con la materia prima, debido a que los huesos y la sangre son desechos orgánicos no generan ningún costo monetario más que el de conseguir esta materia en los rastros y/o carnicerías, la melaza y la pollinaza no tienen costos elevados, en comparación del fertilizante químico y el Biol, este último por los gastos de instalación y la disponibilidad de un terreno donde instalarlo.
- Nuestro fertilizante da los resultados que se esperaban la limitante es que para conseguir el hueso y la sangre es complicado debido a que el hueso y la sangre se necesitan en grandes cantidades para poder abastecer un cultivo mayor de tres hectáreas.

- Los frutos que se obtuvieron mediante las pruebas que se realizaron con los diferentes abonos, arrojaron que el fruto que se obtuvo del surco abonado con Cuallitoa presenta excelentes resultados, recubrimiento de granos en punta y más hileras de granos con respecto a los frutos obtenidos con el fertilizante Biol y dos materias.
- El análisis que determina la deficiencia nutricional de cada fertilizante se puede comprobar mediante las hojas del fruto, presentando deficiencia de manganeso el fruto fertilizado con dos materias y una notable deficiencia de Zinc el fruto fertilizado con Biol, las hojas que fueron fertilizadas con Cuallitoa no presentan ningún tipo de deficiencia, ya que se trató de cubrir con todos los requerimientos nutricionales de la planta, este resultado nos amplía el panorama y nos hace concluir que el fertilizante Cuallitoa cubre perfectamente bien con las necesidades nutricionales de la planta.

5.7 RECOMENDACIONES

- Para dar un buen uso al fertilizante Cuallitoa es necesario usarlo una vez preparada toda la mezcla, si se va a almacenar debe de ser en un lugar seco, fresco y ventilado.
- Evitar exponerlo al sol cuando este en almacenaje para evitar una indeseada reproducción de bacterias.
- Como ya se mencionó con anterioridad la manipulación de la pollinaza debe extremar precauciones debido a las enfermedades respiratorias que ésta puede causar.
- Hay que tener precaución al momento de la cocción de la sangre ya que este proceso produce olores desagradables y en su defecto provoca náuseas.
- Es necesario conseguir un molino de martillos para la trituración de los huesos, ya que no se podrá realizar de ninguna otra forma debido a la rigidez de estos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Raven, P., Evert, R., & Eichhorn, S. (1992). *Biología de las plantas*. Barcelona: Reverté., p.526
2. Tisdale, S. & Werner L. (1991). *Fertilidad de los suelos y Fertilizantes*. México: IICA., pp.82-83
3. Morin, C. (1980). *Cultivo de cítricos*. Lima, Perú: Ica., pp.315
4. Fernández. A., Almela L., & Fernández, J. (1994). *La nutrición férrica de las plantas el problema de la clorosis*. España: Poblagrafic. p.21
5. Zeiger, E. & Lincoln, T. (2006). *Fisiología vegetal*. España: Títol., p.131
6. FAO. (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Roma, Italia: Fiat Panis., pp.99-101
7. Fuentes, J. (1999). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid: Mundi-prensa., p.98-115
8. Fassbender, H. & Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos*. Costa Rica: IICA., pp 7-25
9. Baver, L. - Gardner W. & Gardner W. (1972). *Física de suelos*. EUA: Hispano-Americana SA de CV, p 205.
10. Motato, N., Solórzano, G. & Cedeño, J. (2008). *Elaboración y usos de abonos orgánicos para el cacao que se cultiva en Mabí*. Ecuador: Neografik., p.32
11. Gómez, J. & Peñaloza, J. (2007). *Producción de abonos orgánicos de buena calidad*. Colombia: Produmedios. pp.16-17

12. COFENAC. (2003). *Abonos orgánicos, compost, caldo microbiológico y biol.* Ecuador: Papregcol., pp.1-9
13. Perdomo, F. (2003). *Manual de la granja integral autosuficiente.* Bogotá, Colombia: Colección cuidando la creación., pp.211-216
14. Kreuter, M. (2005). *Jardín y huerto biológicos.* Italia: Giunti., p.64
15. FAO. (2010). *Programa mundial del censo agropecuario.* Roma, Italia: Fiat panis., pp.97-114
16. Jachertz, I., & Strauss, F. (2008). *Flores de balcón y terraza.* España: Hispano Europea.
17. Rodríguez, F. (1982). *Fertilizantes nutrición vegetal.* México: Agt Editor., pp.33-34
18. González, A. & Rodríguez, S. (1999). *Agricultura y sociedad en México.* México: Plaza y Valdés.
19. Utor, L. (Noviembre 1875). *El guano.* Revista Europea, 90, pp.46-49.
20. Keleher, S. (Enero 1996). *Guano: Un regalo de los murciélagos para los jardineros.* *Bats Magazine*, 14, pp.15-16.
21. Navarro, S. & Navarro G. (2000). *Química Agrícola.* Madrid: Mundi-Prensa., pp 15-27.
22. Orozco, C., Cantarero, V., & Rodríguez, J.. (1997). *Tratamiento de residuos de café.* Guatemala: IICA., pp 15-35
23. EFSA. (2010). *Sangre y productos cárnicos.* 2011, de Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria Sitio web: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/sangre_tcm7-315432.pdf

- 24.** Tacon, A.. (1986). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados, Manual de capacitación. 1989, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S00.htm#TOC>
- 25.** Fernández, A.. (3 de marzo de 2006). Guano, un abono natural de gran calidad. 26 de Octubre 2007, de Eroski consumer Sitio web: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2006/03/03/149877.php
- 26.** Laura Pérez. (2010). PROCESO DE HABER-BOSCH : SÍNTESIS DEL AMONIACO. sábado 5 de febrero de 2011, de ciencias en el CIC Sitio web: <http://cienciascic.blogspot.mx/2011/02/proceso-de-haber-bosch-sintesis-del.html>.
- 27.** Susana Patricia Descalzo Arana. (2014). Carburo de Calcio. Septiembre 2014, de EPEC Sitio web: http://www.epec.com.ar/molet/carburo_calcio.html
- 28.** Ing. Carlos Alberto Amadeo. (2000). Fertilización Fosfatada. 2014, de NT solutions Sitio web: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/amadeo/fertilizacion%20fosfatada.asp>

GLOSSARIO

A

Actinomices: Es un género de bacterias definido por Harz en 1877, del tipo gram-positivo. Algunas especies son anaerobias, mientras que otras son facultativas anaerobias.

Las especies de Actinomyces no forman esporas, y, mientras que las bacterias individuales son esféricas, las colonias forman estructuras semejantes en forma a las hifas de los hongos.

Actinomicetos: Género muy heterogéneo de eubacterias gram-positivas, con tendencia a desarrollar formas filamentosas. Incluyen miembros de la microbiota de la tierra (estreptomicetos, actinoplanáceas y otros), junto con otros patógenos humanos y animales (especies Actinomyces, Mycobacterium, Nocardia y Dermatophilus). Actualmente este género consta de una sola especie: *C. granulomatis*.

Apatitas: Es un mineral con cristales hexagonales y dureza 5 en la escala de Mohs. Su composición química aproximada es $\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$. El color es variable aunque predominan los cristales incoloros, de color parduzco o verdoso.

Aspergillus: Es un género de alrededor de 600 hongos (mohos), y es ubicuo. Los hongos se pueden clasificar en dos formas morfológicas básicas: las levaduras y las hifas. El Aspergillus es un hongo filamentosos (compuesto de cadenas de células, llamadas hifas).

Azospirillum: Es una bacteria de vida libre (no forma nódulos ni otro tipo de estructuras visibles en las raíces pero que vive en estrecha asociación con el sistema radicular de las plantas. Esta bacteria es capaz de fijar nitrógeno.

Azotobacter: Es un género de bacterias usualmente motiles, ovales o esféricas, que forman quistes de pared gruesa, y pueden producir grandes cantidades de baba capsular. Tiene una tasa respiratoria efectiva y rápida a nivel superficial.

B

Bacillus Pseudomonas: significa falsa unidad, derivado del griego pseudo (falso) y monas (unidad). El término «monada» se usaba en la microbiología antigua para nombrar a los organismos unicelulares. Es un género de bacilos rectos o ligeramente curvados fluorescentes de color amarillo-verdoso con gran valor taxonómico.

Beijerinckia: Son bacterias de vida libre fijadoras de nitrógeno del aire.

C

Cariofiláceas: Son hierbas, más raramente arbustos o subarbustos. Los tallos suelen presentar nudos engrosados que, ocasionalmente, tienen crecimiento secundario anómalo. Las hojas son opuestas (algunas especies presentan hojas alternas) simples, enteras, usualmente son estrechas y suelen estar conectadas por una línea transversal en la base. Pueden tener o no estípulas.

Crucíferas: Las brasicáceas (Brassicaceae) o crucíferas (Cruciferae) son una familia de angiospermas dicotiledóneas que se incluyen en el orden Brassicales. Constituyen un grupo monofilético con cerca de 338 géneros y 3.709 especies de plantas principalmente herbáceas distribuidas en todo el globo, si bien están particularmente concentradas en áreas templadas y frías. Incluyen cultivos de importancia económica, tanto hortícolas, como ornamentales, oleaginosos, forrajeros y como condimentos.

D

E

Edáfica: Pertenecientes al suelo

Estabulación: La estabulación (de establo) consiste en mantener a los animales que se crían dentro de un establecimiento es decir un lugar donde estén estos animales durante gran parte de su vida.

F

Fitomasa: Combustible vegetal.

Frankia: Es un género de bacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno que viven en simbiosis con plantas actinorricas, de forma similar a Rhizobia. Estas bacterias forman nódulos radiculares en forma de coral. A diferencia de la simbiosis que existe entre Rhizobia y las leguminosas, esta interacción mutualista es menos específica.

G

Gramíneas: Las gramíneas o poáceas (Poaceae) son una familia de plantas herbáceas, o muy raramente leñosas, perteneciente al orden Poales de las monocotiledóneas. Con más de 820 géneros y cerca de 12 100 especies descritas, las gramíneas son la cuarta familia con mayor riqueza de especies luego de las compuestas, las orquídeas y las leguminosas; pero, definitivamente, es la primera en importancia económica global. De hecho, la mayor parte de la dieta de los seres humanos proviene de las gramíneas, tanto en forma directa, granos de cereales y sus derivados, como harinas y aceites o indirecta, carne, leche y huevos que provienen del ganado y las aves de corral que se alimentan de pastos o granos.

H

Hulla: Es una roca sedimentaria orgánica, un tipo de carbón mineral que contiene entre un 45 y un 85 por ciento de carbono. Es dura y quebradiza, estratificada, de color negro y brillo mate o graso. Se formó mediante la compresión del lignito, principalmente en la Era Paleozoica, durante los períodos Carbonífero y Pérmico. Surge como resultado de la descomposición de la materia vegetal de los bosques primitivos, proceso que ha requerido millones de años.

Húmicos: Son una parte importante de materia oscura del humus y consisten en mezclas heterogéneas de moléculas de pequeño tamaño que se forman a partir de la transformación biológica de células muertas y se asocian mutuamente en estructuras supramoleculares, que pueden separarse en sus componentes de menor tamaño por fraccionamiento químico. Las moléculas húmicas se asocian entre ellas en conformaciones supramoleculares mediante interacciones hidrofóbicas débiles a pH alcalino o neutro y también mediante puentes de hidrógeno a pH bajos.

I

J

K

L

Lactobacillus. Son un género de bacterias Gram positivas anaerobias aerotolerantes, denominadas así debido a que la mayoría de sus miembros convierte a la lactosa y algunos monosacáridos en ácido láctico. Habitualmente son benignos e incluso necesarios, habitan en el cuerpo humano y en el de otros animales; por ejemplo, están presentes en el tracto gastrointestinal y en la vagina. Muchas especies son importantes en la descomposición de la materia vegetal.

Lixiviación: La lixiviación es un proceso por el cual se extrae uno o varios solutos de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido. Ambas fases entran en contacto íntimo y el soluto o los solutos pueden difundirse desde el sólido a la fase líquida, lo que produce una separación de los componentes originales del sólido.

M

N

Nematodos: Son gusanos redondos, tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y no segmentado, con simetría bilateral. Con frecuencia, el macho tiene un extremo posterior curvado o helicoidal con espículas copulatorias y, en algunas especies, una bolsa caudal denominada Bursa. El extremo anterior del adulto puede tener ganchillos orales, dientes, o placas en la cápsula bucal, que sirven para la unión a tejidos, y pequeñas proyecciones de la superficie corporal conocidas como cerdas o papilas, que se cree que son de naturaleza sensitiva. Se denominan anfidios, fasmidios o deiridios según la porción del cuerpo donde se localicen.

Nitrobacter: Bacteria aerobia que se usa en la filtración biológica para convertir los nitritos en nitrato menos perjudicial.

Nitrosomonas: Es un género de bacterias elipsoidales del suelo. Son importantes en el ciclo del nitrógeno por transformar amonio (NH_4) a nitrito (NO_2^-) y así obtienen su energía de la quimio síntesis.

Nocardia: Un género de bacterias Gram-positivas que se encuentran en suelos de todo el mundo ricos en materia orgánica. Son catalasa-positivas y con forma de bacilos

filamentosos, parecen hilos alargados. Algunas especies son patogénicas que causan nocardiosis. La mayoría de las infecciones causadas por *Nocardia* se adquieren por inhalación de la bacteria o a través de traumatismos.

Ñ

O

P

Peletizado: Del inglés pellet en forma de píldora o bolita. Alimento preparado con estas características, usado para aves, ganado, peces, etc. También se le llama alimento balanceado.

Penicillium: Es un género del reino fungi. Incluye más de 300 especies, la más conocida es *Penicillium chrysogenum*, productora de penicilina.

Q

R

Rhizopus: Es un género de mohos que incluyen especies cosmopolitas de hongos filamentosos hallados en el suelo, degradando frutos y vegetales, heces animales, y residuos. Las especies de *Rhizopus* producen esporas asexuales y sexuales. Las esporangiosporas asexuales se producen dentro de una estructura aguzada, el esporangium, y son genéticamente idénticas a su padre. En *Rhizopus*, el esporangio es soportado por una gran columela apofisada, y el esporangióforo asoma entre rizopodes distintivos. Zigosporas negras se producen después de dos fusiones compatibles de micelios durante la reproducción sexual. Y hacen colonias que pueden ser genéticamente diferentes de sus padres.

S

Streptomyces: Es el género más extenso de actinobacterias, un grupo de bacterias Gram-positivas de contenido GC generalmente alto. Se encuentran predominantemente en suelos y en la vegetación descompuesta y la mayoría produce esporas (también denominadas conidios) en los extremos de las hifas aéreas. Se distinguen por el olor a “tierra húmeda” que desprenden, resultado de la producción de un metabolito volátil, la geosmina.

T

Thiobacillus: Bacteria unicelular en forma de bastón que viven en las aguas residuales o el suelo, puede crear hidrógeno gas de sulfuro y el olor resultante "huevo podrido" en el suministro de agua.

Trichoderma: Hongo endopatógeno que elimina enfermedades de las plantas en el suelo tales como la fusariosis.

U

V

Vermiculita: La vermiculita es un mineral formado por silicatos de hierro o magnesio, del grupo de las micas.

W

X

Xilosa: También llamada azúcar de madera es una aldopentosa (un monosacárido que contiene cinco átomos de carbono y que contiene un grupo funcional aldehído) que tiene un isómero funcional que es la xilulosa.

Y

Z