

FECHA DE ADQUISICION	24 MAR. 1965
NUM. DE INVENTARIO	
PROCEDENCIA	DONACION
NUM. DE CATALOGACION	
PRECIO	

EFFECTO DE ALCUNOS ABONOS VERDES, EN LOS SUELOS DE LA REGION DE NAVIDAD, NUEVO LEON.

TESIS PRESENTADA AL H. JURADO, PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO, EN LA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA "ANTONIO NARRO".

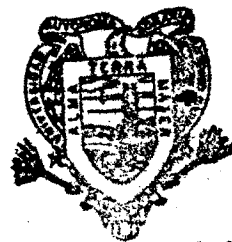
PCR

NADIA BONELO CAYA.

EL PRESIDENTE DEL JURADO.

G. Jerez

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA.



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.

12723

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

BIRREYNTA, COAH. FEB de 1955.



BIBLIOTECA

CONTENIDO DE TABLAS.

Tabla 1.-Contenido de Materia Orgánica -----	37
Tabla 2.-Por Ciento de Nitrógeno Total.-----	38
Tabla 3.-Contenido de Bases Intercambiables.-----	39
Tabla 4.-Contenido de Nitrógeno Nítrico.-----	40
Tabla 5.-Contenido de Nitrógeno Amónico.-----	41
Tabla 6.-Análisis de Variación del Experimento Fer- tilizado cuando se sembraron los abonos -- verdes. - - - - -	42
Tabla 7.-Análisis de Variación del Experimento no - Fertilizado cuando se sembraron los abonos verdes. - - - - -	43

INTRODUCCION.

Es un hecho bien establecido que en el Norte de México las condiciones climáticas prevaletientes determinan la escasez de una buena cubierta vegetal que defienda al suelo contra la erosión y que le provea de materia orgánica, la cual es necesaria para aumentar la asimilabilidad de los compuestos minerales y para mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo; pues al beneficiar su estructura y al aumentar la población de organismos en el terreno, la materia orgánica contribuye en forma decisiva a la mayor fertilidad del mismo. Es difícil mantener un buen nivel de fertilidad con el uso exclusivo de fertilizantes químicos, sobre todo en el caso tradicional en nuestro medio, del monocultivo, el cual es en sí poco remunerador, particularmente en las zonas irrigadas por bombeo; y como se traduce en la disminución de los rendimientos, año por año, debe buscarse una forma de mantener y elevar la producción unitaria.

Una de las formas de lograr esto consiste en la incorporación de materiales orgánicos al suelo, tales como estiércol, residuos de cosechas y enterramiento de cultivos verdes. Lo primero es de uso limitado pues en la mayoría de los casos no se dispone de suficiente estiércol o solo se encuentra en lugares distantes de la finca; y lo segundo es un procedimiento que requiere mucho tiempo en razón de que estando formados los residuos de las cosechas por materias fibrosas y resistentes, su descomposición resulta lenta e incompleta. Así pues, el enterramiento de cultivos --

verdes, o sea lo que comunmente se llama abonos verdes, viene a constituir el medio más adecuado para resolver el problema de que se trata.

Como abono verde se entiende todo tejido vegetal no maduro que se incorpora al suelo para enriquecerlo de materia orgánica, para lo cual se requiere: (1) que se desarrolle cuando el suelo no se usa para el cultivo principal, para no perder el ciclo agrícola correspondiente y de esa manera que sea -- económico; (2) que produzca abundante follaje con elevada relación nitrógeno-carbono, para evitar la intensa actividad de los microorganismos del suelo y, por lo tanto, la falta de -- nitrógeno en sus formas aprovechables; y (3) que posea un -- extenso sistema radicular que le permita desarrollarse aún en condiciones de sequía. Con un abono verde en estas condiciones, enterrado e incorporado en época oportuna, se enriquece notablemente y en poco tiempo el suelo con materia orgánica, dando como resultado un rendimiento más alto del cultivo que se siembra en los suelos tratados en esta forma.

Con el objeto de comprobar este hecho, muchas veces citado en la literatura, y de demostrar los beneficios que se -- derivan de esta práctica, se llevó a cabo el trabajo que se -- describe en esta tesis, en la región agrícola de Navidad, -- Nuevo León, en la que principalmente se siembra trigo y en la que el suelo es naturalmente pobre en materia orgánica. Para el efecto se utilizaron tres leguminosas y dos gramíneas, que se enterraron al empezar la floración, sembrando posteriormente el trigo, en el ciclo agrícola inmediato.

El experimento se hizo duplicado: (1) fertilizando el --

suelo al sembrar las leguminosas y gramíneas, con el propósito de obtener un desarrollo abundante y retener más nutrientes en forma orgánica, y (2) sin fertilización, con el fin de comparar el efecto de los abonos verdes en el rendimiento del trigo y el beneficio recibido con ambos procedimientos.

REVISION DE LITERATURA.

El uso de los abonos verdes ha sido objeto de numerosos ensayos y trabajos en diferentes países del mundo. Aquí solamente se citan los más sobresalientes.

Nielson *et al.*, (22) hicieron ensayos en invernaderos con suelos del tipo de migajón limoso wooster, tratando de comparar los resultados del enterramiento de alfalfa, como fuente de fosfatos, y el uso de fosfato ácido de potasio (KH_2PO_4). El objeto del trabajo fué observar la rapidez de liberación del fósforo de la alfalfa y la influencia de ésta sobre el fósforo residual del suelo. Los resultados se midieron en peso de plantas de maíz en seco después de cosechadas y analizadas. Se encontró que a pesar del bajo contenido de fósforo en la alfalfa hubo una mayor absorción de fosfato por el maíz, en las parcelas con alfalfa que en las que contenían el fosfato mineral. Los citados investigadores citan los reportes de otros, los cuales encontraron, en Massachusetts, que los fosfatos de fierro y de aluminio son liberados por ciertos ácidos orgánicos que pueden formarse durante la descomposición de la alfalfa. Dean y Fuller, entre otros, reportaron resultados similares usando trigo como abono verde en centeno, encontrando en éste 70 por ciento más de fosfato que en el centeno fertilizado con fosfato ácido de potasio.

Por su parte, Hallas y Bartholomew (15) experimentaron residuos de maíz y de soya en tres diferentes proporciones: 2.5, 10 y 50 toneladas por acre, con el objeto de observar el efecto de ellos sobre los residuos orgánicos existentes en el

suelo, principalmente en relación al carbono nativo. El experimento se llevó a cabo en suelos del tipo migajón arcillo -- limoso Webster, y migajón limoso Monona y Muscatine, los cuales contienen 3.02, 3.31 y 2.14 por ciento de carbono orgánico, respectivamente durante 247 días (el maíz) y 119 días -- (la soya). Los residuos eran seculentos y comparables, por lo tanto, con los abonos verdes. Se encontró que la descomposición fué más rápida usando 2.5 y 10 toneladas, llegando a la conclusión de que solo en suelos originalmente pobres en materia orgánica se obtienen resultados beneficiosos, pues en los suelos de pradera tan sólo se acentúa el grado de descomposición, siendo más útiles como inmovilizadores y conservadores de nutrientes, y si se trata de leguminosas, como contribuyentes de nitrógeno.

Trabajando Gooding y Russel (12) en Nebraska, con suelos arenosos, utilizaron lespedeza, trébol dulce anual, chícharo, veza vellosa y trébol dulce bienal. Encontraron que la veza requiere menos cal que la alfalfa y el trébol dulce, produciendo 2 toneladas/acre de materia seca, en el verano, y conteniendo 2.55 por ciento de nitrógeno (o 10² libras/acre, igual a 3-00 libras de nitrato de amonio. Controla la erosión eólica y aumenta el nitrógeno del suelo. Es de gran importancia su inoculación, dando un incremento de 17 a 19 bushels, en comparación con las no leguminosas.

El experimento de Kiesselbach (18) consistió en: (a) 9 rotaciones en las que se incluyeron trébol rojo, trébol dulce, alfalfa y estiércol; (b) duró nueve años; (c) con tres repeticiones; (d) parcelas de un vigésimo de acre; (e) se descarta--

ron tres y medio pies del bordo; (f) pH de 5.5; (g) encalado sólo al principio, dos toneladas/acre, un año antes de sembrar la leguminosa; (h) en la rotación de granos se incluyó trigo, (que tuvo un aumento de 4.5 bushels después de alfalfa) y maíz, avena y cebada.

Las leguminosas se diferencian por su adaptabilidad a diferentes lugares y por sus usos: Alfalfa, trébol dulce, trébol rojo, para la zona maicera del Oeste; veza, en los suelos arenosos de Nebraska y lespedeza en los suelos ácidos. Dió mejor resultado la rotación que incluía trébol rojo y alfalfa (rendimiento más alto sobre avena) siempre que se ensaie el terreno, mejorando la estructura y el nitrógeno aprovechable.

Smith (29) al hacer un estudio sobre la fertilidad del suelo indicó que la base para obtener una buena cosecha en los suelos pobres es un buen programa de mejoramiento del suelo. Una buena producción está íntimamente relacionada con la materia orgánica del suelo, dando que el 95 por ciento del nitrógeno y el 50 por ciento del fósforo provienen de ella. Los trabajos realizados durante 65 años en la Estación Experimental de Missouri han conducido a la conclusión de que las rotaciones que incluyen leguminosas y pastos, sin un tratamiento adecuado del suelo contienen menos fósforo, potasio, calcio y magnesio que cuando se cultiva trigo o maíz continuamente, y que las leguminosas como abonos verdes donde se explota ganado constituyen más un ideal que una práctica conveniente. Haciendo Smith un experimento en suelo de migajón limoso Putnam, al enterrar trébol dulce, trébol rojo, lespedeza, soya y - -

thimoty, antes de una cosecha de maíz, encontró que agregando suplemento químico nitrogenado las parcelas producían mucho más que cuando no se agregaba dicho suplemento, especialmente en el caso del trébol y soya usados como abono verde.

Cunningham (5) estudió también el trébol dulce y observó que tiene capacidad para prosperar en suelos pobres en humus o en suelos erosionados, y que se adapta a gran número de tipos de suelo, siendo la variedad anual blanca la que generalmente se usa con fines de mejoramiento del suelo mientras que la amarilla bienal se usa más como pastura. El trébol dulce es un eficiente fijador del nitrógeno, y como sus largas raíces crecen más abajo de la profundidad del arado, aumenta en el primer caso el contenido de humus y en el segundo aumenta la materia orgánica del subsuelo.

Clark (4) estudió a su vez el trébol dulce y reportó que crece bien en los suelos que son demasiado alcalinos para la alfalfa, y que mejora la aereación y el drenaje del suelo, al morir sus raíces. La siembra en invierno u otoño es la más satisfactoria en Arizona.

Harper (16) investigó el trébol dulce en su papel como mejorador del suelo y encontró que en Oklahoma es uno de los tréboles más usados para proporcionar nitrógeno a materia orgánica al suelo. Habiendo observado que en años anteriores moría una gran parte de las plantas encontró que la causa estribaba en la acidez del suelo o en su deficiencia de fósforo, y el problema fué solucionado aplicando cal y fertilizantes entre los surcos, haciendo éstos de anchura mayor de las 7 pulgadas usuales. Se obtuvo adicionalmente el beneficio de disminuir --

las necesidades de humedad. Dicho trébol puede usarse como cultivo intercalado con avena de primavera, lino y cebada.

Haciendo Gardner (10) un estudio comparativo de varias leguminosas como mejoradoras de los suelos de Maine, reportó los siguientes datos:

	Libras de fertilizantes por 100 lbs - paja seca.		
	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
Soya.....	2.56	0.68	2.33
Alfalfa.....	2.36	0.74	2.23
Trébol dulce blanco....	2.32	0.66	1.26
Trébol sueco.....	2.05	0.70	1.74
Trébol rojo.....	1.18	0.44	1.88
Cebadilla (quack grass)	1.17	- --	- --
Timothy	0.99	0.31	1.36

En dicha investigación se encontró que la alfalfa mejora la circulación y drenaje del suelo, contribuye a la formación de humus con sus raíces profundas, y requiere suelos de buen drenaje; comparada con el timothy produjo 50 por ciento más de trigo y 33 por ciento más de maíz.

Garver (11) encontró que usando la alfalfa en rotaciones largas rinde muy buenos resultados sobre los granos pequeños (maíz, sorgo) y sobre la papa; disminuye la humedad del subsuelo y eleva el nitrógeno. Aplicándole estiércol dió un ligero aumento en relación con los fertilizantes químicos, y se encontró que en los primeros cuatro años fué aumentando el residuo (en peso poco) de coronas y raíces de la planta. La alfalfa tiene un gran valor como mejorador del suelo en condiciones normales de humedad; asociada con pastos perennes reduce la erosión eólica y pluvial, y aumenta el poder de absorción del agua en los suelos pesados.

Estudiando Grandfield (13) el cultivo de la alfalfa en --

Kansas reportó los siguientes datos. En comparación con maíz, avena y trigo es consumidora de calcio, fósforo y potasio. En años secos reduce los rendimientos pero a la larga produce -- beneficios, debiendo permanecer de los a cinco años. Considera que es un error mantenerla en constante cultivo, tanto como lo es la producción de trigo anualmente. También encontró que es afectada por las aspersiones de herbicidas y que hay que tomar en cuenta que los resultados de una rotación nunca aparecen en los primeros años.

Bartholomew (2) estudió las variaciones que sufre el suelo en humedad y contenido de nitratos como resultado de diferentes métodos de cultivo. Para el efecto usó siete métodos de cultivo y no encontró diferencia en las parcelas en que se -- destruyó la maleza sino sólo cuando se removió con azadón. El nitrógeno contenido en el suelo era más alto (ligersmente) que en los otros tratamientos en razón de que hubo menos pérdidas por lixiviación. Un cultivo superficial, uno medio profundo y uno profundo permiten una rápida absorción de la humedad, cuando la lluvia es escasa; ocurriendo grandes cantidades de nitrógeno cuando no se hacen cultivos en el otoño sino hasta la -- siembra de primavera, produciéndose el nitrógeno en los periodos calientes de los meses de invierno. De ahí lo provechoso -- de los cultivos de cobertura.

Fraps (7) se dedicó a investigar las necesidades de nitrógeno en parcelas experimentales y su relación con el nitrógeno total del suelo. Llevó a cabo 332 pruebas, aplicando ácido -- fosfórico, potasio y nitrógeno, teniendo parcelas testigos a -- las que solamente se aplicó ácido fosfórico y potasio. Encon--

tró que el nitrógeno activo depende del total del suelo, de la cantidad de agua, de la naturaleza del suelo y de los compuestos orgánicos nitrogenados presentes. El peso de las cosechas aumenta con el contenido de nitrógeno del suelo más del 0.06 por ciento; el efecto del fertilizante nitrogenado disminuye con el porcentaje de nitrógeno del suelo, y hubo un aumento de 8 a 56 bushels de maíz para suelos que contenían de 0.02 a 0.16 por ciento de nitrógeno.

También hizo Fraps un trabajo sobre la nitrificación de los suelos de Texas, haciendo análisis constantes por tiempo indefinido para observar los cambios ocurridos al hacer diferentes aplicaciones de nitrógeno. Adicionando abono al suelo encontró una disminución de nitratos en el percolado del suelo, y en suelos conteniendo más de 0.02 por ciento de nitrógeno, en forma constante, éste se convirtió en nitratos de 7 a 10 por ciento de nitrógeno, en las primeras doce semanas. El abono aumenta la nitrificación sobre todo los abonos que contienen fosfatos en comparación con los constituidos por potasio, así como la cal.

También hizo Fraps (8) un estudio en relación con la nitrificación y amonificación en parcelas experimentales, sobre un número diverso de suelos, con el objeto de apreciar el efecto de los abonos nitrogenados en lo que respecta al grado de nitrificación y su relación con la amonificación. Los resultados se midieron sobre maíz y sorgo. Encontró que el promedio de nitrógeno total del suelo. La primera cosecha es mayor que las siguientes, removiendo de 1.5 a 2 por ciento del nitrógeno total. El nitrógeno superficial es utilizado mejor que el del

subsuelo. Los suelos ácidos dan, en general, menos nitrógeno a los cultivos, y remueven el 58 y 76 por ciento del nitrógeno en su forma nítrica. En la mayoría de los casos la determinación del amonio no dió datos útiles, así como no dió correlación con la nitrificación.

Morgan y Street (10) estudiaron las lluvias de estación y los lavados de nitratos en relación con el suelo y la clase de fertilizantes nitrogenado. Los estudios los hicieron sobre tabaco, papas y legumbres. Los suelos eran de cuatro tipos y los fertilizantes empleados fueron urea, sulfato de amonio, y residuo de la extracción del aceite de la semilla de algodón. Durante los cinco años que comprendió este estudio la lluvia fué normal. La cantidad de agua de drenaje resultante, después de un período de lluvias, se vió más afectado por los tipos de suelo, evaporándose menos en los suelos arenosos que en los pesados. De los fertilizantes usados el único que influyó en la cantidad de agua lixiviada en exceso con la evaporación, fué el residuo de algodón, disminuyéndola. La urea es lixiviada más rápidamente; y en cuanto a la rapidez de nitrificación resultaron similares el sulfato de amonio y el residuo de algodón, si bien este último produjo menos nitrógeno aprovechable.

Karraker *et al.*, (17) trataron de encontrar el efecto de ciertas leguminosas, solas o en mezcla, y del pasto azul de Kentucky, sobre el contenido de nitrógeno en los lisímetros. Usaron lespedeza coreana, trébol blanco, trébol rojo, alfalfa, pasto azul, lespedeza coreana con centeno y la misma con pasto azul; trébol blanco con pasto azul, alfalfa con pasto azul, --

trebol rojo con pasto azul, y el testigo. La alfalfa y los tréboles crecieron el doble cuando se asociaron con un pasto, en cuanto se refiere a la vegetación producida; y cuando había una buena cubierta vegetal el lavado de nitrógeno fué menor de 10 libras/acre por año, siendo menor la fijación de nitrógeno cuando se trató de mezclas.

En otro ensayo con lisímetros (Barnett et al., 1) se investigó la descomposición de los cultivos de verano de cobertura, dada la importancia que tienen en los cultivos de cítricos en Florida. En dicha investigación se usaron crotalaria, frijol morado y pasto Natal. El por ciento de nitrógeno en las raíces, hojas y tallos fué mayor con la cubierta vegetal. La crotalaria mejoró el potasio y el fósforo. Cuando se enterró el material y cuando permaneció como mulche, la materia orgánica se descompuso en diferentes proporciones: Con crotalaria 87 por ciento enterrada y 72 por ciento como mulche; el pasto Natal, 95.9 por ciento enterrado y 63 por ciento como mulche. Fué notorio el aumento de la producción y el por ciento de nitrógeno no varió con el método de enterramiento.

Tratando Brown (3) de resolver el problema de la fertilidad de los suelos en Louisiana, donde las fuertes lluvias de verano lixivian los suelos y causan erosión, realizó un experimento con leguminosas, uno en invierno y otro en verano, -- midiendo los resultados en maíz. En los cultivos de verano usó chícharo, crotalaria, chícharo de vaca, soya, frijol morado, y la hierba del café (Sesbania macrocarpa), y el testigo; usando 150 libras de nitrato de sodio. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en general, siendo más altos los rendimientos -

cuando el tratamiento fué nitrato de sodio, chícharo, crotalaria y frijol morado. Para el cultivo de invierno se usaron -- trébol de carretilla gigante, veza de hoja angosta y veza silvestre; 150 libras de nitrato de sodio, y el testigo. Los resultados obtenidos indicaron un orden ascendente en el comportamiento de los cultivos en la siguiente forma: trébol de -- carretilla, trébol escarlata, chícharos y veza. Los dos primeros y nitrato de sodio dieron los más bajos rendimientos. El aumento fué de 3.1 a 8.9 bushels/acere.

Davis, Hobgood y Brewer (6) experimentaron leguminosas de invierno sobre el cultivo del algodón, así como dos gramíneas: centeno, avena, trébol amarillo, veza; nitrato de sodio en la fórmula 6-8-5, y el testigo. Los tratamientos se abonaron con la fórmula 0-8-5 durante siete años usando cuatro repeticiones. Los mejores resultados los dieron la veza, el -- chícharo y el trébol amarillo. Los suelos eran de migajón limoso tipos Olivier y Baton Rouge.

Otra serie comprendió chícharo, avena, veza húngara, veza vellosa, trébol persa, veza Oregon, trébol de carretilla; nitrato de sodio, y el testigo. Los resultados fueron similares a los obtenidos en la primera serie, dando los mejores resultados la veza y el chícharo. La avena fué más baja que los -- testigos. Los tréboles igualaron el rendimiento cuando se usó nitrato de sodio (200 libras), a pesar de rendir hasta 4 toneladas de materia verde por acre. Concluyeron que es necesario inocular a las leguminosas; que inoculando con suelo se obtienen mejores resultados; que fertilizando con superfosfato de calcio la población fué mayor; que al usar fertilizantes la --

materia verde llega a crecer el doble y que el cultivo debe alcanzar más de 3 a 3.5 toneladas para obtener mejores resultados que usando el nitrato de sodio, ya que a pesar de contener como promedio 11.8 por ciento de nitrógeno por tonelada, no es mayor que cuando se usa el nitrato.

Gustafson (14) hizo un breve estudio del nitrógeno y la materia orgánica, reportando los siguientes conceptos: que la materia orgánica del suelo se ha formado por variados materiales, como arbores, hojas, raíces, pastos, leguminosas, etc., que incorporados al suelo son sustentados de la vegetación. Esta materia orgánica suela perderse por diversas causas, siendo una de las mayores pérdidas el fuego. Estas pérdidas pueden reducirse teniendo una buena cubierta vegetal, cultivando y arando en sentido opuesto a la pendiente, aplicando estiércol, cal y fertilizantes, cultivando leguminosas y sembrando en terrazas. En un periodo de alrededor de 70 años se pierde de 0.5 a 1 por ciento de nitrógeno. Conforme con estos datos, reporta Gustafson que en Ohio se obtuvieron las siguientes informaciones. El maíz extrajo un promedio de 1.63, la avena 0.94 y el trigo 0.71 por ciento del nitrógeno introduciendo en la rotación una leguminosa disminuyen estas pérdidas y estas desaparecen casi del todo enterrando la leguminosa. Por otra parte, para aumentar el beneficio que se obtiene con las leguminosas es necesario el encalado, el cual, además, mejora el crecimiento de otras plantas, entre ellas la cebada en cultivo de cobertura, la cual usa el nitrógeno que de otra manera se perdería en el suelo. Este nitró-

gene se conserva o es devuelto al suelo como abono verde o como estiércol. En New York se usan como abonos verdes la -- avena, el trigo, cebada, centeno, trigo sarraceno, trébol y timothy, después de una cosecha de maíz, papa y repollo.

Murphy (21) investigó la relación que guardan la fertilización del trigo y los rendimientos del mismo, encontrando -- que los fertilizantes fosfatados aumentan la producción pero disminuyen las proteínas del grano, mientras que los nitrogenados aumentan el contenido proteínico. Por esta razón el uso de materia orgánica y de fertilizantes es requisito para darle calidad al grano; pero por el alto costo relativo de éstos y la escasez del estiércol, deben usarse las leguminosas para agregar nitrógeno al suelo y aumentar los rendimientos y el -- contenido proteínico. Las parcelas tratadas con nitrato de -- sodio dieron un contenido ligeramente mayor que las tratadas con sulfato de amonio; la mejor combinación fué de tres cuartas partes de superfosfato y el resto de nitrato de sodio; en los suelos de California los nitratos son a veces descompuestos y liberan el nitrógeno en forma de gas, perdiéndose grandes cantidades. El nitrógeno en forma de amoníaco es fijado -- primeramente por los coloides del suelo. En experimentos con soluciones nutrientes y arena se ha llegado a la conclusión de que la materia orgánica es absolutamente necesario para el -- mejor crecimiento de las cosechas.

Plice (26) inició un estudio con abonos verdes durante -- 16 años en suelos de migajón limoso Kirkland, sobre algodón, sorgo y avena; la vaca y el chicharo se usaron sobre el algodón, y el darsó y el chicharo de vaca con la avena. Se espe--

raba que la adición de materia orgánica fuere benéfica pero se encontró que en el algodón apenas si modificó los rendimientos, y en la avena, en el 75 por ciento de los casos, los resultados fueron mejores en las parcelas no abonadas. Este resultado condujo a un estudio más detallado (biológico, químico y físico) de este tipo de suelo, que pertenece a los de pradera. Se encontró que los abonados fueron más bajos en los siguientes aspectos: pH, nutrientes minerales utilizables, nitrificación, materia orgánica y nitrógeno, población bacteriana y fúngica, capacidad de saturación, y macro- y microagregados; y fueron más altos en lo siguiente: peso volumétrico, plasticidad, débil solución alcalina de la materia orgánica y del nitrógeno-potencial, amonificación, sustancias húmicas tóxicas, acidez potencial y acidez intercambiable.

Peregrina (23) realizó varios experimentos con leguminosas para determinar el efecto de ciertos cultivos verdes sobre el maíz y el trigo, principalmente. Las leguminosas empleadas fueron los tréboles Hubam, blanco bienal y amarillo anual, -- veza Toluca, veza Willamette, y trébol bersin (egipcio), durante cuatro años, con maíz; y con el trigo se usaron trébol -- Hubam, de carretilla, blanco bienal y amarillo anual, veza Toluca y alfalfa africana. Los resultados se compararon con -- sulfato de amonio y con testigos, y los mejores resultados los dieron la alfalfa y los tréboles. El aumento alcanzó hasta 75 por ciento respecto al testigo y 25 por ciento con respecto -- al sulfato de amonio.

Estudiando Pitner (25) el trébol Hubam (Medicago alba -- var. anual) encontró que no compite con el cultivo por no --

desarrollarse de rizomas; en suelos ácidos no dá cosechas adecuadas; la densidad de siembra es de 10 a 15 kilogramos/hectárea de semilla escarificada; la planta asemillada produce - - 14,740 kilogramos de peso seco por hectárea, y 106.9 kilogramos de nitrógeno en la porción aérea y 150 kilogramos en las raíces. Concluye que es uno de los abonos verdes más adecuados.

Según Lyon y Buckman (19) la práctica del abonado verde tiene los siguientes efectos favorables sobre el suelo: (1.-- Aporta materia orgánica. (2.--) Los compuestos húmicos aumentan la capacidad de absorción del suelo y promueven el drenaje, aireación y granulación del mismo. (3.--) Aglomera un suelo arenoso y le aumenta la capacidad de retención del agua. (4.--) Promueve en la arcilla una estructura migajonosa. (5.--) Incorpora carbono orgánico y nitrógeno (el Humus depende del nitrógeno orgánico). (6.--) Estimula las transformaciones biológicas al ser alimento de los microorganismos. (7.--) Estimula las funciones generales del suelo y del Azotobacter, favorecidos por los materiales carbonáceos y el nitrógeno (8.--) Conserva los elementos nutritivos solubles. (9.--) Las raíces largas de ciertos cultivos ayudan a subir a las sustancias nutritivas del sub-suelo. (10.--) Aumenta la asimilabilidad de cal, ácido fosfórico, potasio, magnesio y hierro. (11.--) Cuando el abono no es de leguminosas el nitrógeno original del suelo vuelve a una forma orgánica (12.--) La alfalfa en buen crecimiento produce 230 a 280 kilogramos, la soya y los tréboles, 110 a 170 kilogramos, y las alubias la mitad o la tercera parte, de nitrógeno (13.--) El contenido en el follaje, en-

cultivos bien inculados, representa la cantidad fijada por θ las bacterias simbióticas. (14.-) Cien kilogramos de nitrógeno, de abono verde, equivalen a 625 kilogramos de nitrato de sodio. (15.-) El abonado verde activa los organismos del suelo (ciclos del carbono y del nitrógeno) característica de las leguminosas. (16.-) Al incorporarse al suelo los organismos de funciones generales del suelo entran en actividad aeróbica y anaeróbica. (17.-) Debido al aumento de organismos los nitratos del suelo se agotan hasta que cesa la descomposición rápida. (18.-) Cuanto mayor es la cantidad de nitrógeno del cultivo más rápida será la descomposición y menor el intervalo en que puede haber formación de nitratos, influyendo en ello la succulencia y el estado de madurez. (19.-) Las cualidades convenientes de un abono verde son: crecimiento rápido, follaje abundante y succulento y capacidad para desarrollarse en suelos pobres. (20.-) Las leguminosas más usadas son trébol encarnado, caupí o chicharo de vaca, soya, arvejas, vevas y cacahuate. (21.-) En las regiones de poca precipitación, la humedad disponible para el cultivo subsiguiente es utilizada por el abono verde para los procesos de desestrucción y el suelo se vuelve poroso y liviano.

La cuestión de si las leguminosas aumentan realmente el nitrógeno del suelo ha sido ampliamente discutida. Para Lyon y Buckman las leguminosas no provocan, generalmente, dicho aumento de nitrógeno sino un mejor crecimiento de los cultivos subsiguientes, en comparación con las plantas no leguminosas. En la mayoría de los casos las leguminosas hacen que la mate-

ria orgánica del suelo sea más activa, por efecto de una relación más elevada entre el nitrógeno y el carbono, y con fácil descomposición y amonificación y rápida nitrificación. Esta influencia es más marcada cuando se compara con la de los cultivos ya maduros incorporados al suelo.

Prianishnikov (27) en su obra sobre el nitrógeno en la vida de las plantas cita los siguientes trabajos. Según Timiriázev (1809) los problemas de orden estrictamente científico -- relacionados con la presencia de nitrógeno en las plantas, -- están indisolublemente ligados con las labores prácticas que permiten aprovechar las ventajas que se pueden alcanzar con el cultivo del trébol u otra leguminosa. El nitrógeno es más barato cuando se deriva de las leguminosas y el amoníaco se asimila sin previa nitrificación (NH_4NO_3 : ácido). Una nitrificación intensa sirve como indicador de la fertilidad del suelo; una aereación pobre originada por excesivo contenido de agua o inadecuada porosidad del suelo o una reacción fuertemente ácida, abate la actividad de los organismos nitrificadores.

Davis (1812) estableció la participación del nitrógeno -- del aire en la nutrición de las leguminosas, y Boussingault -- (1886) estableció el papel de las leguminosas, por su alto contenido de proteíñas, en las rotaciones trigo-leguminosas, sin disminución de los rendimientos; y midió la fijación del nitrógeno por las leguminosas hasta de 50mg. por maceta. Hallriegel (1862-1885) descubrió la fijación del nitrógeno por las bacterias nodulares al hacer la inoculación del chícharo con extracto de suelo. Winogradsky (1893) encontró que el Clostridium pasteurianum fija nitrógeno atmosférico en un medio nutriente

que contenga glucosa.

Godlewski (1897), trabajando con plántulas de trigo logró establecer la posibilidad de sintetizar nitrógeno orgánico en la obscuridad. El método más adecuado para introducir NH_3 en los organismos vegetales es alimentando las plantas con bicarbonato de amonio, para descartar el efecto del pH y del CO_2 en los suelos ácidos, a fin de tener un pH de 6.5

Beijerinck (1901) descubrió ciertas formas de *Azotobacter*. Se estableció la reacción de las bacterias como una hidratación del nitrógeno, formándose el isómero del nitrato de amonio: -- hidrato de nitrógeno, por participación de un catalizador de -- hierro:



Comparando la nutrición del nitrógeno encontró mayores -- ventajas de la nitrificación amoniacal en medio neutro y de la nítrica en medio ácido.

A partir de este siglo los estudios llevados a cabo para -- acelerar la actuación del amonio y los nitratos en la alimenta -- ción de las plantas, tuvieron un gran incremento, llegándose a resolver que el factor más importante es el pH, el cual ante -- riormente había pasado sin control, ya que las plantas eran -- afectadas por los ácidos que se forman y no por el efecto -- tóxico del amoniaco. También se encontró que la naturaleza y -- porcentaje de los cationes presentes influyen en el crecimen -- to de las plantas en estas condiciones, como lo son los de cal -- cio y fósforo. Otros trabajos al respecto se refieren al estu -- dio del nitrato de amonio como fertilizante, por lo que respec --

ta a su reacción y su alto contenido de nitrógeno (35 por ciento), encontrándose que es una sal ácida más débil que el sulfato de amonio aunque de gran valor cuando se combina con fosfatos básicos; así como el valor de los carbohidratos en lo tocante a su influencia en la formación de amoniaco a partir de los nitratos, por la detención en la formación de amidas. - - También se encontró que el potasio y el radical sulfato (SO_4) ejercen una influencia contraria a la del calcio al estimular una mayor absorción de nitratos que de amonio. Todas estas ideas deben ser tomadas en cuenta al aplicar fertilizantes nitrogenados.

De acuerdo con Thompson (30) la materia orgánica de los suelos minerales proviene de los residuos animales y vegetales y de los microbios vivos y muertos, formando estos últimos casi la mitad del contenido de materia orgánica del suelo. Los microbios del suelo dependen de la energía suministrada por los residuos de las plantas. Cuando ciertos compuestos se encuentran en grandes cantidades eso indica que son los materiales más resistentes. Durante la descomposición de la materia orgánica aumenta la lignina y disminuyen la celulosa y hemicelulosas, no teniendo la lignina y la proteína del suelo la misma composición que la de las plantas, quizá por la influencia de las poblaciones microbianas. El Humus está compuesto en 70 a 80 por ciento por lignina y proteína.

En cuanto al efecto del humus contribuye, según Thompson, al desarrollo de la estructura granular del suelo; aumenta la capacidad de retención de los iones intercambiables (1 a 2, proporción de intercambio en humus y en arcilla); aumenta la -

capacidad del suelo para almacenar nutrientes disponibles y la estabilidad de los agregados y ayuda a incrementar el grado de infiltración del agua de lluvia, reduciendo así el escurrimiento y la erosión; mejora el cultivo de los suelos y los deja en mejor condición para camas de semillas; aumenta la capacidad de retención del agua, y la descomposición gradual del humus provee al suelo de nutrientes durante la temporada de crecimiento. Los factores que afectan a la cantidad de materia orgánica son los siguientes: vegetación, topografía, naturaleza del material madre, clima y tiempo. El efecto de la topografía se basa en la cantidad de humedad habiendo menos humedad cuanto menos aire, y cuanto menos aire menos descomposición de la materia orgánica. El material madre afecta la cantidad de nutrientes del suelo (calcio, fósforo) y en consecuencia el crecimiento de la cubierta vegetal. El clima es factor muy importante en la acumulación de materia orgánica, y en lo que corresponde al tiempo se diferencian las cuatro etapas siguientes: acumulación gradual de nitrógeno para sostenimiento de la cubierta vegetal, acumulación de materia orgánica por el aumento de disponibilidad del nitrógeno y otros nutrientes, disminución del porcentaje anual de acumulación de materia orgánica, y equilibrio de madurez con contenido casi constante de materia orgánica.

El nitrógeno inorgánico de un suelo no excede de 20 libras por acre (suelos húmedos) y es útil para las plantas en forma mineral o inorgánica. El nitrógeno disponible varía de una semana a otra, en el curso del año, según el tiempo anterior al muestreo, la historia de las cosechas y la humedad. Las

determinaciones de nitratos son útiles en algunos casos en invernadero, con un cultivo en crecimiento, siendo una estimación mejor el conocimiento del suelo y su historia para determinar las necesidades de fertilizantes. El nitrógeno no constituye parte de la roca madre sino que proviene todo del aire. Su conversión a forma orgánica se llama inmovilización en tanto que a la descomposición de la materia orgánica se le llama mineralización. Estos dos procesos dependen de la cantidad de carbono de los suelos: Con alto contenido de carbono y bajo contenido de nitrógeno proveniente de la materia orgánica puede ocurrir inmovilización del amonio y los nitratos; cuando hay reducción del contenido de carbono ocurre la mineralización. El contenido de carbohidratos es el factor limitante en la fijación del nitrógeno por los Azotobacter (pH, fósforo, nitrógeno disponible del suelo). El error en la determinación de nitrógeno es de 50 libras por acre. Hopkins estima que una leguminosa contiene dos terceras partes de nitrógeno total en la parte aérea y el tercio restante en las raíces, siendo igual el nitrógeno de la parte aérea al nitrógeno obtenido.

La formación de nódulos bacterianos no está restringido a las leguminosas; también los forman otras especies vegetales como Alnus y Elaeagnus (Graham, 13). Las leguminosas no siempre enriquecen el suelo; un cultivo constante de ellas agota de nitrógeno al suelo. Virtanen cree en la excreción de nitrógeno en los nódulos de las raíces, pero esto solamente sucede en condiciones muy particulares. Por lo demás, para la rehabilitación de un suelo se recomienda a las leguminosas para controlar la pesadez del suelo, cuando las leguminosas crecen solas.

En su obra sobre el suelo y los microbios aseveran Waksman y Starkey (31) que las sustancias orgánicas que determinan las propiedades físicas de los suelos son en gran parte coloides, - los que poseen propiedades absorbivas. A los suelos arcillosos- les dan estructura granular y favorecen así el cultivo, la penetra- ción de gases y el movimiento del agua. La velocidad de des- composición del material orgánico y la permeabilidad determinan la diferencia entre el aire de la atmósfera y el del suelo, ya- que cuando dicho material está en la fase de descomposición - - rápida son consumidas grandes cantidades de oxígeno. Los micro- bios, por otra parte, son responsables de los cambios químicos- de los constituyentes minerales, siendo estos cambios los de -- oxidación, reducción, hidrólisis y carbonación. Algunos suelos- contienen sales básicas en abundancia y el crecimiento de las - plantas se ve entonces reducido. Esto podría deberse a dos cau- sas: (1) a que en los suelos alcalinos de las regiones áridas - la concentración de sales solubles puede ser tan fuerte que las plantas dejan de crecer, o (2) a que la reacción puede ser tan- básica que el hierro no se solubiliza en cantidades necesarias- para satisfacer los requerimientos de las plantas, ocasionando su amarilleamiento, la detención del crecimiento y aún la muer- te. La simplificación de la estructura química de los materia- les orgánicos y la liberación de sustancias oxidadas a formarse- aprovechables de las plantas superiores se deben a los microo- rganismos del suelo. El ataque de cualquier compuesto complejo - por estos microorganismos da por resultado su completa descomp- sición, hasta bajo formas aeróbicas. Si no es por un grupo de - organismos es por otro.

Los organismos del suelo pertenecen unos al reino vegetal, como las bacterias, actinomicetos, hongos (mohos y setas), algas verdes y azules, etc., y otros pertenecen al reino animal, como los protozoarios, nemátodos, rotíferos, lombrices y larvas de insectos.

Las plantas contienen los siguientes compuestos: (1) constituyentes solubles, como los carbohidratos, almidones, aminoácidos y varios ácidos; (2) hemicelulosas (pentosas, hexosas, ácido úrico); (3) lignina; (4) proteínas; (5) grasas, aceites y ceras; y (6) cenizas.

La razón de por qué ciertos compuestos son desintegrados rápidamente y aprovechados por las plantas mientras que otros son acumulados deteniéndose su destrucción, se debe a los siguientes factores: la naturaleza química del complejo, la de las demás sustancias a las que está asociada y la naturaleza del suelo.

Entre las bacterias no simióticas fijadoras de nitrógeno se cuentan Azotobacter Chroococcum, A. azila, A. Beijerinck, A. vinelandii, A. vitreum, A. woodstoni y Clostridium pasteurianum. La energía usada por las bacterias proviene de los azúcares -- (glucosa, galactosa, maltosa, sacarosa), almidón, alcoholes, ácidos orgánicos y ciertas hemicelulosas. En razón de que los carbohidratos solubles en la planta sólo son de 2 a 10 por ciento de la materia agregada al suelo, el problema de la energía necesaria para las bacterias fijadoras se complica por dos hechos: la flora abundante de otras bacterias y hongos en el suelo, que también utilizan los carbohidratos solubles, si existe nitrógeno aprovechable; y porque en presencia de las formas

aprovechables de nitrógeno es aprovechado de la atmósfera solamente en ausencia de otras formas disponibles.

Entre las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno se encuentran los bacilos radiecolas (Beijerinck, 1888), los cuales se introducen por los pelos radicales atraídos por una sustancia excretada por las raíces jóvenes, y se reproducen rápidamente a expensas del material alimenticio de la planta, siendo filamentosos o ramificados pareciendo estar relacionados -- estos cambios morfológicos con la clase de alimento de las bacterias. Solamente fijan el nitrógeno cuando se desarrollan en forma de nódulos y cuando se producen carbohidratos suficientes para el crecimiento de las células de la planta y el de -- las bacterias. Las cantidades de nitrógeno fijadas son inversamente proporcionales a la cantidad de nitratos disponibles. La presencia de algunos nitratos en el suelo beneficia al parecer el crecimiento de algunas leguminosas y la fijación del nitrógeno, como sucede en la alfalfa y los tréboles, los que producen semillas muy pequeñas y con escaso material nutriente de reserva. Bajo condiciones de buen crecimiento y con poco suplemento de nitrógeno se fijan de 100 a 200 libras por acre.

La cantidad de amonio formada por la descomposición de la materia orgánica depende de los siguientes factores: la composición de la materia orgánica (con relación a la cantidad de nitrógeno), los microorganismos encargados de su descomposición -- ción, las condiciones prevalecientes para su descomposición y el período de tiempo en que ocurre. Bajo condiciones alcalinas se pierde considerable cantidad de amoníaco por volatilización

constituyendo la reducción de nitratos a nitrógeno gaseoso u óxido nitroso el cambio llamado desnitrificación. Bajo condiciones favorables el amoníaco puede oxidarse nuevamente a nitratos. Los nitratos agregados al suelo (estiércol, abonos verdes) sufren la descomposición junto con la desnitrificación, creando condiciones anaeróbicas. Los abonos verdes determinan rápido desarrollo de varias bacterias y hongos que utilizan las sustancias solubles en agua, las proteínas, las celulosas y varias hemicelulosas. Estos organismos son seguidos de protozoarios, larvas y gusanos cuando toda la materia orgánica ha sido transformada, y se desarrollan otras bacterias y actinomicetos que atacan al material más resistente que queda convertido en humus. Los géneros más comunes son Mucorales, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Trichoderma*.

Según Russel (29) los diferentes grupos de organismos del suelo no viven independientemente sino que se crea entre ellos una serie de relaciones simbióticas y antibióticas que aumentan la capacidad de obtener nutrientes aprovechables, creándose entre tales organismos un equilibrio más o menos constante. Si se introduce un organismo por inoculación en el suelo no quiere decir que se convierta en un compuesto activo; el equilibrio se rompe, al administrar material energético (residuos, compost, estiércol) que causa un aumento temporal en ciertos grupos, principalmente entre los hongos, una a dos semanas después de agregados.

Los organismos del suelo toman la energía de los productos del metabolismo de las plantas, siendo únicamente los -

Los abonos verdes usados pueden aumentar el nitrógeno y el nitrógeno aprovechable en el suelo para raramente en forma simultánea, debido al contenido de material resistente maduro al ser enterrado, siendo más satisfactorio su empleo para su-
nen más rápidamente.

substancias difíciles de descomponer las mezclas las descompon- ser adecuadas y la temperatura debe ser alta. En el caso de - plos se restringirán y morirán; la aereación y humedad deben el pH no debe ser muy bajo pues de lo contrario muchos micro- debe haber una cantidad adecuada de nitrógeno aprovechable; los agentes sean los animales más grandes del suelo. Además - debe estar en estado de pulverización fina. Es probable que - probablemente, el de bajo contenido de grasa. El material - plantas son el material con bajo contenido de lignina, y - favorecen la rápida descomposición de los productos de las - mente que en los residuos de avena y maíz. Los factores que - ja de timothy y del trébol parece que se descomponen más rápida - Martin y Wang (29) demostraron que la lignina en la pa-

elas de Cunninghamella.
y calcio), *Aspergillus niger* (a los forsetos) y ciertas espe- pos como Anotobacter (sensibles a la deficiencia de fósforo- usan como medida de la fertilización del suelo algunos gru- mente por el grado de evolución del anhídrido carbónico. Se- La actividad de los organismos del suelo se mide usual-

medo de rendimiento del trigo.
del suelo en el sentido de que su número activo sigue el pro- protozoarios los que dependen aparentemente de la fertilidad

mentar el nitrógeno que el humus. Los cultivos de abonos verdes no deben competir por el agua y deben usarse cuando se -- tenga agua disponible. Se usan con mejores resultados en los suelos salinos. Los cultivos de leguminosas (chicharo, trébol, veza) se usan para aumentar el nitrógeno habiendo adecuada -- proporción de calcio, potasio y fósforo. Los abonos verdes dan otros beneficios: reducen las pérdidas de nitrógeno y de -- otros nutrientes en las temporadas lluviosas, utilizando las formas aprovechables de zinc y fósforo; liberan anhídrido -- carbónico y fósforo en los suelos calcáreos alcalinos y tienen otras características en el caso de los suelos tropicales. En condiciones anaerobias la descomposición produce ácidos -- orgánicos: láctico, butírico y acético y metano e hidrógeno, liberando el nitrógeno. Las partículas de arcilla absorben -- las partículas de humus.

En resumen, hay tres medios de obtener nitrógeno: de la lluvia, de los organismos tales como bacterias facultativas -- anaeróbicas del grupo Clostridi, y de los organismos aerobios del género *Azotobacter* y algunas algas verdes-azules de la -- familia *Nostococaceae*.

MATERIALES Y METODOS.

Materiales.

Leguminosas.

1. Alfalfa (Medicago sativa) variedad Peruana Velluda. - Leguminosa ampliamente conocida, introducida en Perú, resistente a la sequía, de 0.40 a 1.00 metros de altura, vigorosa, ramificada, con muchas hojas y fino vello que le da apariencia grisácea; raíz pivotante de gran profundidad.

2. Trébol Hubam (Melilotus alba) variedad anual. Introducida por el Profesor H. D. Hughes (1915) al hacer una selección del trébol dulce bienal. Flores blancas, follaje abundante, crecimiento hasta de 1.30 metros, resistente a la sequía, de gran valor como mejorador del suelo y como forraje.

3. Trébol amarillo (Melilotus indicus). Variedad de trébol dulce anual de flor amarilla, de maduración temprana, - - tallos finos y abundantes hojas. Un excelente cultivo para - - cobertera.

Gramíneas.

1. Avena (Avena sativa). Semilla obtenida de la cultivada en la región de Saltillo; de buen follaje; altura de 90cm.

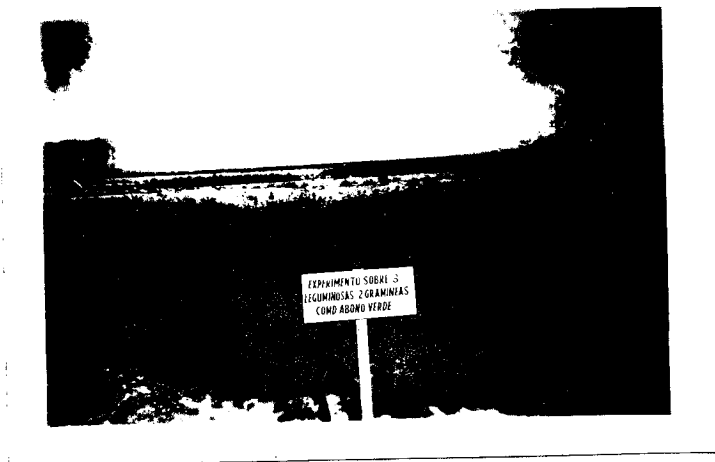
2. Cebada (Hordeum vulgare). Bastante succulenta, más - - temprana que la avena, adaptada a suelos alcalinos y a condiciones climáticas de sequía.

3. Trigo (Triticum vulgare). Semilla obtenida en el Campo-Experimental de León, Guanajuato; variedad León II obtenida de la cruz de Newthatch x Belón colorado.

Fertilizantes.

En los abonos verdes se usó la fórmula abierta 60-60-60

FOTOGRAFIA QUE MUESTRA UNA DE LAS PARCELAS DE
TREBOL HUBAM ANTES DE SER ENTERRADA.



o sea 300 kilogramos de sulfato de amonio 20%, 324 de superfosfato de calcio 18.5% y 100 kilogramos de cloruro potásico 60%

En el trigo se usó la fórmula abierta 40-60-40 o sea 200-324-66 con las mismas especificaciones que la anterior.

Método.

El experimento duró dos años sembrando en el primero los abonos verdes y en el segundo el trigo. El experimento se hizo en forma duplicada en el caso de los abonos verdes. En uno de ellos se fertilizó en la época de siembra de los cultivos en verde, y en el otro experimento no se hizo fertilización aunque se mantuvieron los cultivos en igualdad de condiciones.

Método de Campo. Comprendió los siguientes datos:

1. Diseño, block al azar.
2. Tratamientos, 6.
3. Repeticiones, 6.
4. Densidad de siembra: Leguminosas 50 Kgs.
Gramíneas 100 "
Trigo 120 "
5. Parcela de 6 por 10 metros.
6. Parcela útil, 5 por 9 metros.
7. Bordos con base de 1.30 metros.
8. Andador de 6 metros, para separar los experimentos.
9. Acequias de 1 metro.
10. Superficie total, 7122 Mtr.²
11. Inoculación. Las leguminosas, al ser sembradas, se inocularon con nitragina.

Preparación del Terreno. Se barbechó el terreno a la profundidad común de 20 cm., se regó el 26 de marzo y ya en besana se pasó la rastra el 1 de abril y se hicieron los bordos. - Se procedió luego a la fertilización de las parcelas correspondientes y a la siembra de los abonos verdes, al voleo, inoculando con nitragina las semillas de leguminosas. Se tapó la siembra con ramas verdes no usando la rastra de discos para evitar que la semilla, que es muy pequeña, quedara muy enterrada. En los días siguientes hubo lluvias que aumentaron la hume

dad existente. Se dieron 4 riegos y se tomaron los datos siguientes: fecha de nacimiento, número de riegos, fecha de floración y alturas máximas.

La materia orgánica se enterró al principiar la floración de cada uno de los tratamientos (12 de junio el trébol amarillo y la cebada, el 24 de junio la avena, el 3 de julio el trébol Hubam y el 11 de julio la alfalfa). El trébol amarillo y la cebada rebrotaron y fué necesario dar otra labor de enterramiento.

Al siguiente ciclo agrícola se preparó el terreno en la forma acostumbrada en la región para la siembra de trigo y se sembró la semilla Cruza 5, o sea la variedad 707 del Instituto de Investigaciones Agrícolas, haciendo esta operación el 11 de febrero. A los 15 días, al ocurrir la nacencia, se observó que la densidad de población era muy pobre, por lo que se regó y se rastreó nuevamente, resemebrando esta vez con la variedad León II el 23 de marzo. Los datos anotados fueron: fecha de germinación, número de riegos, fecha de floración, alturas máximas y fecha de maduración.

Métodos de Laboratorio. En el Laboratorio se efectuó una serie de análisis para determinar los efectos de los abonos sobre el suelo. Los análisis comprendieron las determinaciones de la materia orgánica, capacidad de intercambio, nitrógeno total, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal, fósforo, potasio, sales solubles totales y pH, y el análisis mecánico.

Para la determinación de la materia orgánica se llevaron a cabo tres métodos diferentes con el objeto de cotejar los

resultados: el colorimétrico, el método de Hester y el de Walkley.

El primero es el método en uso en el Laboratorio de Suelos de la Escuela para la análisis de rutina.

El método de Hester consiste en pesar 10 gr. de suelo seco, colocarlo en matraz Erlenmeyer de 150 ml., agregar 1 ml. de solución de bicromato de sodio 4N y 10 ml. de ácido sulfúrico, calentando en una plancha hasta aparición de humos blancos; enfriar, agregar 100 ml. de agua destilada, 5 ml. de ácido fosfórico y 2 gotas de difenilamina. Se titula con solución 0.02N de sulfato ferroso de amonio hasta viraje del color azul al verde.

El método de Walkley emplea los siguientes reactivos: -- bicromato de potasio N, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, difenilamina y sulfato ferroso N. El procedimiento es el siguiente. Se colocan 10 gr. de suelo en matraz Erlenmeyer de 500 ml. se agregan 10 ml. de bicromato de potasio y luego 20 ml. de ácido sulfúrico; se agita por un minuto y se deja reposar por media hora. Se añaden 200 ml. de agua destilada, 5 ml. de ácido fosfórico y 1cc. de difenilamina. Se titula con sulfato ferroso hasta que vire de color azul a verde. Los cálculos son V_1 menos V_2 divididos por W , multiplicados por 0.003 multiplicando por 100; en donde V_1 es el volumen del bicromato de potasio, V_2 el volumen del sulfato ferroso, y W el peso del suelo

$$\frac{V_1 - V_2}{W} \times 0.003 \times 100.$$

Para determinar bases intercambiables se usó el método -

acetato de amonio neutro haciendo solamente tres repeticiones. Para la determinación del nitrógeno total se usó el método de Kjeldhal. El fósforo aprovechable se conoció siguiendo la determinación de Bray; para el potasio se siguió el método del cobaltinitrito de sodio, y para las sales solubles se utilizó el puente de Wheatstone siguiendo las instrucciones del Instructivo para Levantamiento Agrológico de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

El análisis mecánico se llevó a cabo con el método del vaso de precipitado que se usa en los análisis de rutina en el Laboratorio de Suelos de la Escuela.

En la determinación del nitrógeno nítrico (Piper, 25) se usaron óxido de magnesio, fierro molido, polvo de zinc, hidróxido de sodio al 30%, ácido clorhídrico 0.1N, hidróxido de sodio 0.1N, embudo de Buchner y la bomba de succión. Se llevó a cabo con el método descrito por Piper que consiste en colocar en el embudo 25 gr. de suelo con agua destilada conteniendo 10 ml. de ácido sulfúrico para cubrir el suelo hasta que se remoje bien, conectando a la bomba de succión. Se continúa añadiendo agua destilada hasta completar 60 ml., más o menos. Se transfiere al matraz de Kjeldhal con 1 gr. de óxido de magnesio y se evapora hasta 200 ml. Se enfría y se añaden 5 gr. de polvo de zinc, 70 ml. de hidróxido de sodio y 5 gr. de fierro molido. Se procede a destilar y se recibe en 25 ml. de ácido clorhídrico. Se titula con el hidróxido de sodio 0.1N. Se calculan los resultados en la siguiente forma: $(B-F) \times N \times 14 \times \frac{1000}{V}$, siendo B la titulación en blanco, en ml. de álca-

li standard; F es igual a ml. de álcali gastados en titular la muestra de suelo; N , la normalidad del álcali standard, y W el peso de suelo tomado. Los resultados se obtienen en parte por millón o sea miligramos por kilogramo. En la determinación del nitrógeno amoniacal (método de McLean y Robinson) se usó solución N de cloruro de sodio, óxido de magnesio, ácido clorhídrico $0.1N$ e hidróxido de sodio $0.1N$. Este método se basa en colocar 50 gr. de suelo en un vaso de precipitado de 500 ml., añadir 100 ml. de solución de cloruro de sodio, agitar por media hora y dejar reposar hasta la completa clarificación del líquido que sobrenada el que se decanta a un embudo con papel filtro y se recoge el filtrado en un matraz de Kjeldhal. Se añade más solución de cloruro de sodio al vaso de precipitado y se transfiere con todo y suelo al papel filtro. Se continúa el lavado hasta completar 500 ml. del filtrado. Se añaden 3 a 4 gr. de óxido de magnesio y se procede a destilar. Se recibe en el ácido clorhídrico que contiene el indicador (rojo metilo) y se titula con la solución de hidróxido de sodio. Los cálculos son los siguientes:

$$(D-F) \times N \times 14 \times \frac{100}{W}$$
 y la interpretación de los mismos es igual que en la determinación de los nitratos.

RESULTADOS.

Las mediciones hechas fueron las siguientes: (1) las alturas de los tratamientos expresadas en por ciento en el experimento fertilizado y en el no fertilizado, al sembrar los abonos verdes; (2) el tamaño del trigo, (3) el contenido de fósforo aprovechable, de potasio, sales volubles, reacción del suelo, textura y materia orgánica (Tabla 1); (4) nitrógeno total (Tabla 2); (5) bases intercambiables (Tabla 3), (6) nitrógeno nítrico (Tabla 4) y (7) nitrógeno amónico (Tabla 5).

Los resultados fueron los siguientes.

1. La diferencia en alturas, comparando el año del experimento fertilizado en el época de abonos verdes con el experimento no fertilizado, fué notable, dando un aumento equivalente a 50 por ciento en la avena, cebada y trébol subar y de 30 por ciento en la alfalfa y trébol amarillo.

2. La diferencia en altura del trigo entre el experimento fertilizado y el no fertilizado, dió un aumento de un promedio aproximado de 15 por ciento.

3. Los datos reportados en el laboratorio fueron los siguientes:

a) Fósforo.

Muestra tomada antes de enterrar los abonos 1.4 Kgs.

Muestra de la parcela donde se enterró alfalfa 26 Kgs.

Muestra de la parcela donde se enterró avena 21 Kgs.

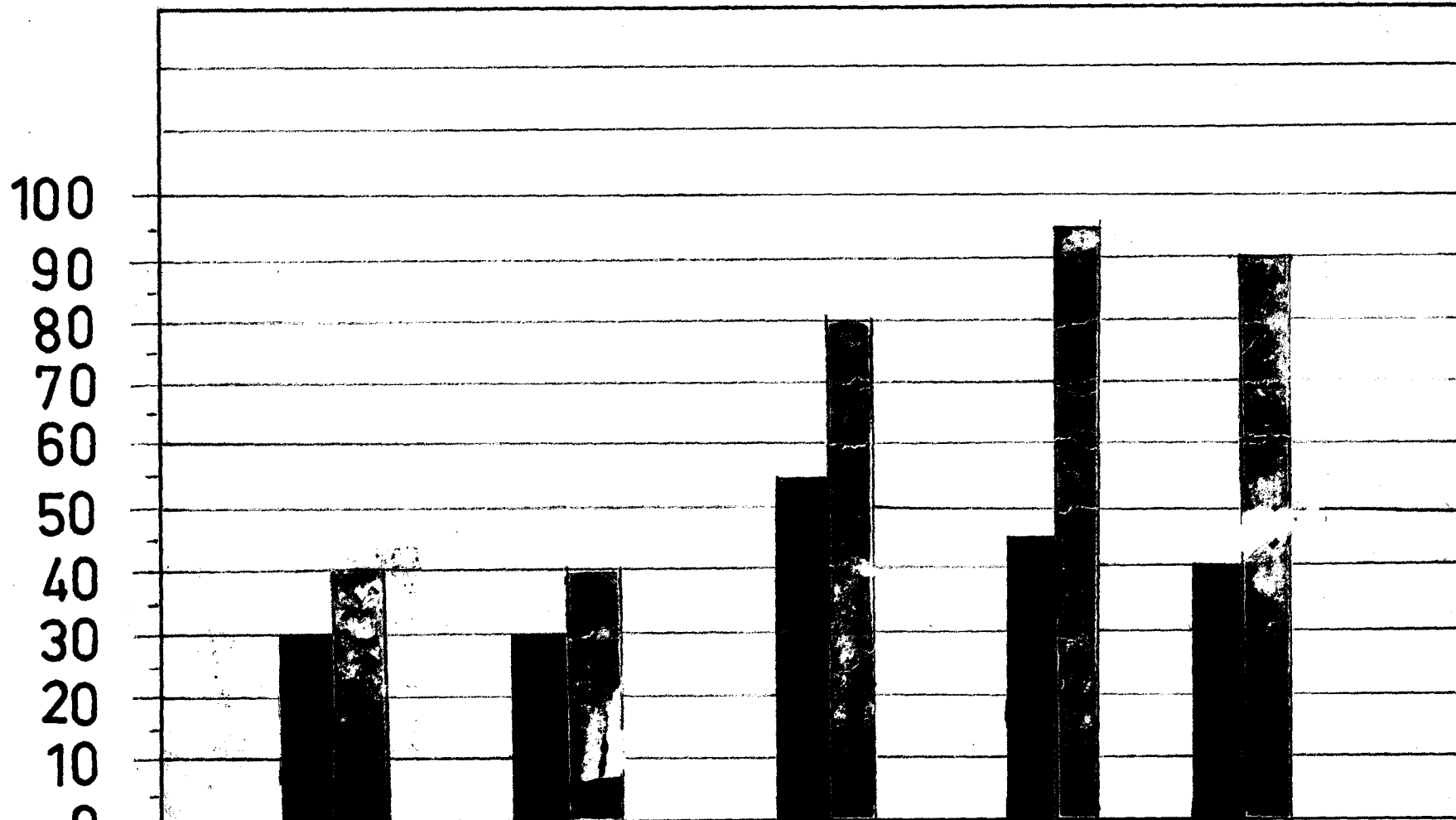
b) Potasio.

Muestra tomada antes de enterrar los abonos verdes, 500 - kilogramos por hectárea.

Muestra de la parcela donde se enterró alfalfa, 613-682 -

por los diferentes tratamientos en los 2 experimentos.

exp. sin fert. ■
exp. con " ■



litros por hectárea.

Muestra de la parcela donde se sembró avena, 598-624 kg

gramos por hectárea.

c) Sales solubles totales: libra de toxofal.

d) Reacción del suelo, 7.9

e) Textura del suelo, relación arcilla-arenoso.

Los datos de los demás análisis se presentan en forma --

iguales, para mayor claridad de los resultados.

Tabla 1. Por ciento contenido de materia orgánica en los tratamientos sin fertilizar y fertilizados.

Tratamiento	Repeticiones.				
	A	B	C	D	E
Fertilizado	3.46	3.40	3.46	3.50	3.64
Fertilizado	1.81	1.85	2.05	1.77	1.93
Fertilizado	3.82	3.60	3.67	3.67	3.53
Fertilizado	3.50	3.86	3.60	3.53	3.64
Fertilizado	3.78	3.71	3.82	3.94	4.18
Fertilizado	1.35	1.27	1.27	1.07	1.24
Fertilizado	1.31	1.20	1.20	1.24	1.31
Fertilizado	3.46	3.70	3.60	3.70	3.53
Fertilizado	1.64	1.64	1.97	1.97	1.64
Fertilizado	3.71	3.64	3.60	3.86	3.67
Fertilizado	3.75	3.46	3.60	3.82	3.46
Fertilizado	3.75	3.67	3.78	3.67	3.78
Fertilizado	1.42	1.50	1.15	0.96	1.12

Tabla 2. Por ciento de Nitrógeno Total en los Tratamientos Sin Fertilizar y Fertilizados.

Tratamiento	Repeticiones.						
	A	B	C	D	E	F	G
Sin Fertilizar.							
Trébol Ruban	0.131	0.1177	0.1003	0.1104	0.1217	0.1404	0.1202
P. amarillo	0.162	0.1726	0.1701	0.1704	0.186	0.182	0.1753
Alfalfa	0.1819	0.1706	0.1819	0.1886	0.1621	0.1819	0.1761
Cebada	0.1661	0.1647	0.1701	0.1706	0.1886	0.1761	0.1727
Avena	0.1905	0.1500	0.1724	0.1797	0.1652	0.1309	0.1664
Pestigo	0.1228	0.2230	0.1453	0.1770	0.1706	0.1616	0.1665
Fertilizado							
Trébol Ruban	0.1070	0.1151	0.1191	0.1137	0.1524	0.1137	0.1235
P. amarillo	0.1727	0.186	0.1674	0.1886	0.1714	0.1647	0.1744
Alfalfa	0.1780	0.1780	0.1607	0.1860	0.1819	0.1767	0.1768
Cebada	0.1504	0.1309	0.1797	0.1409	0.1851	0.1724	0.1619
Avena	0.1815	0.2248	0.0677	0.1580	0.1851	0.149	0.161
Pestigo	0.1715	0.1688	0.1327	0.1156	0.1607	0.1562	0.1509

Tabla 3. Contenido de Bases Intercambiables en los
Tratamientos Sin Fertilizar y Fertilizados.
M. Eq/100.

Tratamiento	Repeticiones.						
	A	B	C	D	E	F	H
Sin Fertilizar.							
Trébol Hubam		7.79			8.36	8.36	8.17
Trébol amarillo	3.79				1.02	2.84	2.82
Alfalfa		7.22			5.89	9.88	7.66
Cebada		11.39		9.50	8.17		7.65
Avena		9.79	9.88		4.94		8.17
Testigo		9.86		8.72	8.72		9.16
Fertilizado							
Trébol Hubam			9.30	8.17	7.98		8.48
Trébol amarillo	1.23	0.57			0.57		0.79
Alfalfa		10.10			7.98	8.36	8.81
Cebada		11.20	9.31		10.10		10.20
Avena		6.46		7.40	8.10		6.65
Testigo	9.86		8.25		8.25		8.78

Tabla 4. Contenido de Nitrógeno Nitrico en los Tratamientos Sin Fertilizar y Fertilizados, en Kilogramos por Hectárea. M. Kg/100.

Tratamiento	Repeticiones						
	A	B	C	D	E	F	N
Sin Fertilizar							
T. Hubam	857.41	394.24	757.72	591.56	511.28	154.00	494.37
T. Amarillo	665.28	81.88	254.84	261.12	825.44	825.44	502.33
Alfalfa	495.02	154.00	456.94	476.52	560.56	763.84	484.49
Avena	666.03	371.23	320.22	522.21	572.88	674.70	511.23
Cebada	538.54	585.20	201.28	622.16	763.84	266.55	496.26
Testigo	534.00	277.20	223.74	498.06	640.64	589.27	472.40
Fertilizado							
T. Hubam	631.42	817.52	338.80	462.00	246.40	573.65	511.63
T. amarillo	856.24	331.83	153.20	776.16	856.24	209.19	515.47
Alfalfa	169.25	123.20	239.00	413.42	412.72	800.80	359.79
Avena	484.15	505.12	412.42	381.22	412.72	141.68	382.83
Cebada	136.00	622.16	535.22	413.42	847.48	560.27	425.91
Testigo	505.12	448.45	314.16	453.26	197.12	217.32	352.57

Tabla 5 Contenido de Nitrógeno Amónico en los Tratamiento Sin Fertilizar y Fertilizados, en Kilogramos por Hectárea.

Tratamiento	Repeticiones						
	A	B	C	D	E	F	H
Sin Fertilizar.							
Maíz Hubam	271.11	80.08	353.58	516.89	80.08	295.68	263.23
Maíz amarillo	221.76	38.08	109.19	65.25	86.24	135.52	109.34
Alfalfa	266.55	80.08	277.44	228.47	104.72	209.44	194.45
Avena	201.28	228.47	86.24	353.58	61.60	206.71	98.10
Lebada	16.32	55.44	70.71	98.56	120.88	16.37	61.38
Castigo	99.35	246.40	105.56	98.56	30.80	49.67	105.05
Fertilizado.							
Maíz Hubam	216.02	259.23	246.40	80.08	123.20	232.63	192.92
Maíz amarillo	55.44	184.80	81.60	119.68	30.80	108.79	96.85
Alfalfa	223.90	177.12	348.15	310.07	36.96	381.92	251.35
Avena	114.25	141.68	141.68	48.95	67.76	81.60	99.32
Lebada	201.28	40.28	239.26	80.08	166.32	184.80	153.52
Castigo	117.04	211.11	184.47	97.92	147.84	543.99	210.95

BANCO DE TESIS

U.A.A.A.N.

12723

Tabla 6. Rendimientos del Experimento con Abonos Verdes en Trigo. Experimento Fertilizado cuando se -- Sembraron los Abonos Verdes. Kilogramos por -- Hectárea.

Tratamiento	Repeticiones						Total del trat.
	A	B	C	D	E	F	
T. Hubam	1.422	1.111	1.644	1.089	1.422	1.156	7.844
T. amarillo	1.333	1.156	1.244	1.333	1.222	1.089	7.378
Alfalfa	1.222	2.667	1.444	1.442	1.467	1.222	9.445
Avena	1.289	1.356	1.400	1.156	1.311	933	7.444
Cebada	1.111	1.156	867	1.044	1.088	1.123	6.400
Testigo	1.444	1.467	1.200	1.311	1.311	1.311	8,044
Total de repeticiones	7,821	8.911	7.709	7,375	7,821	6.844	46,555

Análisis de Variancia del Experimento de Abonos Verdes en Trigo, en Navidad, Nuevo León.

Causa de variación	G.L	Suma de cuadrados	Variancia o cuadrado medio	Valores de F		
				Calcu- lados	Teóricos 1%	5%
Tratamientos	5	836 966.47	167 393.29	2.53	3.86	2.60
Repeticiones	5	389 483.28	77 896.65	1.18	3.86	2.60
Error	25	1652 365.39	66 094.61			
Total	35	2878 815.14	82 251.86			

Tabla 7. Rendimientos de Trigo en el Experimento de Abonos Verdes, en Navidad, Nuevo León. -- Experimento No Fertilizado al sembrar a -- los Abonos. Kiloqramos por Hectárea.

Tratamiento	Repeticiones					Total de tratamiento
	A	U	D	E	F	
Alfalfa	822	978	889	1.111	1.156	4.956
Trébol Hubam	1,156	978	884	1.111	911	4.800
Trébol amarillo	978	622	1,067	689	1,133	4.489
Avena	667	726	844	1.067	1,022	4.526
Cebada	947	1156	667	978	622	4.371
Testigo	1,156	1089	978	1,044	822	5.089
Total de Repeticiones	5.726	5949	5,289	6.000	5,666	28.231

Análisis de Variación del Experimento de Abonos Verdes en Trigo, Sin Fertilizar, en Navidad, N. L.

Causa de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Variación o cuadrado medio	Valores de F.	
				Calcu lados	Teóricos 1% 5%
Tratamientos	5	81 938	16 387.6	0.4466	4.1 2.71
Repeticiones	4	30 078	7 519.5	0.2046	4.4 2.87
Error	20	734 920	36 746		
Total	29	846 936	29 204		

NOTA: Se eliminó la repetición No. B por presentar resultados dudosos.

DIFERENCIA.

Al hacer el análisis biométrico del experimento se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, ya que en el experimento número 1, con aplicación de fertilizantes al sembrar los abonos verdes, el valor teórico de F fué 2.60, en tanto que el valor obtenido fué de 2.53 al 5% para los tratamientos como causa de variación. Al obtener la diferencia mínima significativa con la fórmula $D = t \times s$, y $s = \sqrt{\frac{2 \text{ ve}}{n}}$, en donde ve es la variación para el error y n el número de frecuencias, se encontró diferencia significativa entre la alfalfa y la cebada únicamente para valores de 243 kilogramos al 5% y 344 kilogramos al 1%.

En el experimento número 2, sin fertilización al sembrar los abonos verdes, se eliminó la repetición B ya que los datos contenidos en esta repetición eran particularmente bajos, con el objeto de controlar en lo posible la desigualdad de condiciones. En este experimento el valor teórico de F fué de 2.7 al 5% mientras que el calculado fué apenas de 0.4466; por lo tanto tampoco dió significancia ni entre los diferentes tratamientos ni con la diferencia mínima significativa.

En el primer año los tratamientos que tuvieron un mejor crecimiento fueron el trébol Hubam, la avena y la cebada, en tanto que la alfalfa y el trébol amarillo crecieron menos vigorosos y con ligera clorosis, debido probablemente a la época de siembra en lo que respecta al trébol amarillo, y a la adaptación en el caso de la alfalfa.

El trébol amarillo y la cebada fueron lo más precoces en principiar a florecer.

En el segundo año se hizo una aplicación preventiva contra la araña café del trigo, que apareció como infestación en la región, aunque en las parcelas del experimento su ataque fué mínimo.

Por lo que respecta a los resultados de laboratorio hay que apuntar que el alto contenido de materia orgánica reportado pudo deberse a que fué el primer análisis verificado y la descomposición de la materia orgánica era aún incompleta cuando se efectuó el análisis; y como la muestra de suelo necesaria era muy pequeña (1 gr.), al llevar los cálculos a porcentaje, pudieron no ser representativos del contenido de materia orgánica del suelo. Los datos obtenidos son los reportados por el método del colorímetro fotoeléctrico, ya que los otros dos métodos no trabajaron eficientemente; el de Hester no dió una diferencia notable entre los diferentes tratamientos, y el de Walkley, al realizarse con las cantidades especificadas en el método, no quedó exceso de bicromato de potasio para reaccionar con el sulfato ferroso; al doblar las cantidades y rebajarse la muestra de suelo (2 gr.) el viraje de color en la titulación no fué claro.

El trébol Ruban y la alfalfa mejoraron el contenido de nitrógeno amoniacal en relación con los testigos, superando a los demás tratamientos en los dos experimentos. El trébol Ruban y el amarillo se mostraron constantes en el aumento del nitrógeno nítrico del suelo, y el trébol amarillo y la alfalfa, a su vez, en el aumento aportado al suelo en nitrógeno total, mientras que la capacidad de intercambio no fué afectada en forma apreciable por ningún tratamiento.

Al hacer el resumen de trabajo deben tomarse en cuenta - los hechos siguientes.

1. Que debido al bajo porcentaje de germinación de la -- Variedad 707 o Cruz 5, hubo necesidad de resembrar con semilla de la Variedad León II, con lo cual se retrasó la fecha -- de siembra considerablemente, en relación con las fechas apropiadas en la región, lo que se tradujo en disminución de las -- condiciones favorables para un desarrollo óptimo.

2. Que no fué posible dar los riegos en lapsos periódicos -- por diversos motivos (descompostura de la bomba, rol de -- riefos) que no aseguraron la nutrición normal de las plantas, ya que los intervalos entre el primero, segundo, tercer, -- cuarto y quinto riegos fueron de 33, 35, 49, 11 y 19 días, -- respectivamente.

3. A partir de la floración del trigo (19 de junio) se -- inició una temporada de lluvias en forma constante durante varias semanas, lo que favoreció un fuerte desarrollo de las -- malas hierbas, sufriendo el trigo fuerte competencia en su -- fase final de crecimiento.

A pesar de no haber encontrado significancia en el experimento, por las razones antes explicadas, por los datos de -- laboratorio se puede considerar como positivo este trabajo, -- porque la aportación de materia orgánica y de nitrógeno seguirá actuando en el suelo en los siguientes ciclos agrícolas en forma efectiva, lo que permitirá formular conclusiones precisas para la región en el futuro, en lo que respecta al enterramiento de abonos verdes.

CONCLUSIONES.

1. El experimento demostró que los abonos verdes son efectivos como fuente de materia orgánica y nutrientes.
2. La aportación de nitrógeno en sus formas aprovechables para las plantas se superó con las leguminosas.
3. El aumento de fósforo aprovechable fué considerable, - como uno de los nutrientes indispensables para la planta.
4. La aplicación de fertilizantes al tiempo de sembrar -- los abonos verdes mejora el crecimiento vegetativo de éstos, y se traduce en un aumento de los rendimientos del cultivo principal.
5. En las condiciones que prevalecieron durante el experimento el cultivo más satisfactorio fué el de alfalfa.
6. El segundo lugar lo ocupó el trébol Hubar.
7. La cebada apareció como el cultivo de abono verde menos prometedor. Sin embargo, se sugiere la conveniencia de repetir el experimento en busca de mayores datos.
8. El tipo de trabajo requerido para llegar a conclusiones valideras para la región de Naviad, Nuevo León, abarca un plan de experimentación de más larga duración.

Vc Bc
X

BIBLIOGRAFIA.

1. Barnette, R.M., H. W. Jones, and J. B. Hester. 1938. Lysimeter Studies with the Decomposition of Summer Cover Crops. Florida Agr. Exp. Sta. Bul. 327.
2. Bartholomew, R.P. 1932. Variations in Moisture and Nitrate Content of Field Soils Receiving Different Methods of Cultivation. Arkansas Agr. Exp. Sta., Bul. 270.
3. Brown, H. B. 1945. Effect of Certain Summer and Winter Legume Crops in Improving Corn Yields in South Louisiana. Louisiana State University, Bul. 396.
4. Clark, S.P. 1921. Sweet Clover in Arizona. University of Arizona, Col. of Agr. Cir. 34.
5. Cunningham, C. C. 1950. Sweet Clover Kansas Exp. Agr. Sta. Cir. 34.
6. Davis, F. L., C. G. Hobgood, and C. A. Brewer Jr. 1940. -- Growing Winter Legumes in Louisiana. Louisiana State-University, Bul. 318.
7. Fraps, G. S. 1920. Nitrification in Texas Soils. Texas - - Agr. Exp. Sta., Bul. 259.
8. _____ . 1921. Relation of Soil Nitrogen, Nitrification and Ammonification to Pot Experiments. Texas - - Agr. Exp. Sta., Bul. 283.
9. _____ . 1931. Estimation of Nitric and Nitrous Nitrogen in Soils. Texas Agr. Exp. Sta., Bul. 439.
10. Gardner, A. K. 1929. Alfalfa in Maine. University of Maine, Bul. 182.
11. Garver, S. 1946. Alfalfa in South Dakota. S. D. Agr. Exp. - Sta., Bul. 383.
12. Gooding, T. H., and J. C. Russell. 1953. Hairy Vetch Legume for Sandy Dry-Land Soils. Crops And Soils Am. Soc. of Agronomy.
13. Graham Legume for Control Erosion and wildlife Miscellaneous Publication 412 U.S. Dep. of Agric. Washington 1941.
14. Grandfield, C. O. 1951. Alfalfa in Kansas. Kansas Agr. Exp. Sta., Bul. 346.
15. Gustafson, A. F. 1930. Nitrogen and Organic Matter in the Soil. Cornell University, Bul. 201
16. Hallam, M. J., and W. V. Bartholomew. 1953 Influence of Rate Plant Residue Addition in Accelerating the Decomposition of Soil Organic Matter. Soil Sci. Proc. XVII-4,335.

17. Harper, H. J. 1941 Sweet Clover for Soil Improvement. Oklahoma Agr. Exp. Sta., Cir. 94.
18. Karraker, P.E., C. E. Bortner, and E. N. Fergus. 1950. Nitrogen Balance in Lysimeters as Affected by Cropping - - Kentucky Bluegrass and Certain Legumes Separately and -- Together. Kentucky Agr. Exp. Sta. Bul. 557.
19. Kiesselbach, T. A. 1953 Legume and Manure Rotations in the Western Corn Belt. Better Crops with Plant Food. Vol. - 37-2.
20. Lyon, T. S., y H.C. Buckman. 1952. Edafologia Ediciones -- Acme, Buenos Aires. Pp. 113, 128, 424.
21. Morgan, W. F., and O. E. Street. 1939. Seasonal Water and Nitrate Leaching in Relation to Soil and Source of Fertilizer Nitrogen. Connecticut Agr. Exp. Sta., Bul. 429.
22. Murphy, H. F. 1945. Fertilizing West for Yield and Quality. Oklahoma Agr. Exp. Sta., Bul. 285.
23. Nielsen, K.F., P.F. Pratt, and W.P. Martin. 1953. Influence of Alfalfa Green Manure on the Availability of Phosphorus to Corn. Soil Sci. Proc. Vol. XVII-1.
24. Peregrina, R.P. 1955. El uso de Abonos Verdes en el Mejoramiento de los Suelos. I Asamblea Latinoamericana de la Ciencia del Suelo. Folleto Misceláneo No. 5.
25. Piper, C.S. 1950 Soil and Plant Analysis. Interscience - - Publisher Inc., New York.
26. Pinner, J.B. 1948. Trébol Subam. Oficina de Estudios Especiales, Folleto de Divulgación No. 2.
27. Plice, W.J. 1950. Effects of Sixteen Years of Green Manuring on the Fertility of a Kirkland Silt Loam Soil. - - Soil Sci. Proc. Vol. XV. pp. 238.
28. Priyanishnikov, D. N. 1944. El nitrógeno en la Vida de las Plantas. Unión de Ingenieros Agrónomos.
29. Russell, E. J. 1950. Soil Conditions and Plant Growth. - - Longmans, Green and Co., London, pp. 229-325.
30. Smith, G. E. 1954 Soil Fertility (Basis for a High Crop -- Production). Better Crops with Plant Food. Vol. XXXVII-3
31. Thompson, L. M. 1952. Soils and Soil Fertility. McGraw-Hill, New York. Pp. 131-264.
32. Waksman, S.A., and R.L. Starkey. 1931. The Soil and the Microbe. J. Wiley and Sons, Inc., New York. Pp. 75-162.