

FECHA DE ADQUISICION	UABAN
FECHA DE INVENTARIO	
FECHA DE ENTREGA	
FECHA DE RECEPCION	
FECHA DE CANCELACION	

ESTUDIO DEL EMPLEO DE FERTILIZANTES EN EL  
DISTRITO DE RIEGO No. 5. ESTADO DE CHIHUAHUA.

Por

FERNANDO GONZALEZ GUERRERO.

Tesis

que somete a la consideración del H. Jurado Examinador  
como requisito parcial para obtener el Título de Inge-  
niero Agronomo.

Aprobada:

  
El Presidente del Jurado.

  
El Director de la Escuela.

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA "ANTONIO NARRO"

Buenavista, Saltillo, Coah., Febrero de 1957.

## BIOGRAFIA.

Nació el autor en la ciudad de Matamoros, Coah., el 23 de julio de 1926, siendo sus padres el señor Francisco González Cárdenas y la señora María Guerrero de González.

Cursó los seis años de educación primaria en el lugar de su nacimiento, en las Escuelas Nicolás Bravo y Apolonio M. Avilés, y los estudios correspondientes a secundaria, en la Escuela Práctica "Aguanueva", de San Pedro, Coah.

En 1942 ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", de Saltillo, Coah., obteniendo en el mes de agosto de 1946, el Certificado de Pasante de Ingeniero Agrónomo.

## AGRADECIMIENTO.

El autor agradece al Sr. Ing. Ramón García Vázquez y al Dr. Roberto Rodríguez Dávila, por su valiosa ayuda para la mejor presentación de este trabajo.

## DEDICATORIA.

A MIS PADRES COMO POSTUMO HOMENAJE A SU MEMORIA.

A MIS HERMANOS, TIOS Y DEMAS PARIENTES, QUE CON  
SU GENEROSA AYUDA HICIERON POSIBLES MIS ESTUDIOS.

A MI ESPOSA.

A MIS HIJOS.

## INDICE.

	Pág.
BIOGRAFIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Generalidades.....	3
Historia.....	4
Fuentes de Producción.....	6
Tendencia hacia el Uso de Fertilizantes de Alto Análisis.....	8
OBSERVACION Y ESTUDIO.....	11
Generalización del uso del Fertilizante en los Cultivos de la Región.....	13
Dosificación y Resultados Obtenidos en la Aplicación de Fertilizantes en los Cultivos en Experimentación en esta Región.....	19
Descripción de las Fórmulas.....	22
PROPOSICIONES DE MEJORAMIENTO Y CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA.....	37

## INTRODUCCION.

El uso del fertilizante en México es casi una cosa establecida. Para todos los cultivos de explotación comercial, con mayor o menor técnica, se usan en las distintas regiones agrícolas, y hasta la fecha, la producción de fertilizantes es una de las industrias que mayor fruto pueden tener en el país. No hay estadísticas a la mano de las que se puedan tomar bases para calcular las necesidades presentes y futuras de este material, pero en 1955 el Presidente del Consejo del Fomento y Coordinación Nacional declaró que anualmente la República Mexicana padece un déficit de 700,000 toneladas de fertilizante. Esta cifra, si bien no puede considerarse muy apegada a la realidad, sí indica cuando menos, las necesidades probables en el país. Como se tiene dicho en líneas anteriores, todas las regiones agrícolas consumen fertilizantes y en aquellas en donde es muy variada la clase de cultivos, se nota la tendencia a un uso mayor de los mismos en cualquiera de los cultivos de que se trate. El factor limitante para la producción de fertilizantes en México (en el caso del fósforo y del potasio) está en que no se han localizado, si es que existen, los yacimientos minerales que puedan proveer de roca fosfórica y de carnalita. El caso del nitrógeno es otro, pues se puede aprovechar en las refinerías de petróleo, el amoníaco que resulta como sub-producto, o bien, seguir aprovechando el nitrógeno del aire para la producción de sulfato de amonio o de amoníaco o de

cualquier otro producto sintético, como la urea. Igualmente, en las fábricas de explosivos se pueden aprovechar los subproductos de la fabricación para la producción de nitrato de amonio.

## REVISION DE LITERATURA.

### Generalidades.

**Situación.** El Sistema está ubicado en el norte de la República, a la altitud media de 1,200 metros sobre el nivel del mar; ocupa una faja que se extiende de norte a sur, en los municipios de Camargo, La Cruz, San Francisco de Conchos, Mecqui, Julimes, Saucillo, Delicias y Rosales, del Estado de Chihuahua, comprendida entre los meridianos 105 grados 10 minutos y 105 grados 30 minutos, y entre los paralelos 27 grados 30 minutos y 28 grados 20 minutos.

**Clima.** El clima del Sistema es semejante al de otras regiones semiáridas del norte de México. Las lluvias escasas se concentran casi totalmente en los meses de verano y otoño. El promedio de precipitación anual, con base en los datos de 20 años, es de 268 milímetros. Los inviernos son claros, secos y frescos, con heladas que pueden llegar hasta 12 grados bajo cero. Prácticamente no hay lluvias desde febrero hasta el último de mayo. La agricultura casi se limita a las tierras regadas porque la lluvia anual es muy incierta para contar con ella.

El clima es generalmente benigno y propio para la producción de una gran variedad de cultivos, entre los que se pueden mencionar el algodón, trigo, alfalfa, cacahuate, vid y hortalizas.

**Terrenos.** La faja de tierras que abarca el Sistema tiene una longitud de 120 kilómetros aproximadamente y una anchura



que varía entre 3 y 30 kilómetros.

**Hidrografía.** Los ríos Conchos y San Pedro son las dos fuentes de abastecimiento del Sistema de Riego No. 5, el primero de los cuales se aprovecha también para producir energía eléctrica. Nace en las sierras del sur y sur-oeste del Estado de Chihuahua y tiene un desarrollo aproximado de unos 560 kilómetros, con dirección general de pendiente a oriente desde su nacimiento hasta Camargo, de sur a norte entre Camargo y Santa Clara y de éste último punto sigue hacia el nor-este hasta Ojinaga, en donde afluye en el río Bravo del Norte, que sirve de límite entre México y Estados Unidos. La cuenca de captación del río Conchos es de 20,700 kilómetros cuadrados hasta la presa de La Boquilla.

**Población.** En la zona que abarca el Sistema, existen los siguientes centros de población: Camargo, Meequi, Saucillo, Rosales, La Cruz, Julimes, San Francisco de Conchos, Delicias y Ortiz, para mencionar únicamente los de más importancia.

**Viás de Comunicación.** El Sistema cuenta con la línea troncal del Ferrocarril México-Cd. Juárez, cruzándolo en un trayecto de 60 kilómetros, y con la Carretera Panamericana que va de Cd. Juárez, Chih., a Cd. Cuauhtémoc, Chis., siguiendo el mismo trayecto que el Ferrocarril Central. También cuenta con una red de caminos locales que conectan entre sí las poblaciones de la región.

#### Historia.

En América la primera referencia que se tiene acerca del

uso de material fertilizante, se remonta a la época anterior a la Conquista, en que los nativos sepultaban al pie de las plantas cultivadas, peces marinos. Investigaciones posteriores vinieron a demostrar el por qué de los buenos resultados que se obtenían con esta práctica, estableciéndose que el nitrógeno, fósforo y potasio eran los elementos que ocasionaban las reacciones en el desarrollo y posteriormente en la cosecha. Sin embargo, cabe aclarar que durante mucho tiempo se consideró el agua como elemento principal de las plantas. Hay a este respecto un experimento realizado por Van Helmont, cuando plantó una estaca de sauce en determinada cantidad de kilogramos de tierra. Al plantarlo pesaba el árbol 2 1/2 kilogramos. Cinco años después, pesaba 135 kilogramos y la tierra en que estaba puesto el árbol pesaba 60 gramos menos, (Frear, 1955). Concluyó así este investigador diciendo que el llamado "principio de la vegetación", era el agua. Sin embargo, algunos investigadores sostenían que era el humus proveniente de la descomposición de la materia orgánica, el que suministraba el total de los elementos nutritivos a las plantas, pero esta teoría fué desechada cuando se demostró, por medio de cultivos de plantas en materiales inertes, a los que se agregaban los elementos minerales nutritivos necesarios para el desarrollo vegetal, que en ausencia total del humus, los vegetales podían desarrollarse. Fué en 1860 cuando se acabó de comprobar esta idea y además se avanzó mucho en la cuestión de la nutrición vegetal por medio de cultivos en agua, a la que se agregan los elementos nutritivos

necesarios (N,  $P_2O_5$  y K). Este sistema ha ayudado a determinar los requerimientos nutritivos de muchos vegetales.

Una vez establecidas las necesidades nutritivas en los vegetales, se crearon como consecuencia, las industrias productoras de las distintas fuentes de elementos nutritivos. Ha venido así generalizándose el uso de los fertilizantes, hasta considerarse actualmente como una cosa indispensable en la agricultura mundial. Tanto es así, que en México las instituciones bancarias que conceden créditos a la agricultura, incluyen en su calendario de préstamos, el costo del fertilizante.

#### Fuentes de Producción.

En México, una gran parte del fertilizante que se consume viene de otros países: de Europa se importan fórmulas completas y nitrógeno en forma de urea, y de los Estados Unidos, además de éstos, se importan amoníaco anhidro, superfosfato al 45% y mezclas que contienen elementos menores, así como cloruro y sulfato de potasio. Es mayor la cantidad de fertilizantes que se importan de los Estados Unidos que de cualquier otra parte del mundo, indudablemente por el costo de los fletes.

En México actualmente se produce sulfato de amonio, aprovechando el nitrógeno del amoníaco que es un subproducto en la coquización del carbón mineral. Se trata el amoníaco así obtenido con ácido sulfúrico y se obtiene como producto final el sulfato de amonio. También se aprovecha el nitrógeno

del aire para producir sulfato de amonio.

En los Estados Unidos también se utilizan estas dos formas de producción de fertilizantes nitrogenados, además de la producción de amoniaco que se logra mediante la combinación de nitrógeno e hidrógeno. Sin embargo, la mayor producción de materiales fertilizantes nitrogenados, proviene de materiales sintéticos (Frear, 1955). Se debe mencionar también la producción de nitrato de sodio, nitrato de potasio y nitrato de sódico-potásico proveniente de los yacimientos en Chile.

Para la producción de abonos fosforados se utiliza la roca fosfórica que existe en yacimientos minerales.

Los mayores yacimientos de roca fosfórica que se emplean en el mundo están situados en los Estados Unidos. La industria que prepara la roca fosfórica está enclavada en puntos cercanos a los yacimientos y para obtener fertilizantes fosforados, se trata la roca fosfórica con ácido sulfúrico, obteniendo así el producto que se conoce con el nombre de superfosfato simple y que contiene un 18 por ciento de fósforo como  $P_2O_5$ . (Worthen, 1949). Igualmente, cuando se trata la roca fosfórica con ácido fosfórico, se obtiene como producto final un superfosfato con una concentración de 44 a 46 por ciento de fósforo. Estas son las dos formas que más comúnmente se usan para aplicaciones al suelo. La misma roca fosfórica o fosforita, también se puede usar para aplicaciones directas sin someterla a ningún proceso, pero ésta es menos popular. También se usa como abono fosforado el ácido

fosfórico, pero éste en menor cantidad. Los yacimientos principales de roca fosfórica se encuentran en los Estados Unidos, en los estados de Florida y en el de Idaho. (1938). En México se han localizado pequeños yacimientos, en los Estados de Coahuila y Nuevo León y la mayor parte se prepara en la ciudad de México y en San Luis Potosí.

Los abonos potásicos se producen por el refinamiento de la carnalita, sal natural de potasa que contiene aproximadamente 8-10 por ciento. La carnalita pura se muele, se disuelve en agua caliente y se purifica hasta el punto que contiene 48 a 62 por ciento de  $K_2O$ . Se obtiene también de las aguas salobres de algunos lagos y de la silvinita, sal esta última formada por cloruros de sodio y de potasio (Bermea, 1957).

El magnesio, manganeso, zinc, fierro y cobre, cuando se aplican al suelo están en forma de sulfatos, por lo que estos minerales se tratan con ácido sulfúrico, obteniéndose así las sales.

Tendencia hacia el uso de Fertilizantes de Alto Análisis.

Actualmente en que la agricultura se ve obligada a una explotación intensiva, se precisa evitar gastos mayores en manejos, acarreos, carga y descarga en cualquiera de los productos que utilizan. Es así como en la agricultura nacional y mundial se ha notado una tendencia a usar fertilizantes de alta concentración que como es lógico suponer, reporta un ahorro considerable al agricultor en primer lugar, por que en precio por unidad resultan más baratos que los menos con

centrados, y en segundo por ahorro en gastos de manejo y aplicación.

Es así como en el caso del nitrógeno el sulfato de amonio que contiene un 20,5 por ciento de nitrógeno se ha visto desplazado por el nitrato de amonio que contiene un 33,5 por ciento; por la urea que contiene un 45 por ciento, y por el amoníaco anhidro que contiene un 82,5 por ciento.

En el caso del fósforo se ha venido notando un aumento en el uso de superfosfatos concentrados que contienen hasta un 46 por ciento de fósforo asimilable, desplazando así al que se había venido usando con un 18 por ciento.

Además del beneficio que en sí reporta una alta concentración en el fertilizante, la industria ha venido creando ciertos tipos de forma física del material, que hacen que éste fluya mejor a través de las fertilizadoras. Incluso hay hasta una razón técnica por la cual se ha cambiado la forma física, por ejemplo, en el caso del superfosfato de calcio. Tanto este producto, como las fuentes de nitrógeno y de potasio, se habían venido entregando al consumidor en forma de polvo; a la fecha las fuentes que están entregando el nitrógeno y fósforo, lo proveen en forma de perdigones o de gránulos y en el caso del potasio, únicamente granulado.

La razón técnica para que el superfosfato se presente en forma de perdigón o de gránulo, consiste en lo siguiente: Es conocido el hecho de que al aplicar el fósforo al suelo, sufre una retrogradación hacia formas de menor solubilidad como son el superfosfato dicálcico y el tricálcico, debido

a que "se fijan" al suelo y ésto sucede mientras mayor sea la superficie de contacto entre las partículas de superfosfato y las del suelo. Es lógico suponer que al aplicarse en forma de municiones o de perdigones, sea menor la superficie de contacto entre el superfosfato y las partículas de suelo, por lo que se evita en parte la fijación a que se ha referido anteriormente. En otros materiales, su alta higroscopicidad obliga a crear gránulos o municiones para recubrirlos con una capa de cualquier material que evite la absorción del agua de la atmósfera para el fertilizante. En este caso están la urea y el nitrato de amonio. En el caso del nitrato de amonio, también se recubren los gránulos con caolín, para evitar que tomen agua del ambiente.

### OBSERVACION Y ESTUDIO.

Antes de entrar en materia en el presente trabajo, se estima necesario aclarar el significado de algunos de los términos que se usarán en el mismo:

**Acidificante:** Se dá este nombre a los fertilizantes que contribuyen en mayor o menor grado a bajar el pH de un suelo por la reacción del residuo que queda en el mismo, después de aprovecharse el nutriente que provee (Maximov, 1935).

**Alcalinizante:** Se denomina así a los materiales cuyo residuo contribuye a subir el pH en virtud del residuo que dejan.

**Análisis:** Las fórmulas de los fertilizantes se conocen con dos nombres: Alto análisis y bajo análisis. Quedan comprendidos en el primer grupo aquellas en las que la suma de las cifras que indican su porcentaje de concentración en elementos nutrientes es mayor de 20. Quedan comprendidos en el segundo grupo aquellas en las que la suma arriba mencionada es menor de 20.

**Fórmulas:** Se conoce con este nombre al conjunto de números que indican la concentración en un fertilizante de los tres elementos primarios o mayores. A este respecto cabe mencionar que en una fórmula siempre se indica primero la concentración de nitrógeno, luego la concentración de fósforo y en seguida la de potasio; así, una fórmula 5-8-5 significará que el material contiene 5 por ciento de nitrógeno



8 por ciento de fósforo y 5 por ciento de potasio, aprovechables.

**Aprovechabilidad:** Al referirse a la aprovechabilidad de un fertilizante, se quiere indicar la forma en que el nutriente que provee es capaz de ponerse a disposición de la planta. En el caso del nitrógeno, por ejemplo, cuando se aplica urea, indudablemente que ésta provee nitrógeno, pero no es inmediatamente aprovechable, en virtud de que el material que lo contiene necesariamente tiene que sufrir algunas transformaciones para llegar a la forma nítrica que es la que con mayor facilidad aprovecha la planta, y en el caso del fósforo, al proveerlo mediante el superfosfato de calcio, en este material una parte del fósforo es soluble en agua y la otra en un ácido orgánico débil, pero los dos son aprovechables por la planta.

**Elementos Primarios o Mayores:** Se dá este nombre en los fertilizantes al nitrógeno, fósforo y potasio que son los que mayor cantidad reclaman para su alimentación las plantas cultivadas.

**Elementos Secundarios o Menores:** Están comprendidos en este grupo aquellos elementos minerales que aunque las plantas no los reclaman en mayor cantidades, sí son necesarios para un desarrollo normal y su ausencia total ocasionaría deficiencias nutritivas con resultados negativos para la vida del vegetal.

**Fórmula completa:** Se denomina así a aquel fertilizante que contiene los tres elementos primarios o mayores, es decir,

nitrógeno, fósforo y potasio.

**Fertilizantes:** Se conoce como fertilizante al material químico, orgánico o inorgánico, que aplicado al suelo contribuye a aumentar la proporción de elementos nutritivos aprovechables por los vegetales.

**Unidad:** Recibe el nombre la cantidad de 10 kilogramos de nutriente (nitrógeno, fósforo o potasio) aprovechables. Así, una tonelada de superfosfato de calcio al 45 por ciento se dice que contiene 45 unidades de fósforo, expresados como  $P_2O_5$ .

#### Generalización del Uso del Fertilizante en los Cultivos de la Región.

Fué en 1936 cuando por primera vez se usaron los fertilizantes en el Distrito de Riego No. 5 de Delicias. El material usado fué el nitrato de sodio (chileno) que distribuyó el Banco Nacional de Crédito Agrícola entre sus clientes. No hay estadísticas para establecer el efecto que produjo en el aumento de la cosecha; sin embargo, algunos agricultores reportan que les dió buenos resultados y otros dicen lo contrario. Desde luego, el nitrato de sodio es un mineral cuyo uso no es recomendable en esta región, en virtud de ser una región árida y seca con tendencia a una reacción alcalina en el suelo, y en algunas zonas incluso se nota la presencia de sales de sodio. Cabe aquí hacer una somera descripción de los suelos de la región de referencia:

En su mayoría son suelos ligeros con bajo contenido de materia orgánica, de una fertilidad mediana o casi pobre y

en los que predominan la arena o migajones arenosos.

Dos zonas del Distrito se caracterizan por tener suelos pesados con una proporción de materia orgánica ligeramente aceptable y en los que algunos análisis mecánicos los han reportado como arcillosos o migajones arcillosos. Estas dos zonas son: Una, las tierras laborables que están en las márgenes de los ríos Conchos y San Pedro y la otra, una parte del Distrito que en la Secretaría de Recursos Hidráulicos se le conoce con el nombre de 5a. Sección. En esta última es muy marcado el deficiente drenaje natural de los suelos y esto ha obligado a abrir drenes para ayudar a solucionar esta situación. Aquí es donde principalmente se localizan los suelos con un contenido de sales solubles lo suficientemente alto como para ameritar la aplicación de sulfato de calcio y azufre, así como el tener un extremo cuidado en el desazolve de los drenes ya existentes y apertura de otros nuevos cuando así lo amerite el caso.

El cultivo principal en la región es el algodnero y éste se siembra aproximadamente en 45,000 hectáreas en los años en que la existencia de agua en la presa de La Boquilla así lo permite; cuando no, se reduce la superficie de siembra para todos los cultivos, excepto los perannes, pero de cualquier manera persiste como cultivo predominante el algodón. Además, se siembran trigo, vid, cacahuete, alfalfa y hortalizas, mencionados en orden de importancia. En total, cuando se riega toda la superficie, considerando que la presa Francisco I. Madero está llena a su capacidad y la de

La Boquilla cuando menos a una tercera parte de su cupo, se sembrarán unas 60,000 hectáreas.

Hasta el año de 1950 se sembró toda la superficie disponible y la Secretaría de Recursos Hidráulicos dotaba de agua a los lotes tanto en la temporada de cultivos como en el invierno las veces que fuera necesario o que el agricultor lo solicitara.

En el invierno del año mencionado, se encontró la presa de La Boquilla con 1,000 millones de metros cúbicos (su capacidad total es de tres mil millones) y entonces fué preciso reducir la superficie de siembra para asegurar el riego de 10 hectáreas por cada propietario en el año de 1950 y 51, suponiendo que la presa no fuera a tener más apertaciones hasta finalizar este último año. Esto trajo además como consecuencia una reglamentación en la periodicidad de los riegos y desde entonces se estableció la costumbre de dotar de agua para riego, cada 22 días a cada uno de los lotes en explotación.

Como se comprenderá, esta práctica de ninguna manera estaría apegada a las necesidades de agua de los cultivos que en aquel entonces estaban en pie, pero por ser un problema sumamente complejo se encontró que solo esta solución podría resolver, si bien de manera un tanto deficiente, la situación ocasionada por la falta de agua. De entonces a acá ésta práctica ha prevalecido aún cuando se ha seguido estudiando la forma de dar riegos cada vez que la planta así lo necesita.

En algunos lotes en donde es un tanto alta la proporción de arena, regar cada 22 días no llena las necesidades de agua de las plantas; por lo mismo, el aprovechamiento de los elementos nutritivos que de por sí provee la tierra, además de los que se aplican por medio de fertilizantes, no es alcanzado en su grado óptimo. Desde luego que hay lotes en los que esta periodicidad es más o menos aceptable y no se nota que la planta sufra por falta de agua, pero estos no llegan a un 10 por ciento. Los sistemas de riego usados en esta región, son dos: De aniego para sembrar en seco o en tierra húmeda y de infiltración. El riego por infiltración se ha popularizado mucho los últimos años y hay una tendencia muy marcada por generalizarlo. Los dos sistemas son recomendables para la región, pero en el caso de riego por infiltración se tienen que considerar una serie de factores para definir cuál de ellos es factible su uso. Desde luego, en la 5a. sección es en donde mayor cuidado se debe tener al determinar la clase de riego, pues como se dice anteriormente, es la zona donde es mayor la proporción de sales solubles. Como las sales en el suelo, "las mueve" el agua de riego, en los casos en que el subsuelo tenga alguna proporción de cualquiera de las sales, éstas con el movimiento ascendente de la capilaridad, llegarán a la superficie del suelo, provocando, si no la muerte de las plantas, cuando menos un retarde en su desarrollo, con la consiguiente disminución de la cosecha.

El anterior, es solo un ejemplo que se cita para demostrar la conveniencia de un estudio agronómico completo sobre todo en los casos en que se quiera regar por infiltración. Además del factor de la salinidad, tendrá que considerarse la textura, el drenaje, la pendiente natural del terreno y el largo del riego. Cualquiera que sea el sistema usado para regar, el uso del fertilizante es una práctica ya generalizada y cuyo único factor limitante es la economía particular del agricultor.

Hasta ahora se han venido usando fórmulas completas y en algunos casos aislados se han aplicado elementos menores. Los resultados obtenidos son satisfactorios, pues lo demuestra el hecho de que en 1948 se aplicaron en el Distrito (dato estimativo) unas 200 toneladas de fertilizantes y en el año de 1956 se aplicaron 10,000 toneladas. En un principio se empezaron a usar fórmulas arbitrariamente determinadas y sin apego a las necesidades reales de la planta en cultivo, ni a las deficiencias del suelo en que aquella se desarrollaba. Esto ocasionó que en algunos casos, en donde por casualidad la fórmula llenó los requerimientos necesarios, se obtuvieron buenos resultados y en otros en donde no fué así, los resultados fueron insignificantes o nulos.

Se creó así la necesidad de estudiar los distintos factores agronómicos que hay que considerar para la aplicación de los fertilizantes, hasta llegar a la fecha a contar con estudios agronómicos casi completos, no solo para la aplicación del fertilizante, sino para el manejo del suelo. En

los estudios de referencia se consignan los datos de topografía, drenaje y análisis de suelo y sub-suelo en los que se determina la proporción de fertilidad, materia orgánica, sales solubles, textura, constantes de humedad, capacidad total de intercambio y pH. Sin embargo, esta práctica no está totalmente generalizada, pero si se nota una tendencia marcada hacia una consideración mayor de la técnica agrónomica para el manejo del suelo.

Los materiales actualmente en uso en esta región son los siguientes:

a). Mezclas. 10-8-6, 10-8-4, 10-10-0, 3-10-6 y 5-8-5. En estas mezclas el nitrógeno está en forma de sulfato de amonio (20.5 por ciento de N), el fósforo en forma de superfosfato de calcio (18 por ciento de  $P_2O_5$ ) y el potasio en forma de cloruro de potasio (60 por ciento de  $K_2O$ ).

16-20-0, 13-13-13, 12-12-12, 13-39-0 y 12-24-12. En estas mezclas el nitrógeno y el fósforo están en forma de fosfato monoamónico y el potasio en la forma de cloruro de potasio.

b). Elementos separados. Amoníaco anhidro (82.5 por ciento de N), urea (45 por ciento de N), nitrato de amonio (33.5 por ciento de N), sulfato de amonio (20.5 por ciento de N), superfosfato simple (18 por ciento de  $P_2O_5$ ), superfosfato triple (45 por ciento de  $P_2O_5$ ), muriato (cloruro) de potasio (60 por ciento de  $K_2O$ ).

Las cantidades que de cada uno de los materiales mencio

nados se usan en la región, no es posible establecerlas, pues las casas vendedoras, por estrategia comercial, ocultan estos datos. Solo es de mencionar que hay una tendencia muy marcada para utilizar los materiales de alto análisis, por las ventajas enumeradas anteriormente.

Dosificaciones y Resultados Obtenidos en la Aplicación de Fertilizantes en los Cultivos en Explotación en esta Región:

Algodón. Es en este cultivo en el que por primera vez se usaron fertilizantes. Como se dijo anteriormente, el material utilizado fué el nitrato de sodio. En algunas zonas de la región en donde existe una cierta proporción de sales solubles, los resultados fueron negativos. Además el sistema de drenes no se había concluido, lo que ocasionaba un serio problema en lo relacionado al pH; esto fué en el año de 1936. En 1948 se empezaron a usar fórmulas completas con aplicaciones en el desahije, sin considerar ninguna cuestión técnica para determinar las dosis.

Forma de aplicación. La forma de aplicación más usual ha sido desde el principio la de dos bandas, consistiendo ésta en aplicar el fertilizante a los dos lados de la planta y a lo largo del surco, a una profundidad de 6 a 8 centímetros y a una distancia de 8 a 10 centímetros, que es donde más o menos se encuentran las raíces que alimentan a las plantas. En los últimos años, además de la forma de aplicación ya mencionada, se usa la que consiste en aplicar el fertilizante entre los surcos sobre la superficie del suelo para sepultarlo posteriormente con un pase de escarda;



cuando se hace esta última operación sólo se aplica nitrógeno.

Las dosis más populares son, en fórmula abierta y en kilogramos por hectárea, las siguientes:

50-40-30  
 60-50-40  
 60-60-30  
 48-60-00  
 39-39-39  
 100-50-40  
 50-30-30

Para determinar las dosis arriba mencionadas, en la mayor parte de los casos sólo se considera el resultado tenido en años anteriores con fórmulas iguales o parecidas. Cuando la dosis de nitrógeno es mayor indica que se hizo una aplicación en el desahije con fórmula completa y otra en el papaloteo (época de la producción de botones florales en el algodón), con nitrógeno solamente. En casos muy aislados se han hecho análisis de suelos con determinaciones de fertilidad, sales solubles, materia orgánica, pH y textura. Sin embargo, es más común determinar sólo la fertilidad y de ésta únicamente nitrógeno, fósforo y potasio por el método colorimétrico. Es sabido que este método es aproximado e indica la presencia de los elementos mencionados en proporciones que van de muy pobre a pobre, mediano, rico y muy rico. Como se vé, al hacer esta única determinación solo se conoce de una manera ligeramente aproximada la deficiencia de cada uno de los elementos. No obstante lo anterior, los resultados han sido más bien satisfactorios; esto se comprueba con el consumo cada vez mayor de fertilizantes.

Muy recientemente se ha iniciado la práctica que consiste

en aplicar la tercera parte de nitrógeno en la siembra, junto con el total de fósforo y de potasio; las dos terceras partes restantes de nitrógeno se aplican una en el desahije y otra en el papaloteo.

En los casos en que se han hecho análisis completos las recomendaciones de los técnicos han consistido en dosificaciones más altas. Los resultados, desde luego, han sido mejores y algunas veces espectaculares.

En lotes en donde la proporción de materia orgánica se considera como regular y en los que el pH no llega a 8, con una dosificación de 100-60-40 se han obtenido cosechas de 5 pacas de algodón por hectárea, cosecha bastante buena si se considera que el promedio de producción en la región es de dos pacas que tienen un valor aproximado de \$2,800.00; esto es lo que en último análisis ha determinado un mayor consumo de fertilizantes.

En los casos en los que no se hacen análisis completos, las dosificaciones son menores y el incremento de la producción baja sensiblemente. Así, en los casos en los que la dosis es de 50-40-30, el incremento de la producción llegaría cuando más a 180-200 kilogramos de algodón pluma por hectárea, con un valor de \$1,000.00. Como se ve, es mucha la diferencia entre el incremento habido en el primer caso y en el segundo.

Materiales usados. Cuando se aplican fórmulas completas se usan fertilizantes que, o ya están mezclados o se mezclan en el campo al momento de aplicarlos. También se aplica amoníaco anhidro inmediatamente después de la nivelación,

aplicando el fósforo y el potasio en el desahije.

Descripción de las fórmulas.

a. 10-8-6. En esta fórmula el nitrógeno viene en forma de sulfato de amonio, con un contenido de 20.5 por ciento de nitrógeno; el fósforo en forma de superfosfato simple (fosfato monocálcico), con un contenido de 18.5 por ciento de fósforo como  $P_2O_5$ , y el potasio en forma de cloruro de potasio, con un contenido de 60 por ciento de potasio como  $K_2O$ . Generalmente con esta fórmula se logran las dosificaciones de 50-40-30, 60-48-36 y 70-56-42, según se apliquen 500, 600 o 700 kilogramos por hectárea. Las unidades de elementos nutritivos que expresa la fórmula, están contenidas en 1,000 kilogramos del material mezclado.

b. 13-13-13. En esta fórmula el nitrógeno y el fósforo vienen en forma de fosfato monoamónico y el potasio en forma de cloruro de potasio. Se presenta el material en forma de gránulos y cada uno de éstos tiene los tres elementos nutritivos. Las unidades que expresan la fórmula están contenidas en 1,000 kilogramos de material.

c. 10-6-6. En esta fórmula el nitrógeno, el fósforo y el potasio vienen en la misma forma que en la fórmula 10-8-6 y las unidades que expresan también están contenidas en 1,000 kilogramos de material.

d. 16-20-00 y 13-39-0. En éstas fórmulas el nitrógeno y el fósforo vienen en forma de fosfato monoamónico y también su contenido está en 1,000 kilogramos de material.

e. 13-13-20. En esta fórmula el nitrógeno y el fósforo

vienen en forma de fosfato monoamónico y el potasio en forma de cloruro de potasio. A veces se presenta en forma de sulfato de potasio. En esta fórmula y en las tres anteriores, el material viene en forma de gránulos de 3 a 4 mm. de diámetro, lo que le da al material una mayor fluidez, ventaja que se aprecia al momento de hacer la aplicación, pues facilita la dosificación y manejo; este material no se apelmaza ni toma humedad del ambiente lo que hace que se le prefiera a los materiales que vienen en forma de polvo.

Materiales sin mezclar. Amoníaco anhidro. Se presenta este material en forma de gas licuado y se transporta en tanques a presión. Es el material de más reciente uso y la unidad de nitrógeno es más barata en esta forma que en todas las demás. Contiene un 82.5 por ciento de nitrógeno y se aplica con fertilizadoras especiales. Este material llega a los centros de consumo en tanques de ferrocarril de los cuales se transporta en tanques más pequeños que reciben el nombre de "tanques nodrizas" de los cuales, llegados al campo se pasa el material a un tanque previamente instalado en el tractor que hará la aplicación; de este último tanque sale el material por un número de mangueras que varía de 6 a 12, según la capacidad del tractor; las mangueras terminan en tubos metálicos, puntiagudos, que reciben el nombre de chuzos; con éstos se simplifica la aplicación del material en el suelo a una profundidad que varía entre 12 y 20 centímetros.

Generalmente se aplican 100 kilogramos de amoníaco

anhidro disuelto en agua con un contenido que varía de 40 a 60 por ciento de nitrógeno; también se transporta en tanques y en vez de pasar el material del "tanque nodriza" al tanque del tractor, pasa a un tanque especial del que salen mangueras cuya punta termina en la acequia de riego que conduce el agua hacia las parcelas. En este sistema es necesario tener mucho cuidado con la dosificación e igualmente con la nivelación del terreno, pues en las partes bajas donde se deposita mayor cantidad de agua, también se depositará mayor cantidad de fertilizante.

Ya se mencionó anteriormente el incremento que puede haber con la aplicación de los distintos materiales fertilizantes que hay en el mercado. A continuación se darán las causas que motivan el que una aplicación de fertilizante no produzca incremento en la producción:

Materia Orgánica. En la descripción que se hizo de los distintos tipos de suelos de la región se mencionó que predominan las arenas y los migajones arenosos. En éstos el contenido de materia orgánica es generalmente bajo, aún en las tierras recientemente abiertas al cultivo. Como la mayor parte de los terrenos en el Distrito Nacional de Riego No. 5, se abrieron al cultivo hace casi 20 años y desde entonces están sometidas al monocultivo del algodón, es lógico que su contenido original de materia orgánica, de por sí bajo, haya decrecido pues la labor de escarda que se dá al cultivo del algodón produce oxidación de la materia orgánica; si a esto se agrega que las adiciones de estiércol y los abonos verdes

en muy raras ocasiones se aplican en el suelo, se comprenderá por qué el contenido de materia orgánica es tan bajo. Se sabe que en ausencia de ésta los nutrientes que se agregan en forma de fertilizantes químicos no son aprovechados en su totalidad por la planta porque es fácil la lixiviación y porque la vida microbiana de por sí baja, no pone a disposición de la planta los nutrientes ya elaborados y fáciles de asimilar.

**Desnivel del Suelo.** Una gran parte de los lotes de cultivo en la región de referencia, tienen un marcado desnivel. Cuando se traza el riego siguiendo cierta técnica, entonces se logra un mejor aprovechamiento del agua, de los nutrientes que provee el suelo y de los que se aplican en forma de fertilizantes. Sin embargo, esta práctica no está totalmente generalizada y esto ocasiona un bajo aprovechamiento de los fertilizantes.

**Periodicidad de Riegos.** Ya se mencionó que el agua de riego llega a cada lote en períodos fijos que a partir del riego de siembra, son de cada 22 días. En algunos lotes donde su textura, desnivel, proporción de materia orgánica y trazo de riego son adecuados, este período resulta sino óptimo cuando menos un tanto apegado a la realidad. Pero como la mayoría de los lotes son suelos ligeros, el aprovechamiento del agua es menor por el drenaje natural del terreno y por el bajo poder de retención de agua que tienen las arenas (Bear, 1948).

**Monocultivo.** El cultivo del algodón ha sido predominante

desde que se abrieron las tierras hasta el año de 1956; desde entonces no se han hecho rotaciones de cultivo ni aportaciones de materia orgánica por medio de abonos verdes o estiércoles. La fertilidad ha ido decreciendo en relación directa con las necesidades de elementos nutritivos del algodón, y como ha bajado la proporción de materia orgánica, las adiciones de fertilizante reportan cada vez un incremento menor en la cosecha; indudablemente esto se debe al proceso de mineralización a que están sometidas. Se dan casos en los que aún cuando se apliquen dosis altas de nitrógeno, fósforo y potasio, el cultivo no reacciona y el incremento en la producción es mínimo o nulo. Igualmente las enfermedades que atacan al algodón y cuyos gérmenes patógenos viven en el suelo han venido aumentando su incidencia, por lo que en una siembra cualquiera que se vea atacada por el Phymato trychum omnivorum o por el Verticillium albo-atrum, aún cuando la cosecha obtenida presente reacción a la aplicación de fertilizantes esta reacción no es óptima, en virtud de que tanto la pudrición texana como el marchitamiento ocasionan una maduración prematura; la planta muere antes de terminar su período vegetativo y cuando menos una tercera parte de los frutos (bellotas) se cae o bien produce capullos de fibra corta, suave y de baja clase.

En el caso especial de la zona de las vegas de los ríos, la cuestión de la fertilización presenta un cariz distinto, pues en esta zona las tierras son más bien de naturaleza pesada y con una deficiencia bastante marcada de fósforo aprove

chable; la proporción de materia orgánica puede estar entre 1.5 y 2.0 por ciento. En esta zona el problema estriba en compensar la deficiencia de fósforo y proveer de nitrógeno en una cantidad que no sea mayor de 5 unidades por hectárea, pues al subir esta dosificación puede ocasionar, al igual que una deficiencia de fósforo, que se retarde la madurez. Si esto sucede, el ataque del picudo del algodón (Anthonomus grandis) es muy severo, pues aún cuando la bellota alcance su tamaño normal no se ha madurado completamente y es susceptible todavía al daño del mencionado insecto, perdiéndose los botones florales casi en su totalidad. Es claro que todo esto sucede si el control de plagas no es oportuno, pero en caso de ser así, todavía queda un último riesgo que es el de las heladas tempranas. Si la cosecha se preservó del ataque del picudo, entonces sólo resta que llegue el tiempo necesario para empezar la recolección. Si las heladas se anticipan unos 15 o 20 días, como la cosecha todavía no está totalmente madura, entonces se hiela la planta y solo abren las bellotas maduras perdiéndose así unas dos terceras partes de la cosecha.

Trigo. Este cultivo es de segunda importancia en toda la zona del Distrito, lo que indudablemente se debe a que requiere tierras de constitución arcillosa con una buena proporción de materia orgánica. Como ya se dijo anteriormente, la superficie que ocupan esta clase de tierras en el Sistema es mínima; además, con los precios actuales del algodón, económicamente es más costeable este cultivo que el del trigo.



Sin embargo, en algunos casos en los que se ha pensado en rotaciones de cultivos, se incluye el cultivo de este cereal y se fertiliza con los mismos materiales que se usan en el algodón y con las mismas fórmulas, sólo que en dosis menores; así, si el año anterior el terreno estuvo ocupado por algodón y se fertilizó con una dosis por hectárea de la fórmula abierta 60-50-30, el cultivo del trigo se fertilizará con una fórmula 50-40-20.

Se determina la dosis que se aplica al trigo considerando únicamente que sus necesidades nutritivas son menores que las del algodón, pero no se toman en cuenta los demás factores agronómicos que se deben considerar para establecer una dosis de elementos nutrientes en un cultivo dado. La dosis arriba mencionada y según los materiales que se usen, pueden llegar a tener un costo de \$450.00 a \$500.00 por hectárea, en donde las condiciones son óptimas puede producir un incremento en la cosecha de una tonelada por hectárea. Sin embargo, no se ha determinado la dosis óptima en ninguna de las clases de tierra del Distrito.

Cacahuate. Este cultivo es en el que menos se usan los fertilizantes en la región, lo que indudablemente se debe a su bajo costo del cultivo y a que se obtiene un promedio de cosecha de 1,500 kilogramos por hectárea y que a los precios actuales de \$1,200.00 tonelada, reportan una utilidad de \$875.00 por hectárea. Con la experiencia de que tanto el algodón como el trigo reaccionan muy pobremente a la adición de fertilizantes, el agricultor no quiere tomar el riesgo de

invertir en el costo de fertilizante en un cultivo que de cualquier manera le reporta utilidades. Sin embargo, en los casos en que se han hecho aplicaciones de este material, se han usado en fórmulas abiertas y en kilogramos por hectárea de Nitrógeno, fósforo y potasio, 15-50-30, con un incremento en la cosecha que varía entre 1,500 y 2,000 kilogramos por hectárea. Como se vé, la dosis de nitrógeno es muy baja, pero esto se debe a que el cacahuete es una leguminosa que toma el nitrógeno del aire y solo se aplica este elemento para que en sus primeras etapas de desarrollo esté a disposición de la planta en forma inmediatamente aprovechable.

Alfalfa. En este cultivo se ha generalizado más el uso del fertilizante, indudablemente porque los resultados son más espectaculares y se evidencian más pronto que en los demás cultivos. Las dosis usadas son iguales en nitrógeno y fósforo a las usadas en el cacahuete, y en potasio un poco mayores que en este último cultivo. Las aplicaciones se hacen después del primer corte y antes del riego que se da luego que se corta.

El incremento en la cosecha puede variar desde 1,000 hasta 1,500 kilogramos de alfalfa achicalada por hectárea.

Vid. En este cultivo es en donde se nota con más frecuencia la desorientación que hay respecto del uso del fertilizante. Al igual que en casi todos los cultivos, no se han hecho experimentos para establecer dosis óptimas, ni de elementos mayores ni secundarios ni menores. Los análisis que se han hecho del suelo dejan mucho que desear, pues son

por el método colorimétrico. No se han hecho análisis de hojas ni de pecíolos que parece que es el método que mejores resultados dá para establecer las necesidades nutritivas de este cultivo (Childers, 1956). Sin embargo, se ha podido establecer que ofrece una respuesta marcada a las aplicaciones de nitrógeno en dosis que varíen desde 5 hasta 7 unidades por hectárea. Las aspersiones de urea al follaje se hacen en la proporción de 1.5 kilogramos en 400 litros de agua. Cuando se aplica una fórmula completa de fertilizantes la dosis más usual es en kilogramos por hectárea y en fórmula abierta de nitrógeno, fósforo y potasio, de 55-37.5-30. Aquí el incremento de la cosecha es más difícil de determinar, en virtud de que el control de plagas como la chicharrita de la vid (*Erythroneura comes*) y el gusano presidiario (*Harrisiana brillians*) así como el control de enfermedades, como la pudrición negra (*Laestadia bidwelli*), dejan mucho que desear, y aún cuando la planta presente una buena reacción a la adición de elementos nutritivos el incremento en cosecha tiene que ser menor, pues las dos plagas mencionadas le restan vigor a la planta y la enfermedad citada ataca muchos racimos.

Es estrictamente necesario hacer un estudio completo de las necesidades nutritivas de este cultivo para tratar de establecer las dosis óptimas o sea las económicamente más costeables. Esto no solamente por lo que se refiere a nitrógeno, fósforo y potasio, sino también en cuanto a fierro, manganeso, molibdeno, boro, cobre y aluminio.

Tomate, Sandía y Melón. En estos cultivos sólo ocasionalmente se hacen aplicaciones de fertilizantes y cuando esto sucede la fórmula utilizada es la misma que para el cultivo del algodón, con dosis iguales a dos terceras partes de las que se aplican para este cultivo. Las aplicaciones se hacen después del trasplante en el caso del tomate y en la sandía y melón cuando ya la planta está establecida, a unos 10 cms. de distancia y a 5-6 cms. de profundidad de la planta. Como se vé, es una manera un tanto arbitraria de determinar dosis y como el cultivo principal es el algodón, casi siempre las aplicaciones de fertilizante se hacen tomando como base las fórmulas usadas en este cultivo.

El incremento de cosecha no es fácil establecerlo toda vez que de estos cultivos las superficies que se siembran son pequeñas y de una importancia económica menor.

## PROPOSICIONES DE MEJORAMIENTO Y CONCLUSIONES.

Proposiciones para Mejoramiento. De lo antes expuesto se deduce que lo que más urgentemente hace falta en el Distrito Nacional de Riego No. 5, es establecer primero si es factible el uso del fertilizante y segundo una vez hecho esto, encontrar la dosis óptima. Para establecer si es factible el uso de fertilizante en los distintos cultivos, se precisa lo siguiente:

1. Parcelas experimentales en las que deberán aplicarse tanto los elementos mayores como los menores a distintas dosis y con aplicaciones foliares (caso de la vid) y en el suelo.

2. Análisis del suelo y subsuelo para establecer la proporción en que se encuentran: Materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, sales solubles, pH, textura y capacidad total de intercambio.

3. Selección de fuentes proveedoras. Deberá ponerse especial atención en considerar la textura del suelo y su proporción de materia orgánica, especialmente al dosificar el nitrógeno. Para el caso es recomendable el uso de urea en aplicaciones parciales para los terrenos de textura ligera y de nitrato de amonio, también con aplicaciones parciales para los suelos pesados.

4. Aumentar el contenido de materia orgánica. En los suelos en que el análisis haya demostrado una baja proporción de materia orgánica, procurar aumentarla con la aplicación de abonos verdes o de estiércoles bien manejados, para estimular

un incremento en la vida microbiana y un mejor aprovechamiento de los nutrientes aplicados en forma de fertilizantes.

5. Rotación de Cultivos. En virtud de que el contenido de nitrógeno en los suelos ha bajado junto con el de materia orgánica, es recomendable que se abandone el monocultivo, aún cuando el algodón persista como cultivo principal, en favor de una rotación de cultivos que incluya leguminosas. Una rotación buena para esta clase de suelos, sería la siguiente: Algodón, trigo, leguminosas (trébol hubam, frijol soya o alfalfa) y algodón. En el caso de que la leguminosa sea la alfalfa, entonces habrá que dejarla 3 años en cultivo, pero en el caso que la leguminosa sea el trébol, solo un año se sembrará y se enterrará con un paso de arado; así que, la rotación con trébol quedaría así: Algodón, trigo y trébol. La rotación con alfalfa quedaría así: Algodón, trigo, alfalfa tres años y algodón. Esta última rotación es más recomendable, pues es más largo el período entre las dos siembras de algodón y se contribuye así a interferir en la especialización de los hongos que producen la pudrición texana y el marchitamiento, aparte de que con la aportación que se hace de materia orgánica, también baja la incidencia de estas enfermedades.

Se notará que en las rotaciones propuestas sólo se incluyen tres cultivos de explotación comercial; esto se debe a que son los que por sus rendimientos económicos se prefieren más en este Distrito. Sin embargo, se puede preparar otra rotación en la que se incluye algodón, trigo, ~~cañadillo~~

y trébol. En esta última rotación, aún cuando van dos cultivos seguidos de leguminosas, debe aclararse que el cacahuete si bien toma el nitrógeno del aire, este elemento no queda en el terreno, pues en la cosecha se sacan las raíces y por lo mismo los nódulos que contienen el elemento mencionado. En esta rotación es recomendable una aplicación de estiércol, preferentemente de ganado menor, en la proporción de 50 a 60 toneladas por hectárea.

6. Selección de variedades. En el caso especial del algodón es recomendable escoger variedades de maduración temprana para las zonas del distrito que acusan una fuerte deficiencia de fósforo y una regular proporción de materia orgánica. Con la compensación propuesta de la deficiencia del fósforo y la maduración temprana de la variedad, se evitarán los daños de una infestación fuerte de picudo y de una helada temprana.

En el caso del trigo se recomienda la selección de variedades, sólo para encontrar aquellas que más se adapten a las condiciones climáticas y edáficas de la región.

En el caso del cacahuete se recomienda la selección de variedades, para encontrar aquellas que aparte de adaptarse a las condiciones arriba mencionadas, sean las que produzcan más aceite.

Alfalfa. De este cultivo no se han investigado otras variedades fuera de la Peruana velluda que ha demostrado adaptarse perfectamente a las condiciones de la región. Es indudable que se hace necesario experimentar con algunas otras variedades, pues se puede dar el caso de que se encuentre

alguna que dé mejores rendimientos que la ya mencionada.

Vid. En este cultivo es en el que más se nota la necesidad de seleccionar las variedades. Una regular cantidad de viñedos han dejado de serlo, para cambiar al cultivo del algodón. Esto se debe al complejo: Enfermedades, nutrición, plagas y podas.

Tomate, Sandía y Melón. En estos cultivos los agricultores interesados están tratando de encontrar las variedades que mejor se adapten para el transporte, pues los centros de consumo generalmente están retirados y el mercado local sólo absorbe cantidades mínimas.

7. Corrección de pH alto y Eliminación de Sales Solubles. Está plenamente comprobado que en las zonas del Distrito donde el pH es mayor de 8.4 se debe a la presencia de sales de sodio, principalmente cloruro, sulfato y carbonato de sodio. Ya se sabe que la presencia de estas sales afectan la textura, haciéndola más compacta, como en el caso del carbonato de sodio. En los casos en que el drenaje es deficiente y las sales presentes son cloruro y sulfato de sodio, entonces el problema consiste en desazolvar los drenajes ya hechos o hacerlos cuando faltan. Cuando la sal presente sea el carbonato de sodio, entonces se hace necesario hacer aplicaciones de yeso ( $\text{CaSO}_4$ ) o de azufre, pero de cualquier manera es necesario asegurar un buen drenaje (Lyon y Buckman, 1946).

8. Control de Plagas y Enfermedades. Si todos los factores mencionados anteriormente se llenaron a satisfacción,



el porcentaje de probabilidades del aprovechamiento del fertilizante es mayor, pero si las enfermedades y plagas que atacan a los cultivos no se previenen o combaten, entonces la inversión de fertilizantes resultará inútil, pues aún cuando haya probabilidades de un incremento en la cosecha, las plagas o las enfermedades pueden acabar no sólo con este incremento sino con la cosecha normal.

9. Labores de Cultivo. Es indudable que cualquier cosecha amerita labores de cultivo específicas y estas deberán hacerse oportunamente para evitar, por ejemplo, una invasión de malas hierbas o una siembra tardía por haber retardado estas labores.

De todo lo anterior se deducen las conclusiones siguientes:

1. En términos generales las distintas zonas del Distrito responden favorablemente a una aplicación de fertilizantes.
2. Para una mejor respuesta se sugiere seguir las recomendaciones antes indicadas.
3. Es extremadamente urgente establecer las dosis óptimas de elementos nutrientes en todos y cada uno de los cultivos en esta región.

## LITERATURA CITADA.

- Bear, F.E. Soils and Fertilizers, 1948.
- Bermea, J.H. 1957. Tesis profesional. Ms. Esc. Sup. de Agric. "Antonio Narro".
- Frear, D.E.H. Tratado de Química Agrícola. 1955.
- Lyttleton, T., y H.O. Buckman. Edafología. 1946.
- Maximov, Nicolai A. Fisiología Vegetal. 1935.
- United States Department of Agriculture. Soils and Men. Yearbook, 1938.
- Worthen, Edmund L. Suelos Agrícolas. 1949.