

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

EL FOSFORO. NUTRIENTE VEGETAL

TESIS PROFESIONAL

DAVID IZQUIERDO ALCALDE



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS.

EL FOSFORO. NUTRIENTE VEGETAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Q U I M I C O
P R E S E N T A
DAVID IZQUIERDO ALCALDE

México, D. F.
1964

A MIS PADRES.

A MIS PADRINOS.

A MIS MAESTROS,
ESPECIALMENTE AL
SR. PROF. MANUEL FLETES ARREOLA.

CON TODO CARIÑO A MI NOVIA.

EL FOSFORO

NUTRIENTE VEGETAL

INTRODUCCIÓN.

EL FÓSFORO ES UNO DE LOS ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE LA NATURALEZA, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INTEGRACIÓN DE LOS SERES VIVOS.

EN LA HISTORIA DE LA AGRICULTURA MUNDIAL SE LE CONSIDERA COMO EL NUTRIELEMENTO SIN EL CUÁL NO HUBIERA SIDO POSIBLE LA ACTUAL PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, PORQUE ES EL FACTOR QUE HA PERMITIDO MANTENER Y FRECUENTEMENTE MEJORAR LA FERTILIDAD DE LA MAYOR PARTE DE LAS TIERRAS CULTIVADAS.

A ESTE RESPECTO, EN LA AGRICULTURA MEXICANA EL FÓSFORO NO ES, EN LO GENERAL, ELEMENTO SIGNIFICATIVAMENTE LIMITANTE DE LA PRODUCCIÓN. EN EFECTO, LOS SUELOS DEL PAÍS FRECUENTEMENTE LO CONTIENEN A NIVELES MEDIOS Y POR TANTO, CON RESPECTO A OTROS NUTRIENTES, LAS NECESIDADES SON CIERTAMENTE MODERADAS.

AL CUMPLIRSE PRONTO TRES CENTURIAS D SU DESCUBRI-
MIENTO, EL FÓSFORO MANTIENE EN EL CONSUMO MUNDIAL DE --
FERTILIZANTES, GRAN VENTAJA SOBRE LOS OTROS NUTRIENTES,
LO CUÁL HA DE SER UNA BUENA PARTE ABONADO A LAS INVESTI-
GACIONES DE LIEBIG QUE PERMITIERON DEMOSTRAR QUE LOS --
FOSFATOS INSOLUBLES PUEDEN HACERSE MÁS RÁPIDAMENTE ACCE-
SIBLES A LAS PLANTAS SI SE TRATAN PREVIAMENTE CON ÁCIDO
SULFÚRICO. TAL FUÉ EL ORIGEN DE LA INDUSTRIA DE LOS --
"SUPERFOSFATOS".

1 - INFORMACION GENERAL.

EL FÓSFORO (P) SOLO SE ENCUENTRA EN LA NATURALEZA EN ESTADO DE COMBINACIÓN QUÍMICA, FORMANDO DIVERSOS COMPUESTOS; NUNCA COMO ELEMENTO LIBRE. SE TRATA DE UN CONSTITUYENTE ESENCIAL DE LA MATERIA VIVA, ANIMAL O VEGETAL, PARTICULARMENTE ABUNDANTE EN LOS NÚCLEOS DE LAS CÉLULAS, EN LOS QUE FORMA LAS NÚCLEO-PROTEINAS, LAS CUALES PUEDEN CONTENER HASTA UN 10% DE FÓSFORO.

LA LECITINA ES OTRO COMPUESTO ÓRGANICO FOSFORADO ASOCIADO CON LA FORMACIÓN DE ACEITES Y GRASAS. ASÍ, -- POR EJEMPLO: LAS SEMILLAS DE MAÍZ CONTIENEN ORDINARIAMENTE UN 5% DE ACEITE, DEL CUÁL 1.5% ES LECITINA.

SE PUEDE AFIRMAR SIN GRAVE ERROR QUE TODAS LAS SEMILLAS SON RICAS EN FÓSFORO. FISIOLÓGICAMENTE EL HECHO ES MUY IMPORTANTE PORQUE ESTE ELEMENTO ESTÁ RELACIONADO CON LOS FENÓMENOS DE LA GERMINACIÓN, DURANTE EN LOS CUALES PARTICIPA EN LOS PROCESOS CRÍTICOS INICIALES DE LA VIDA, ASEGURANDO LA CONSERVACIÓN DE LAS NUEVAS PLANTAS.

TAMBIÉN EN LA LECHE, LOS HUEVOS, EL SALVADO DE TRIGO, ETC., SE HALLAN CANTIDADES VARIABLES DE FÓSFORO Y --

LOS HUESOS DE LOS VERTEBRADOS LO CONTIENEN BAJO LA FORMA DE FOSFATO TRICÁLCICO.

LA SOLA MENCIÓN DE ÉSTOS PRODUCTOS, QUE DIRECTA O INDIRECTAMENTE SON LA CAUSA DE LAS PÉRDIDAS DE FÓSFORO DE LOS SUELOS, SUCIEREN QUE A MENOS QUE SEA DEVUELTO A LOS TERRENOS DE CULTIVO EN FORMA APROVECHABLE POR LAS PLANTAS, SERÁ RESPONSABLE DE LA REDUCCIÓN DE LAS CROCHAS, EN LOS CASOS DE FALTA O DE CARENCIA.

EN LA ACTUALIDAD EL FÓSFORO ELEMENTAL SE OBTIENE EN ESCALA INDUSTRIAL POR EL PROCESO DEL HORNO ELÉCTRICO; ANTIGUAMENTE SE PRODUCÍA POR MÉTODOS LENTOS Y COSTOSOS EMPLEANDO COMO MATERIA PRIMA HUESOS DE ANIMALES O CENIZAS DE HUESO.

SE DISTINGUEN DOS FORMAS ALOTRÓPICAS: EL FÓSFORO ROJO Y EL AMARILLO; DE ÉSTE, QUE ES SUMAMENTE VENENOSO, BASTA UN DÉCIMO DE GRAMO PARA CAUSAR LA MUERTE DE UN HOMBRE; EL ROJO, QUE NO ES TÓXICO, SE UTILIZA EN LA INDUSTRIA.

EN LA LITERATURA AGRÍCOLA LA ANOTACIÓN P_2O_5 ES UN SÍMBOLO DE EMPLEO MUY FRECUENTE, QUE REPRESENTA EL PENTÓXIDO DE FÓSFORO O ANHIDRIDO FOSFÓRICO. SE TRATA DEL PRODUCTO FINAL DE LA OXIDACIÓN TOTAL DEL FÓSFORO, CIRCUNSTANCIA DE LA CUÁL DERIVA SU IMPORTANCIA QUÍMICA.

EN LA INDUSTRIA Y EN LA AGRICULTURA EL CONTENIDO DE FÓSFORO DE LOS MATERIALES FOSFORADOS SE ESTIMA BAJO-

LA FORMA DE P_2O_5 .

EL PROCEDIMIENTO ES DE CARÁCTER UNIVERSAL, AÚN --
CUANDO NO EXISTE UNA DEBIDA JUSTIFICACIÓN PARA PREPE--
RILO.

II.- EL FÓSFORO EN EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS.

EL FÓSFORO REPRESENTA UN PASEL FUNDAMENTAL EN GRAN NÚMERO DE REACCIONES ENZIMÁTICAS; ES UN CONSTITUYENTE INVARIABLE DEL NÚCLEO CELULAR Y ES, ASIMISMO, ESENCIAL PARA LA DIVISIÓN DE LAS CÉLULAS Y PARA EL DESARROLLO DE LOS TEJIDOS MÉRISTEMÁTICOS, EN LOS CUÁLES PUEDE DEMOSTRARSE SU PRESENCIA UTILIZANDO COMO FERTILIZANTE FÓSFORO RADIOACTIVO. SU ESTRECHA RELACIÓN CON LA MULTIPLICACIÓN CELULAR EXPLICA SU PRESENCIA EN LAS SEMILLAS, LAS QUE NO LLEGAN A FORMARSE EN AUSENCIA DE P. CON LAS GRASAS Y LAS ALBÚMINAS SUCEDE LO MISMO; EN CAMBIO, LOS ALMIDONES SI SE FORMAN PERO NO SE CONVIERTEN FÁCILMENTE EN AZÚCARES. LA FLORACIÓN Y LA FRUCTIFICACIÓN ESTÁN INTINAMENTE LIGADAS AL FÓSFORO.

EN LO GENERAL APROBURA LA MADURACIÓN Y PUEDE LLEGAR A NEUTRALIZAR EL EFECTO RETARDADOR DEL NITRÓGENO, LO CUÁL RESULTA ESPECIALMENTE IMPORTANTE EN LOS AÑOS SECOS Y EN LOS CLIMAS FRIOS.

ES MUY VALIOSO EN LOS CULTIVOS DE SISTEMA RADICULAR POCO DESARROLLADO PORQUE FOMENTA SU CRECIMIENTO Y

AUMENTA LA FORMACIÓN DE LAS RAICILLAS LATERALES Y DE LAS FIBROSAS. POR MOTIVO SEMEJANTE, ES MUY ÚTIL EN LOS SUELOS COMPACTOS QUE POR SU NATURALEZA ENTORPECEN EL CRECIMIENTO DE LAS RAÍCES Y PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS PARA ALMÁCIGO QUE NECESITAN UN SISTEMA RADICULAR FUERTE Y FIBROSO. ESTE EFECTO DEL P NO ES ESPECÍFICO; EL POTASIO PRODUCE UNA RELACIÓN MÁS ALTA DE RAÍCES A ÓRGANOS AÉREOS, LO CUÁL SE ATRIBUYE AL INCREMENTO DE LAS SUPERFICIES FOLIARES QUE INICIALMENTE INDUCE.

EN LOS CEREALES EL P AUMENTA LA RELACIÓN DE GRANO A PAJA Y EL RENDIMIENTO TOTAL. TAMBIÉN PRODUCE PAJA MÁS RESISTENTE LO CUÁL REDUCE LA TENDENCIA AL ACAME, ESPECIALMENTE EN EL CASO DE LA AVENA Y EL ARROZ QUE EN PRESENCIA DE UN EXCESO DE NITRÓGENO APROVECHABLE SON MUY SUSCEPTIBLES AL VUELCO. LAS PLANTAS QUE SUFREN UNA DEFICIENCIA DE ÁCIDO FOSFÓRICO, PARECEN TENER DIFICULTAD EN OBTENER POTASA EN PROPORCIONES ADECUADAS.

UN EXCESO SOBRE LAS CANTIDADES REQUERIDAS NORMALMENTE POR LAS COSECHAS, ALGUNAS VECES DISMINUYE LOS RENDIMIENTOS. ESTO SE OBSERVA FRECUENTEMENTE EN LOS SUELOS LIGEROS EN AÑOS SECOS, Y SE ATRIBUYE A LA ACELERACIÓN DEL PROCESO DE MADURACIÓN, Y CONSIGUIENTE REDUCCIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO.

MEJORA LA CALIDAD DE CIERTAS COSECHAS Y EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS DA LUGAR A LA CRÍA DE ANIMALES DE HUESOS BIÉN DESARROLLADOS Y FUERTES.

EL MEJORAMIENTO DEL SABOR DE LAS MORTALIZAS DEBIDO AL FÓSFORO TIENE GRAN IMPORTANCIA. HA SIDO DEMOSTRADO, ASIMISMO, QUE AUMENTA LA RESISTENCIA A CIERTAS ENFERMEDADES DEBIDO SEGURAMENTE A UN DESARROLLO CELULAR MÁS NORMAL Y A UN METABOLISMO MÁS EFICIENTE.

EL EFECTO EQUILIBRANTE SOBRE LA ACCIÓN DEL NITRÓGENO Y DEL POTASIO ES UNA FUNCIÓN RECONOCIDA DEL FÓSFORO. AL APRESURAR LA MADURACIÓN, AL AUMENTAR EL DESARROLLO RADICULAR Y LA RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES Y AL PROMOVER LA FLORACIÓN Y LA FRUCTIFICACIÓN, EQUILIBRA EFICAZMENTE LOS POSIBLES EFECTOS PERJUDICIALES DE UN EXCESO DE NITRÓGENO; ADEMÁS, ALGUNAS VECES AYUDA A CONTRARRESTAR LOS PERJUICIOS DE ENCALADOS EXCESIVOS, RESTABLECIENDO LA NUTRICIÓN FOSFÓRICA, DESEQUILIBRADA POR LA PRESENCIA DE UN ELEVADO NIVEL DE CALCIO EN EL SUELO.

LA CAIDA DE LAS FLORES Y FRUTOS FUERA DE TIEMPO ESTÁ RELACIONADA CON EL METABOLISMO DEL FÓSFORO, EL CUAL, INDIVIDUALMENTE INTERVIENE CON EFICACIA, EVITÁNDOLA.

DE LA EXPOSICIÓN ANTERIOR SE DESPRENDEN DIVERSOS EFECTOS DE INTERÉS PRÁCTICO PARA EL DESARROLLO DE LAS COSECHAS: (1) EFECTO SOBRE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS, (2) EFECTO SOBRE EL DESARROLLO DE LAS RAÍCES, (3) EFECTO SOBRE LA MADURACION, (4) EFECTO SOBRE LA RELACIÓN GRANO-PAJA, Y (5) EFECTO SOBRE EL CONTENIDO DE-

NITRÓGENO EN LAS SEMILLAS.

1) LA PRESENCIA EN EL SUELO DE FÓSFORO ASIMILABLE FAVORECE LA GERMINACIÓN Y EL RÁPIDO DESARROLLO DE LAS NUEVAS Y PEQUEÑAS PLANTAS.

UNA PRÁCTICA RECOMENDABLE CONSISTE EN PROPORCIONAR A LOS CULTIVOS DE MAÍZ POR EJEMPLO, UNA BUENA APLICACIÓN DE ÁCIDO FOSFÓRICO SOLUBLE, EN EL MOMENTO DE SEMBRAR, PARA ASEGURAR UNA GERMINACIÓN APROPIADA Y EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN EL SUELO, BAJO CONDICIONES FAVORABLES QUE PERMITAN CONTINUAR SU CRECIMIENTO.

2) LA APLICACIÓN DE FOSFATO SOLUBLE, YA SE ESTABLECIÓ E INCREMENTA EL DESARROLLO RADICULAR. EL EFECTO SOBRE LA GERMINACIÓN A QUE YA SE ALUDIÓ EN EL PÁRRAFO PRECEDENTE, ES DEBIDO AL ESTÍMULO QUE OBRA SOBRE EL DESARROLLO DE LAS RAÍCES, LO CUÁL PROPORCIONA A LAS PLANTAS JÓVENES UNA FAVORABLE INICIACIÓN. POR ÉSTE MOTIVO EL FÓSFORO TIENE UNA SEÑALADA IMPORTANCIA EN LAS COSECHAS DE RAÍZ, SOBRE TODO EN LOS SUELOS PESADOS, EN LOS QUE EXISTE CIERTA TENDENCIA A LIMITAR LA PRODUCCIÓN DE ÉSTE GÉNERO DE CULTIVOS.

3) SEGÚN SE HA EXPRESADO, LOS FOSFATOS FAVORECEN LA MADURACIÓN TEMPRANA. LA FORMACIÓN DE LOS GRANOS SE INICIA PRONTAMENTE CUANDO LOS FOSFATOS SOLUBLES SE EMPLEAN GENEROSAMENTE. CUANDO TODOS LOS FACTORES DE CRE

CIMIENTO SON ADECUADOS, FRECUENTEMENTE SE LOGRA ACORTAR HASTA EN UNA SEMANA COMPLETA EL CICLO VEGETATIVO.

ESTE EFECTO SE ATRIBUYE A LA ESTRECHA RELACIÓN QUE GUARDA EL FÓSFORO CON LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS. LAS PLANTAS NO ALCANZAN SU MADURACIÓN Y NO PRODUCEN SEMILLAS A MENOS QUE DISPONGAN DE FÓSFORO APROVECHABLE. NO ES SORPRENDENTE, POR TANTO, ENCONTRARLO SIEMPRE EN GRANDES CANTIDADES EN LAS SEMILLAS, MEJOR QUE EN LOS RESTANTES ÓRGANOS VEGETALES.

EL EFECTO QUE EL P TIENE SOBRE LA MADURACIÓN ES DE ACCIÓN INVERSA AL QUE ORIGINA EL NITRÓGENO, EL CUAL SE MANIFIESTA, CUANDO SE APLICA ABUNDANTEMENTE, PROLONGANDO EL PERIODO DE CRECIMIENTO Y RETARDANDO EL PROCESO DE MADURACIÓN.

4) LOS FOSFOROS ASIMILABLES, EMPLEADOS ABUNDANTEMENTE, AUMENTAN LA RELACIÓN GRANO-PAJA Y DAN A ÉSTA ÚLTIMA MAYOR RESISTENCIA, CONTRARIAMENTE AL EFECTO DEL NITRÓGENO.

5) CUANDO EL P APROVECHABLE SE EMPLEA CON LIBERALIDAD EN LAS COSECHAS DE GRANOS, SU CONTENIDO DE NITRÓGENO ES MENOR QUE BAJO CONDICIONES ORDINARIAS.

III.- EL FOSFORO EN EL SUELO.

EL CONTENIDO DE FÓSFORO COMO (P) EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA, HA SIDO ESTIMADO EN UN 0.12% Y EN UN 0.06% EL DE LOS SUELOS ARABLES. ESTO ÚLTIMO EQUIVALE APROXIMADAMENTE A 3100 KILOGRAMOS POR HECTÁREA DE P_2O_5 .

EN LOS SUELOS SE ENCUENTRA INTEGRANDO COMPUESTOS COMPLEJOS Y POCO ACTIVOS, TALES COMO LA APATITA, MINERAL PRIMARIO; FOSFATOS SECUNDARIOS DE CALCIO, HIERRO Y ALUMINIO; COMBINACIONES ORGÁNICAS ETC., TAMBIÉN SE HALLA CONSTITUYENDO COMPUESTOS MÁS SIMPLES Y ASIMILABLES, PRINCIPALMENTE FOSFATOS DE CALCIO, Y FORMAS ORGÁNICAS SOLUBLES.

GENERALIZANDO, PUEDE AFIRMARSE QUE EL FÓSFORO INORGÁNICO, SE ENCUENTRA FORMANDO PARTE DE RADICALES ANIÓNICOS, COMBINADOS CON CATIONES TALES COMO HIERRO, ALUMINIO, CALCIO, MAGNESIO, PLOMO Y TIERRAS RARAS.

EL (P) INORGÁNICO, PUEDE CONSTITUIR DESDE EL 25% HASTA EL 75% DE TOTAL. PARECE EXISTIR CIERTA CORRELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO TOTAL DE FÓSFORO Y LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO, LO CUÁL VALE DECIR QUE LOS SUELOS

RICOS EN FÓSFORO, TAMBIÉN SON RICOS EN MATERIA ORGÁNICA. ALGUNOS AUTORES SE INCLINAN A CONSIDERAR QUE LA TOTALIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO, CONTIENE FÓSFORO, LO CUÁL CIERTAMENTE ES IMPROBABLE.

LOS DIFERENTES COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE EXISTEN EN EL SUELO PUEDEN NO HABER SIDO TODAVÍA IDENTIFICADOS, PERO LA FITINA - HEXAFOSFATO DE INOSITOL, Y CIERTOS ÁCIDOS NUCLEICOS, SON LOS COMPUESTOS FOSFORADOS QUE CON CERTEZA SE ENCUENTRAN PRESENTES.

AUNQUE SE RECONOCE QUE EL FÓSFORO PUEDE ENCONTRARSE RETENIDO POR LAS ARCILLAS COMO UN ANIÓN INTERCAMBIABLE, EN TALES CONDICIONES NO TIENE IMPORTANCIA ALGUNA EN LA NUTRICIÓN VEGETAL. EN OTRAS PALABRAS, LAS PLANTAS ABSORVEN LA MAYOR PARTE DEL P QUE REQUIEREN TOMÁNDOLO DE LAS SOLUCIONES DEL SUELO.

DE UNA MANERA GENERAL, EL FÓSFORO DEL SUBSUELO ES MENOS ASIMILABLE QUE EL DE LA CAPA ARABLE, LO CUÁL SE EXPLICA POR EL CONTENIDO DE ARCILLA, ASÍ COMO EL DEL HIERRO Y ALUMINIO; PORQUE LA MATERIAL ORGÁNICA ES MÁS ABUNDANTE EN LOS NIVELES SUPERIORES DEL SUELO.

EN EFECTO, LA ARCILLA, YA QUEDÓ EXPRESADO, RETIENE PEQUEÑAS CANTIDADES; EL HIERRO Y EL ALUMINIO FORMAN CON LOS FOSFATOS COMPUESTOS MUY INSOLUBLES, Y LA AUSENCIA DE MATERIA ORGÁNICA IMPLICA POBREZA DE P.

EN LOS HORIZONTES INFERIORES DE MUCHOS SUELOS, UNA

BUENA PARTE DE SU FÓSFORO SE ENCUENTRA BAJO LA FORMA -
DE FLUORAPATITA $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. SE TRATA DE UN COM-
PUESTO SUMAMENTE RESISTENTE A LA ACCIÓN DEL IMPERISMO-
QUE FORMA PARCIALMENTE CIERTAS FRACCIONES FÍSICAS DEL-
SUELO, TALES COMO EL LIMO Y LA ARENA. DURANTE EL DESA-
RROLLO DE LOS PROCESOS EDÁFICOS, EL FÓSFORO LIBERADO -
DE LAS APATITAS, PARCIALMENTE FORMA COMPUESTOS SECUNDA-
RIOS DE DIVERGAS SOLUBILIDADES; ALGUNOS SON ABSORBIDOS
POR LAS PLANTAS Y LOS ORGANISMOS DEL SUELO, LO CUÁL --
LOS TRANSFORMA EN COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE POSTERIOR--
MENTE SON DEVUELTOS A LA MASA DEL SUELO, COMO MATERIA-
ORGÁNICA.

CON EL PRÓPOSITO DE PODER ESTABLECER LAS NECESI--
DADES DE FÓSFORO DE LAS COSECHAS, TENIENDO EN CONSIDERA-
CIÓN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELO, SE HAN HECHO NUME-
ROSAS ESTIMACIONES DE SU CONTENIDO TOTAL DE P_2O_5 ; SIN-
EMBARGO LOS RESULTADOS QUE POR ESTE CAMINO SE OBTUVIE-
RON, NO FUERON ENTERAMENTE SATISFACTORIOS, PORQUE NO PRO-
PORCIONAN INFORMACIÓN ALGUNA RELACIONADA CON EL FÓSFO-
RO ASIMILABLE POR LAS PLANTAS. EXPERIMENTOS DE CAMPO-
HAN PROBADO, QUE SOLAMENTE UNA PEQUEÑA PARTE DEL CONTE-
NIDO DEL SUELO SE ENCUENTRA EN UN MOMENTO DADO, EN CON-
DICIONES DE SER APROVECHADA, Y QUE SU VALOR RELATIVO VA-
RIA CON CADA SUELO.

LOS SUELOS DE MÉXICO, CON RESPECTO A SU CONTENIDO
DE FÓSFORO, SE CLASIFICAN EN POBRES, Y CON CIERTA RE-

CUENCIA, EN MEDIANAMENTE ABASTECIDOS. LOS DEL PRIMERGRUPOS PUEDEN DEBER SU PROBREZA A FALTA O DEFICIENCIA-
REAL DE ÁCIDO FOSFÓRICO, O A QUE LA PRESENCIA DE ÉSTE-
NUTRIENTE, SE ENCUENTRA AFECTADA POR UNA INDEBIDA REAC-
CIÓN DEL SUELO, (GENERALMENTE ALCALINA) QUE LO HACE --
INACCESIBLE A LAS PLANTAS. EN ÉSTE CASO SIN EXCEPCIÓN,
EL EMPLEO DE FERTILIZANTES FÓSFORICOS PRODUCE RESULTA-
DOS DUDOSOS. ASÍ OCURRE EN LA MAYOR PARTE DE LAS ZO--
NAS AGRÍCOLAS DEL NORTE DEL PAÍS, INCLUYENDO LA ZONA --
COSTERA DEL PACÍFICO (SONORA-SINALOA) Y LOS SUELOS DE-
LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA. EL MISMO FENÓMENO, --
AÚN CUANDO EN ESCALA MENOS IMPORTANTE, SE OBSERVA EN -
EL ALTIPLANO CENTRAL Y EN EL SURESTE.

AL JUZGAR SUPERFICIALMENTE TAL FENÓMENO, SE HA IN-
TERPRETADO ERRÓNEAMENTE, CONSIDERANDO, QUE PUESTO QUE -
EL EMPLEO DE FERTILIZANTES FOSFÓRICOS NO PRODUCE INCRE-
MENTOS DE COSECHA, ELLO SE DEBE A QUE EL SUELO SE EN--
CUENTRA BIÉN ABASTECIDO DE TAL NUTRIENTE. LA REALIDAD
YA SE EXPLICÓ, ESTÁ RELACIONADA CON LOS PROCESOS DE RE-
TROGRADACIÓN DE LOS FOSFATOS SOLUBLES, CIRCUNSTANCIA -
QUE PLANTEA EL PROBLEMA DE LA CORRECCIÓN DE LOS SUELOS
DE REACCIÓN INADECUADA, QUE DADA SU EXTENSIÓN, ES DE --
GRAN IMPORTANCIA.

SEA PORQUE EL ABASTECIMIENTO NATURAL DE LOS SUE--
LOS ES SATISFACTORIO, O POR LA RETROGRADACIÓN DE LOS SU-
PERFOSFATOS, LA DEMANDA NACIONAL DE P_2O_5 GUARDA CON --
RESPECTO AL NITRÓGENO, UNA RELACIÓN MARCADAMENTE INFE-
RIOR A LA UNIDAD.

RELACIÓN DE DEMANDA DE P_2O_5 CON RESPECTO AL NITRÓGENO.

$$\left(\frac{P_2O_5}{N} \right) < 1$$

IV.- RECURSOS Y FERTILIZANTES FOSFORICOS.

LA FUENTE PRIMARIA MÁS IMPORTANTE, PARA LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES FOSFÓRICOS, LA CONSTITUYEN LOS FOSFATOS NATURALES QUE SE ENCUENTRAN EN DIVERSAS PARTES DEL MUNDO, (MARRUECOS FRANCÉS, ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA, RUSIA, ETC.,) FORMÁNDO GRANDES DEPÓSITOS A PROFUNDIDADES VARIABLES EN LA COSTRA TERRESTRE.

SU FORMACIÓN ESTÁ VINCULADA, A LAS PRIMERAS FORMAS DE VIDA QUE APARECIERON EN LOS ANTIGUOS MARES DE LAS PRIMERAS EDADES GEOLÓGICAS, Y ES CONSECUENCIA DE LA ACUMULACIÓN A TRAVÉS DE MILENIOS DE LOS RESTOS DE LA FAUNA VERTEBRADA DE AQUELLAS ERAS. POR SU NATURALEZA QUÍMICA, TALES DEPÓSITOS SON COMPUESTOS DE CALCIO, Y ÁCIDO FOSFÓRICO, ASOCIADOS CON FLUORURO DE CALCIO Y CIERTAS OTRAS SUBSTANCIAS TANTO ORGÁNICAS COMO INORGÁNICAS.

AÚN CUANDO LOS FOSFATOS NATURALES, EN GENERAL (ROCA FOSFÓRICA), DIFIEREN ENTRE SÍ POR SU VALOR AGRÍCOLA, POR SU NATURALEZA QUÍMICA PUEDEN CONSIDERARSE COMO FLUORAPATITA CaF_2 , $3Ca_2(PO_4)_2$. ESTE MINERAL SE ENCUENTRA PRESENTE EN LAS ROCAS METAMÓRFICAS, ALGUNAS VE

CES EN LOS GRANITOS, ASI COMO EN LAS PEGMATITAS, PERO -
MAS FRECUENTEMENTE EN LAS ROCAS ERUPTIVAS BASICAS.

SE HA ESTIMADO QUE LAS RESERVAS MUNDIALES DE LOS-
MINERALES FOSFORICOS, EN LOS DEPOSITOS ACTUALMENTE CO-
SOCIADOS EN 30 PAISES, ES SUPERIOR A 45 MIL MILLONES DE
TONELADAS METRICAS. DE ESTA CANTIDAD EL 45% SE ENCUEN-
TRA EN EL MARQUESS FRANCÉS, 29% EN LOS ESTADOS UNIDOS
DE NORTEAMERICA Y EL 16% EN RUSIA.

MEXICO SE HA VENIDO ABASTECIENDO DE ROCA FOSFORI-
CA, DE LOS GRANDES DEPOSITOS QUE NORTEAMERICA TIENE EN-
FLORIDA. A ESTE RESPECTO, EL ING. P. DOMINGUEZ, DEL -
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS, DE GUANOS Y FER-
TILIZANTES DE MEXICO, S.A., CONSIDERA QUE LA ROCA DE -
FLORIDA "LLENA CONDICIONES DE PRECIO Y CALIDAD QUE HAC-
CEN CONVENIENTE TRAERLA..."

EN EL PAIS EXISTEN DEPOSITOS DE APATITAS EN EL CE-
RRO DEL MERCADO, DGO.; TLALPUJANUA, MICH.; SAN IGNACIO,
SIN.; CONCEPCION DEL ORO, ZAC.; TOPO CHICO, N.L.; ETC. -
EN TODOS LOS CASOS HASTA AHORA, LA IMPORTANCIA DE LOS-
YACIMIENTOS NACIONALES HA SIDO MUY MODESTA Y LA CALI-
IDAD DE LOS MATERIALES, DESDE EL PUNTO DE VISTA AGRICO-
LA, POCO SATISFACTORIA.

OTRAS FUENTES PARA EL ABASTECIMIENTO DE FERTILI-
ZANTES FOSFORICOS SE ENCUENTRAN EN LAS ESCORIAS BASI-
CAS; EN LOS GUANOS, ESPECIALMENTE LOS DE ATES MEXICANOS

EN LOS HUESOS, ETC.

LOS DOS PRIMEROS PRODUCTOS, SE UTILIZAN COMO TALES DESPUÉS DE HABER SIDO MEJORADAS SUS CONDICIONES MECÁNICAS, Y LUEGO DE HABERSE RETIRADO, EN EL CASO DEL QUANO, LOS CUERPOS EXTRAÑOS; LOS HUESOS EN CAMBIO, REQUIEREN SER TRATADOS ADECUADAMENTE.

HAN SIDO MENCIONADOS SOLO LOS MATERIALES MÁS IMPORTANTES, QUE ACTUALMENTE SON UTILIZADOS COMO MATERIAS PRIMAS PARA LA PREPARACIÓN DE FERTILIZANTES FOSFÓRICOS Y SIMILARMENTE, SOLO SE HARÁ REFERENCIA, DE LOS PROPIOS FERTILIZANTES QUE TENIENDO COMO BASE AQUÉLLAS SE EMPLEAN EN MAYOR ESCALA, PERO ANTES ES PRECISO EXPLICAR QUE EN EL COMERCIO DE LOS FERTILIZANTES FOSFÓRICOS, SE VALORIZA LA NATURALEZA DE LAS FORMAS QUÍMICAS, BAJO LAS CUÁLES SE ENCUENTRE PRESENTE EL NUTRIENTE, AGRUPÁNDOLO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU APROVECHABILIDAD PARA LAS COSECHAS, EN FÓSFORO ASIMILABLE Y FÓSFORO INSOLUBLE. - LA FRACCIÓN ASIMILABLE, COMPRENDE NO SOLAMENTE EL ÁCIDO FOSFÓRICO CAPAZ DE DISOLVERSE EN AGUA, SINO TAMBIÉN LA PARTE QUE ES SOLUBLE EN UNA SOLUCIÓN NEUTRA DE CITRATO DE AMONIO.

DE CONFORMIDAD CON LA AAFCO® "ÁCIDO FOSFÓRICO" APROVECHABLE, ES LA SUMA DEL ÁCIDO FOSFÓRICO SOLUBLE EN AGUA Y DEL SOLUBLE EN CITRATO.

INTERPRETANDO EN SENTIDO CONTRARIO ESTA DEFINICIÓN SE ESTABLECE POR CONSECUENCIA, LA DEL FÓSFORO INSOLUBLE.

NOTA.- EN LOS E.U. DE NORTEAMÉRICA SON LAS SIGLAS DE -
ASSOCIATION OF AMERICAN FERTILIZER CONTROL OFFI
CIALS.

DE LA FOSFORITA Ó ROCA FOSFORICA $Ca_3(PO_4)_2$, SE FA
BRICA SUPERFOSFATO, SE SIMPLE O TRIPLE; FOSFATO DE AMO
NIO, METAFOSFATO DE CALCIO O POTASIO, SUPERFOSFATO AMO
NIADO, ÁCIDO FOSFÓRICO LÍQUIDO, ETC.

EL MÁS IMPORTANTE DE LOS FERTILIZANTES DE ÉSTE --
GRUPO, ES EL SUPERFOSFATO. EL SIMPLE CONTIENE DE 16 A
22% DE P_2O_5 ASIMILABLE; EL TRIPLE DE 40 A 50%, (PROPIA
MENTE ESTE SUPERFOSFATO DEBÍA SER LLAMADO DOBLE, SEGÚN
ALGUNAS VECES SE LE DENOMINA, EN VIRTUD DE QUE SU VA--
LOR NUTRIENTE ES UNAS DOS VECES MAYOR QUE EL DEL SIM--
PLE.)

LOS SUPERFOSFATOS SON MEZCLAS, ENTRE OTROS COM---
PUESTOS, DE FOSFATOS MONOCÁLCICO $CaH_4(PO_4)_2$; DICÁLCI-
CO $CaH_2(PO_4)_2$ Y TRICÁLCICO $Ca_3(PO_4)_2$; LOS DOS PRIMEROS
CONSTITUYEN EL FÓSFORO ASIMILABLE.

EL FOSFATO DE AMONIO PUEDE SER MONOAMÓNICO, ----
 $(NH_4H_2PO_4)$, CON APROXIMADAMENTE 12% DE NITRÓGENO Y 60%
DE P_2O_5 , O DIAMÓNICO $(NH_4)_2HPO_4$ CON APROXIMADAMENTE -
20% DE NITRÓGENO Y 53% DE P_2O_5 .

EL METAFOSFATO DE CALCIO, $Ca(PO_3)_2$ CON 62 A 63%-
DE P_2O_5 , SOLUBLE EN ÁCIDO CÍTRICO, ES UN NUEVO FERTILI

ZANTE QUE HA ESTADO SIENDO PR^OBADO CON RESULTADOS MUY-SATISFACTORIOS, SOBRE TODO TRATÁNDOSE DE SUELOS DE REACCIÓN ÁCIDA. SE FABRICAN TAMBIÉN, EN ESCALA REDUCIDA, METAFOSFATOS DE AMONIO (NH_4PO_3) Y DE POTASIO (KPO_3).

EL SUPERFOSFATO AMONIADO, QUE CONTIENE DE 3 A 4% DE NITRÓGENO, Y 16 A 18% DE ÁCIDO FOSFÓRICO UTILIZABLE, ES UN PRODUCTO OBTENIDO, TRATANDO CON AMONIACO O CON AGUA AMONIACAL EL SUPERFOSFATO SIMPLE.

MEJORA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUPERFOSFATO Y MANTIENE POR MÁS TIEMPO EN EL SUELO, LA ASIMILABILIDAD DEL FÓSFORO.

EL ÁCIDO FOSFÓRICO, (PROPIAMENTE ORTOFOSFÓRICO -- H_3PO_4), CONTIENE EN ESTADO PURO 72.44% DE P_2O_5 . SE USA EN SOLUCIONES CUYA MAYOR CONCENTRACIÓN ES DE 88% DE -- H_3PO_4 Ó 63.75% DE P_2O_5 . SE APLICA DIRECTAMENTE POR INYECCIÓN O EN LAS AGUAS DE RIEGO, Y SE LE PREFERE PARA LOS SUELOS DE REACCIÓN ALCALINA. DEBEN ADOPTARSE PRECAUCIONES PARA SU MANEJO.

LA ROCA FOSFÓRICA MOLIDA (GENERALMENTE A 200 MALLAS, O SEAN 6200 ABERTURAS POR CM^2), TAMBIÉN SE EMPLEA CON CIERTA FRECUENCIA EN SUELOS DE REACCIÓN ÁCIDA. EL CONTENIDO MEDIO DE P_2O_5 TOTAL ES DE 30%.

LAS ESCORIAS BÁSICAS, CUYO CONTENIDO DE P_2O_5 FLUCTÚA ENTRE 12 Y 18%, SE PREPARAN COMO EN EL CASO DE LA --

ROCA FOSFÓRICA, MOLIDA A 200 MALLAS. SE TRATA DE UN PRODUCTO MUY POCO CONOCIDO EN EL PAÍS QUE SÓLO DEBE SER EMPLEADO EN SUELOS ÁCIDOS. SU CONTENIDO FOSFÓRICO NO ES SOLUBLE AL AGUA.

EL GUANO DE AVES MARINAS, QUE SE FORMA EN LAS ISLAS Y COSTAS CON CLIMA CALIENTE Y SECO, ESTÁ PRINCIPALMENTE FORMADO POR LAS EXCRECIONES DE DIVERSAS AVES MARINAS, CUYA POBLACIÓN DEPENDE DE LA ABUNDANCIA DE PESCADOS, BASE DE SU ALIMENTACIÓN. EL GUANO ES RICO EN NITRÓGENO Y FÓSFORO ESPECIALMENTE. EL QUE OBTIENE MÉXICO EN CANTIDADES MUY REDUCIDAS, DE NUESTROS LITORALES E ISLAS GUANERAS, CONTIENE APROXIMADAMENTE 10% DE N Y 10% DE P_2O_5 ASIMILABLE. CUANDO LAS DEYECCIONES SE LIXIVIAN CON LAS LLUVIAS, SE OBTIENE EL GUANO FOSFATADO CON UN CONTENIDO MAYOR DE P_2O_5 , PERO CON UN ANÁLISIS INFERIOR DE NITRÓGENO.

DE LOS HUESOS SE OBTIENE SUPERFOSFATO O HARINA, PREVIAMENTE SE TRATAN CON VAPOR PARA EXTRAER GELATINAS, COLAS, ETC., EL CONTENIDO DE P_2O_5 DEL SUPERFOSFATO DE HUESO, ES SIMILAR AL DEL SUPERFOSFATO SIMPLE; LA HARINA DE HUESOS ALCANZA UN ANÁLISIS DE MÁS O MENOS 29% DE P_2O_5 SOLUBLE EN ÁCIDO CÍTRICO.

EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS FERTILIZANTES PORTADORES DE FÓSFORO CON DENOMINACIONES REGISTRADAS. LA MAYOR PARTE DE ÉSTOS PRODUCTOS SE MENCIONAN EN EL DICIONARIO DE FERTILIZANTES, DE A. L. MOURING.

V.- APROVECHAMIENTO DEL FOSFORO POR LAS PLANTAS.

EN UN PLAN ESPECULATIVO, ALGUNOS AUTORES SOSTIENEN EL CRITERIO DE QUE EL FÓSFORO, ES EL ÚNICO ELEMENTO NECESARIO PARA MANTENER LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS, PORQUE ES EL NUTRIENTE QUE DEMANDAN LAS LEGUMINOSAS, Y ÉSTAS PUEDEN FIJAR EL NITRÓGENO ATMOSFÉRICO.

NO HACE FALTA SEÑALAR QUE ÉSTE CONCEPTO NO PUEDE SER CONSIDERADO COMO UNA REGLA; SIN EMBARGO; SE MENCIONA AQUÍ PARA DESTACAR LA IMPORTANCIA DEL APROVECHAMIENTO DEL P.

LAS PLANTAS LO ABEORDEN PRINCIPALMENTE COMO IÓN - ORTOFOSFATO MONOVALENTE, $H_2PO_4^-$ QUE COMUNMENTE SE DESIGNA COMO IÓN FOSFATO. SE TRATA DE UNO DE LOS TRES - MACROANIONES UTILIZADOS POR LAS PLANTAS; LOS OTROS DOS SON EL NITRATO NO_3^- Y EL SULFATO $SO_4^{=}$.

LOS IONES FOSFATO DIFIEREN MARCADAMENTE DEL NO_3^- Y DEL $SO_4^{=}$ POR SU SOLUBILIDAD, LA QUE REFERIDA A LA NUTRICIÓN VEGETAL ES EQUIVALENTE A ACTIVIDAD. LOS IONES NITRATO Y SULFATO SE LIXIVIAN DE LOS SUELOS CON MUCHA RAPIDEZ, EN TANTO QUE EL ANIÓN FOSFATO, DEBIDO A SU BA

JA SOLUBILIDAD, NO SE PIERDE EN LA MISMA FORMA. EN EL AGUA QUE SE PERCOLA DE LOS SUELOS SOLO SE ENCUENTRAN - HUELLAS DE FOSFATOS.

YA SE HA EXPRESADO QUE EL FÓSFORO PUEDE ENCONTRAR SE RETENIDO POR LAS ARCILLAS COMO ANIÓN INTERCAMBIABLE, PERO QUE LOS VEGETALES POCO LO APROVECHAN EN TAL FORMA. AHORA AGREGAREMOS QUE LAS RAÍCES INTERCAMBIAN SUS ANIONES POR $H_2PO_4^-$ DIRECTAMENTE DE LA SOLUCIÓN DEL SUELO.

LOS FOSFATOS, EN UN MOMENTO DADO, PUEDEN ESTAR -- PRESENTES EN LA SOLUCIÓN A NIVELES MUY BAJOS; EN MU-- CHOS SUELOS NO LLEGAN A UN KILOGRAMO POR HECTÁREA. EN TALES CASOS LA CANTIDAD DE FOSFATOS NO ES MAYOR DE LA- QUE PUEDA DISOLVERSE Y, SIN EMBARGO, PUEDE OCURRIR QUE LA VEGETACIÓN TENGA CRECIMIENTOS SATISFATORIOS. ELLO FRECUENTEMENTE ES POSIBLE BAJO CONDICIONES FAVORABLES, POR LA RELATIVA RAPIDÉZ, CON QUE CIERTOS COMPUESTOS OR- GÁNICOS Y ALGUNAS FORMAS INORGÁNICAS INSOLUBLES SE CON- VIERTEN A FOSFATOS, LOGRANDO MANTENER UN ADECUADO ABAS- TECIMIENTO DE FORMAS ASIMILABLES.

LA PROPORCIÓN DE UN SUELO MEDIO, ENTRE LOS FOSFA- TOS APROVECHABLES, EL FÓSFORO ORGÁNICO Y LOS FOSFATOS- INSOLUBLES, GUARDA UNA RELACIÓN CERCANA A 1:50:70. ES TA RELACIÓN TIENE CIERTA TENDENCIA A MANTENERSE INALTE- RADA AÚN CUANDO SE HAGAN APLICACIONES, POR EJEMPLO, DE SUPERFOSFATO. CONTRARIAMENTE, SI LOS FOSFATOS SOLUBLES SON TOMADOS POR LA VEGETACIÓN, EL EQUILIBRIO TAM-

BIÉN SE RESTABLECE POR LA SOLUBILIZACIÓN DE LAS FORMAS INSOLUBLES.

ESTOS HECHOS TIENEN UNA GRAN IMPORTANCIA PRÁCTICA PUESTO QUE PERMITEN ESTABLECER LA CONCLUSIÓN, DE QUE ES INNECESARIO HACER FUERTES APLICACIONES DE FÓSFORO, CONFINADO A SUPERFERTILIZAR UNA COSECHA. CADA SUELO MANTIENE UN CONTENIDO MÁS, O MENOS DETERMINADO DE FÓSFORO ASIMILABLE, QUE ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL MISMO, Y QUE NO PUEDE SER MEJORADO POR EL SIMPLE PROCEDIMIENTO DE AGREGAR UN ABONO FOSFÓRICO, SINO CAMBIANDO EN SENTIDO FAVORABLE, LA NATURALEZA DEL SUELO, COSA QUE EN FORMA LIMITADA ES POSIBLE, SEGÚN MÁS ADELANTE SE ESTABLECERÁ. SIN EMBARGO - ÉSTA AFIRMACIÓN, EN NINGUNO ALGUNO NIEGA QUE EL USO DE FÓSFORO FERTILIZANTE DEBE PROSCRIBIRSE, TODA VEZ QUE LOS NIVELES ABSOLUTOS DE P_2O_5 APROVECHABLE, PUEDEN SER SUMAMENTE BAJOS, (INDEPENDIENTEMENTE DE QUE SE MANTENGA O NO EL EQUILIBRIO DE LA PROPORCIÓN), Y LA DEFICIENCIA DE FÓSFORO MUY SEVERA, EN CUYA CIRCUNSTANCIA EVIDENTEMENTE LA APLICACIÓN, DIGAMOS, DE SUPERFOSFATO ESTÁ INDICADA.

LA SOLUBILIDAD, Y POR CONSECUENCIA LA APTITUD DE SER APROVECHADO EL P DE LOS COMPUESTOS INSOLUBLES, AUMENTA EN PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA. LA ADICIÓN DE ESTIÉRCOL Y SUPERFOS. O ES RECOMENDABLE PARA MANTENER UN BUEN ABASTECIMIENTO DE P UTILIZABLE.

UNA CAUSA CIERTA DE LA POCA RESPUESTA QUE TIENE EL ÁCIDO FOSFÓRICO EN MUCHOS SUELOS MEXICANOS, ES LA POBREZA DE MATERIA ORGÁNICA LO QUE, POR OTRA PARTE, ES CONSECUENCIA DIRECTA DE LA ESCASA PLUVIOSIDAD, Y LAS ELEVADAS TEMPERATURAS QUE CARACTERIZAN NUESTRA CLIMATOLOGÍA GENERAL.

PARA EL ABASTECIMIENTO DE P_2O_5 , LA CANTIDAD DE HUMEDAD QUE EN UN DETERMINADO MOMENTO PUEDA CONTENER EL SUELO, ES UN FACTOR MUY IMPORTANTE. ESTE PUNTO SE EXPLICA FÁCILMENTE, SI SE CONSIDERA QUE AÚN CUANDO LA CONCENTRACIÓN SE MANTENGA A UN DETERMINADO VALOR, DE ACUERDO CON EL COEFICIENTE DE SOLUBILIDAD DE CADA COMPUESTO, LA CANTIDAD TOTAL DEL SOLUTO, SERÁ MAYOR CUANTO MAYOR SEA LA CANTIDAD DE AGUA EN EL SUELO.

LA RELACIÓN SÍLICA-SESQUIÓXIDO, PARECE SER MUY IMPORTANTE EN EL APROVECHAMIENTO DEL FÓSFORO, PUES A MEDIDA QUE AUMENTA, TAMBIÉN CRECE LA EFICIENCIA DE LAS APLICACIONES DE SUPERFOSFATO. ESTE EFECTO ESTÁ RELACIONADO CON LA CANTIDAD DE HIERRO Y ALUMINIO LIBRES.

NO TODAS LAS PLANTAS TIENEN LA MISMA CAPACIDAD PARA APROVECHAR LOS FOSFATOS. LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS, PRODUCTORAS DE GRANO, SON MÁS APTAS QUE LAS ESPECIES DE RAICES PROFUNDAS. POR LO GENERAL, EL TAMAÑO DEL SISTEMA RADICULAR, DETERMINA LA MAYOR O MENOR EFICIENCIA DE CADA PLANTA, PARA TOMAR EL P_2O_5 QUE REQUIERE PARA SU CRECIMIENTO Y FRUCTIFICACIÓN. LAS ESPECIES

QUE SE CARACTERIZAN POR UN BUEN DESARROLLO RADICULAR -
SON CAPACES DE OBTENER EL FÓSFORO DE SUELOS POBRES.

SE CONSIDERA QUE SOLO EL 20% DEL FÓSFORO QUE SE -
APLICA COMO SUPERFOSFATO, ES APROVECHADO DURANTE EL ---
PRIMER AÑO. SU EFECTO POSICIONAL PUEDE DURAR DE 2 A 3 -
AÑOS, Y SER APROVECHADO POR COSECHAS SUBSECUENTES.

EN LOS SUELOS DE TEXTURA PESADA, EL APROVECHAMIE-
TO DEL FÓSFORO SUELE SER PARTICULARMENTE LENTO. EN ÉS
OS CASOS, EL EMPLEO DE CUALQUIER MEJORADOR DE LAS CON-
DICIONES FÍSICAS DEL SUELO, EN ESPECIAL ABONOS VERDES-
O ESTIÉRCOL, AUMENTA EL ÍNDICE DE APROVECHABILIDAD DE-
LOS FOSFATOS.

VI.- FIJACION DEL FOSFORO.

LA NATURALEZA QUÍMICA DE LOS FOSFATOS QUE CONTIENE EL SUELO, VARÍA DE CONFORMIDAD CON SU REACCIÓN. CUANDO EL SUELO ES ALCALINO, PREDOMINA EL IÓN PO_4^{3-} , MUY POCO SOLUBLE Y DIFÍCILMENTE APROVECHABLE POR LAS PLANTAS, A UN PH MODERADAMENTE ÁCIDO, LOS IONES DOMINANTES SON EL PO_4^{2-} Y EL $PO_4H_2^-$ Y A MEDIDA QUE AUMENTA LA ACIDEZ, AUMENTA ASÍ MISMO LA PRESENCIA DEL ANIÓN $PO_4H_2^-$ QUE ES LA FORMA MÁS FÁCILMENTE APROVECHABLE; SIN EMBARGO, AL DESCENDER LA REACCIÓN A PH=5 O MENOS, AUMENTA LA ACTIVIDAD DEL HIERRO, Y DEL ALUMINIO Y CON ELLO LA FORMACIÓN DE FOSFATOS COMPLEJOS E INSOLUBLES DE ÉSTOS DOS METALES, QUE TAMBIÉN IMPOSIBILITAN LA ASIMILACIÓN DE P_2O_5 .

EL IMPORTANTE CONTENIDO DEL PÁRRAFO ANTERIOR SE PUEDE CONCRETAR EXPRESANDO QUE, SI BIEN UN AUMENTO DE LA ACIDEZ, DETERMINA LA AUSENCIA DE IONES FOSFATO UTILIZABLES POR LAS PLANTAS, UNA DISMINUCIÓN DEMASIADA ACENTUADA DE LA REACCIÓN DEL SUELO, IMPIDE SU ASIMILACIÓN.

EN MÉXICO, EL PROBLEMA QUE CON CARÁCTER GENERAL SE OBSERVA EN LA MAYOR PARTE DE NUESTROS SUELOS, ES EL DE LA PRESENCIA DE IONES PO_4^{3-} , QUE A PARTIR DE PH=7 CO

MIENZAN A FORMARSE, AFECTANDO NO SOLAMENTE LA NUTRICIÓN FOSFATADA DE LAS PLANTAS SUPERIORES, SINO TAMBIÉN PROBABLEMENTE, LA DE LOS MICROORGANISMOS.

EN EFECTO, A UN $\text{pH}=7$ O MAYOR, SI HAY ABUNDANCIA DE CAL, SEGÚN OCURRE CON ALTA FRECUENCIA EN NUESTRAS ÁREAS CULTIVADAS, SE FORMAN FOSFATOS DE CALCIO COMPLEJOS, TALES COMO LA OXIAPATITA $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaO}$, MICROOXIAPATITA $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ LA APATITA CARBONATADA $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$, PUDIENDO OCURRIR, ASIMISMO, CUANDO YA SE HAN HECHO APLICACIONES ANTERIORES DE SUPERFOSFATO, QUE SE FORMA FLUORAPATITA $\text{CaF}_2 \cdot 3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ EL MÁS INSOLUBLE DE LOS FOSFATOS. HA DE TENERSE PRESENTE QUE UN AUMENTO DE LA REACCIÓN DEL SUELO SOBRE $\text{pH}=7$, PUEDE DISMINUIR MUY SERIAMENTE LA SOLUBILIDAD DEL FÓSFORO EDÁFICO O AGREGADO.

APARENTEMENTE NO EXISTE OTRO FACTOR QUE INFLUYA CON MAYOR MEDIDA, EN LA ASIMILACIÓN DEL FÓSFORO QUE LA REACCIÓN DEL SUELO. DE LOS NUMEROSOS ESTUDIOS QUE SOBRE TAL PUNTO SE HAN LLEVADO A CABO, SE PUEDE ESTABLECER QUE EN EL INTERVALO DE $\text{pH}=5$ A $\text{pH}=7$, SE ENCUENTRAN LAS MEJORES CONDICIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL ÁCIDO-FOSFÓRICO. EN EL NIVEL DE LA REACCIÓN INFERIOR, INDUDABLEMENTE SE PODRÁ OBSERVAR UNA CIERTA DISMINUCIÓN DE LA ASIMILABILIDAD DE LOS FOSFATOS, OCASIONADA POR EL HIERRO Y POR EL ALUMINIO QUE A TAL ACIDEZ SE ENCUENTRAN ACTIVOS; PERO TAL CIRCUNSTANCIA NO ES SERIA. SI SE CONSIDERAN LOS HECHOS CUANDO LA REACCIÓN ESTÁ EN $\text{pH}=7$,

SE OBSERVARÁ QUE LA CAL ACTIVA, TIENE ALGUNA TENDENCIA A REDUCIR LA FACILIDAD CON QUE EL FÓSFORO ES INCORPORADO A LOS ÓRGANOS VEGETALES; PERO ÉSTO MISMO NO PUEDE CONSIDERARSE UN INCONVENIENTE SERIO. POR OTRO LADO, PARECE SER QUE JUSTAMENTE DENTRO DE ÉSTE INTERVALO (PH5-7) LA ABSORCIÓN DE ANIONES TIENE MAYOR IMPORTANCIA. DE ÉSTA FORMA, EL FÓSFORO TIENE PARTICIPACIÓN EN EL INTERCAMBIO IÓNICO Y, SIN EMBARGO, ES RETENIDO CON SUFICIENTE TENACIDAD COMO PARA QUE LAS PÉRDIDAS EN EL AGUA DE DRENAJE SEAN MÍNIMAS. ÉSTAS CONSIDERACIONES PERMITEN EXPLICAR, POR LO MENOS EN FORMA PARCIAL, LA MAYOR ASIMILABILIDAD DE LOS FOSFATOS A VALORES INFERIORES A PH7 Y NO A PUNTOS EXTREMOS TALES COMO 4.5 Y 7.5. LA REGULACIÓN DE LA NUTRICIÓN FOSFATADA EXIGE MANTENER LA REACCIÓN DEL SUELO ENTRE PH5.6 Y PH6.5.

EL DEPARTAMENTO AGRONÓMICO DE GUANOS Y FERTILIZANTES DE MÉXICO, S.A. HA PREPARADO UNA CARTA GENERAL DE LA REPÚBLICA, SEÑALANDO LAS ALTERNATIVAS DE LA REACCIÓN DEL SUELO, DE CUYO EXÁMEN SE PUEDE LLEGAR A UNA CONCLUSIÓN CIERTA; SALVO LAS NATURALES EXCEPCIONES, EL PH DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL PAÍS, VARÍA DE 6.5 A MÁS DE 7.6. ES DECIR, NUESTRA AGRICULTURA REQUIERE CONSIDERAR LA MODIFICACIÓN DEL PH DE LOS SUELOS, PARA ASEGURAR EL BUEN USO DE LOS FERTILIZANTES FOSFATADOS. POR AHORA NOS CONCRETAREMOS A SEÑALAR QUE EL EMPLEO DE AZUFRE, YESO, ÁCIDO SULFÚRICO, ETCÉTERA, EN COMBINACIÓN O NO CON MATERIA ORGÁNICA, PUEDE MODIFICAR, EN EL SENTIDO

DESEADO, LA REACCIÓN DE LOS SUELOS ALCALINOS.

ES RECOMENDABLE, EN LOS SUELOS DE REACCIÓN ALCA--
LINA, EL USO DE SUPERFOSFATO - CUANDO SE REQUIERA - --
JUNTAMENTE CON FERTILIZANTES PORTADORES DE NITRÓGENO, -
TALES COMO EL SULFATO DE AMONIO, LA UREA, ETC.; LA CO-
LOCACIÓN DEBE LLEVARSE A CABO EN FORMA CONFINADA, CON -
LO CUAL LA ACIDEZ QUE ÉSTOS FERTILIZANTES GENERAN, AYU-
DA AL APROVECHAMIENTO DEL FÓSFORO.

LA CONCLUSIÓN QUE PUEDE OBTENERSE DE LA EXPOSICIÓN
QUE HA SIDO PRESENTADA CON RESPECTO A LA FIJACIÓN DE -
LOS FOSFATOS, ES QUE DEBEN DE RECONOCERSE DOS MECANIS-
MOS, QUE CONVIERTEN LOS SUPERFOSFATOS EN FORMAS NO ASI-
MILABLES: LA FORMACIÓN DE FOSFATOS DE HIERRO Y ALUMI--
NIO EN LOS SUELOS ÁCIDOS, Y LA FORMACIÓN DE APATITAS -
(QUE PUEDEN SER FLUORAPATITAS) EN LOS SUELOS NEUTROS Y
ALCALINOS.

EN LA ACTUALIDAD NO SE SABE SI SON ÉSTOS, LOS DOS -
ÚNICOS MECANISMOS QUE AFECTAN LA ASIMILABILIDAD DE LOS
FOSFATOS, PERO DEBE RECONOCERSE QUE CONCUERDAN CON EL -
PUNTO DE VISTA COMUNMENTE EXPRESADO, DE QUE LOS FERTILI-
ZANTES FOSFATADOS TIENEN MEJORES RESPUESTAS EN LOS SUE-
LOS LIGERAMENTE ÁCIDOS.

NO EXISTE LA DEBIDA EVIDENCIA EXPERIMENTAL, PARA -
ASEGURAR QUE LA ELABORACIÓN DE SUPERFOSFATOS A PARTIR -
DE FLUORAPATITAS, CONTENGAN SUFICIENTE FLUORURO CÁLCI-

CO, COMO PARA CONVERTIR EL FOSFATO DICÁLCICO DE NUEVO -
EN FLUORAPATITA. ESTE ES UN TEMA CUYA INVESTIGACIÓN -
REVISTE LA MAYOR IMPORTANCIA PARA NUESTRA AGRICULTURA.

EN LOS SUELOS DE REACCIÓN NEUTRA O LIGERAMENTE --
ÁCIDOS, ES DECIR EN LOS SUELOS QUE PRESENTAN LAS MEJO-
RES CONDICIONES PARA LA ASIMILABILIDAD DE LOS FOSFATOS
SU APROVECHAMIENTO VARIA ENTRE 10 Y 20% DURANTE EL AÑO
DE LA APLICACIÓN. EN LOS SUELOS DE REACCIÓN ALCALINA
EL ÍNDICE DE APROVECHAMIENTO OSCILA ENTRE 10% Y EN CA-
SOS EXTREMOS 0.5

VII.- APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES FOSFATADOS.

LA CORRECTA APLICACIÓN DEL SUPERFOSFATO, DEBEN -
TENER EN CUENTA QUE SE TRATA DE UN FERTILIZANTE MUY PO-
CO MÓVIL, Y QUE CORRE EL RIESGO DE INSOLUBILIZARSE O RE-
TROGRADARSE POR SU CONTACTO CON EL SUELO, CUANDO LA --
REACCIÓN SE ENCUENTRA FUERA DEL ESTRECHO LÍMITE DE PH-
5.6 Y 6.5.

CONSECUENTEMENTE, LOS ABONOS FOSFATADOS DEBEN SER
COLOCADOS CON EXACTITUD, PARA QUE LAS RAÍCES DE LAS CO-
SECHAS PUEDAN ALCANZARLOS EN EL MOMENTO OPORTUNO, Y DE-
BEN SER DISTRIBUIDOS OPORTUNAMENTE EN FORMA CONFINADA -
SIEMPRE QUE LAS EXIGENCIAS CULTURALES DE LA COSECHA LO
PERMITAN - PARA EVITAR SU RETROGRADACIÓN.

EN NUESTRA AGRICULTURA, NO SOLO LA DESVENTAJOSA -
CONDICIÓN EN GENERAL ALCALINA DE LOS SUELOS, INFLUYE EN
LA RETROGRADACIÓN DE LOS FOSFATOS, SINO ASIMISMO, LA -
INADECUADA FORMA DE APLICARLOS. ESTE PROBLEMA SE AGRA-
VA, POR LA FALTA DE EQUIPOS APROPIADOS PARA LA DISTRIBU-
CIÓN CONVENIENTE DE FERTILIZANTES. ALGUNOS AGRICULTO-
RES, SIGUIENDO TÉCNICAS IMPORTADAS APROPIADAS PARA SUE-
LOS ÁCIDOS, HAN APLICADO EL SUPERFOSFATO NO ÚNICAMENTE

EN FORMA INCORRECTA POR CUANTO SE REFIERE A SU COLOCA-
CIÓN, SINO TAMBIÉN CON INOPORTUNIDAD, AL DISTRIBUIRLO-
ANTES DE LA SIEMBRA, DURANTE LAS OPERACIONES DE PREPA-
RACIÓN, DANDO ASÍ MAYOR OPORTUNIDAD A QUE OCURRA LA IN-
SOLUBILIZACIÓN ANTES QUE LAS PLANTAS PUEDAN ABSORVERLO.

EN LOS CULTIVOS ESCANDADOS ESTABLECIDOS EN LÍNEAS,
LA APLICACIÓN DEL SUPERFOSFATO SE PUEDE HACER DURANTE
LA OPERACIÓN DE SIEMBRA, DISPONIÉNDOLO EN UNA CANDA
CONTINUA A 5 O 7 CENTÍMETROS, TANTO A UN LADO COMO ABA-
JO DEL NIVEL A QUE SE COLOQUEN LAS SEMILLAS.

EN LOS CULTIVOS QUE SE SIEMBRAN AL VOLTEO, ES RE-
COMENDABLE APLICAR SUPERFICIALMENTE, TAMBIÉN AL VOLTEO,
EL SUPERFOSFATO, PERO ANTES DE LA SIEMBRA DEBE SER EN-
TERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE UNOS 7 A 10 CENTÍMETROS,
CON UN PASO DE RASTRA. DE ESTE MODO, SI BIÉN NO SE OB-
SERVA LA RECOMENDACIÓN DE COLOCARLO EN FORMA CONFINADA
POR LO MENOS SE LE DEJA A UNA PROFUNDIDAD TAL, QUE RE-
SULTA FÁCILMENTE ACCESIBLE A LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS.

EL SUPERFOSFATO NUNCA DEBE UTILIZARSE PARA APLICA-
CIONES COMPLEMENTARIAS, Y EN LA GENERALIDAD DE NUESTROS
SUELOS, ES ADECUADO UTILIZARLO EN MEZCLAS CON SULFATO
DE AMONIO, UREA, ETC., CUANDO SEA NECESARIO.

VIII.- PERDIDAS DE FOSFORO.

EL FOSFORO DE LOS SUELOS, CASI EXCLUSIVAMENTE SE PIERDE POR LA EXTRACCION QUE HACEN LAS COSECHAS. LAS LEGUMINOSAS, QUE TAN EFICAZMENTE APROVECHAN EL NITRÓGENO NO MODULAR PARA SU PROPIO USO, TIENEN NECESIDADES MUY-ALTAS DE FOSFORO, Y A DIFERENCIA DEL NITRÓGENO, EL FOSFORO SOLO PUEDEN OBTENERLO DEL SUELO. POR EJEMPLO: -- UNA COSECHA DE UNA TONELADA DE ALFALFA HENIFICADA, CONTIENE UNOS 4.5 KILOGRAMOS DE P_2O_5 , TODO LO CUÁL SE PIERDE SI EL ESTIÉRCOL PRODUCIDO POR LA UTILIZACION DE LA-ALFALFA NO SE DEVUELVE A LA TIERRA:

CONTENIDO EN KGS. DE P_2O_5 POR TONELADA DE GRANO - O VEGETAL.

SEMILLA DE ALGODÓN	12.5 KGS. DE P_2O_5
FRIJOL.	12
TRIGO	8.5
MAÍZ	7
CANOTE	7
TABACO	5
PAPA	1.5
CABA DE AZÚCAR	1

TODAS LAS INFORMACIONES, CONSULTADAS CON RESPECTO A LAS PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN QUE SUFREN LOS SUELOS, CONCIDEN EN QUE SON SUMAMENTE BAJAS - SOLO HUELLAS - SIN IMPORTAR EL CLIMA NI LA TEXTURA.

EN EL PAÍS NO HAN SIDO LLEVADAS A CABO TODAVÍA IN VESTIGACIONES DE ÉSTA NATURALEZA; SIN EMBARGO, PUEDE AVENTURARSE QUE NUESTROS SUELOS NO DIFIEREN, EN SUS PÉRDIDAS DE FÓSFORO, A LOS QUE YA HAN SIDO ESTUDIADOS, PARTICULARMENTE SI SE CONSIDERA QUE, DADA SU DOMINANTE ALCALINIDAD, LOS FOSFATOS QUE CONTIENEN SON MARCADAMENTE INSOLUBLES.

TAMPOCO NUESTRAS INVESTIGACIONES HAN PROYECTADO EL ESTUDIO, DE LOS EFECTOS RESIDUALES DE LAS APLICACIONES DE SUPERFOSFATO. ALGUNOS INVESTIGADORES, TRABAJANDO EN SUELOS DE REACCIÓN ÁCIDA, HAN ENCONTRADO RESPUESTAS SIGNIFICATIVAS DURANTE VARIOS AÑOS DESPUÉS DE UNA APLICACIÓN DE FOSFÓRICO. ESTE MISMO EFECTO POSIBLEMENTE NO SE OBSERVARÁ TRATÁNDOSE DE SUELOS DE REACCIÓN AL CALINA, Y POR LO TANTO, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA AGRICULTURA PRÁCTICA, LAS PÉRDIDAS QUE SE SUFREN AL OCURRIR UNA APLICACIÓN DE SUPERFOSFATO, SON ALTAMENTE IM-PORTANTES (80 A 90%), Y NO EXISTE OTRA POSIBILIDAD DE EVITARLAS QUE NO SEA POR LA CORRECCIÓN DE LA ALCALINIDAD.

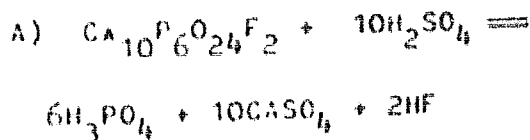
IX.- FABRICACION DE SUPERFOSFATO.

ACTUALMENTE LA AGRICULTURA, TIENE COMO PRINCIPAL FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE FÓSFORO ASIMILABLE, EL SUPERFOSFATO SIMPLE O TRIPLE.

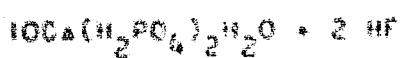
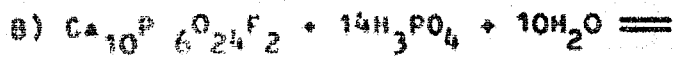
EL SUPERFOSFATO SIMPLE, AL QUE POR COMODIDAD SE LE DENOMINA SUPER SIMPLE, SE OBTIENE TRATANDO LA APATITA, FINAMENTE PULVERIZADA CON ÁCIDO SULFÚRICO DILUIDO (55° BÉ.) SE EMPLEAN APROXIMADAMENTE DIEZ PARTES DE ROCA POR 9 DE ÁCIDO SULFÚRICO Y, POR CONSECUENCIA, UNA TONELADA DE APATITA PRODUCE ALGO MENOS DE DOS TONELADAS DE SUPER, CON UN CONTENIDO DE ANHIDRIDO FOSFÓRICO QUE PUEDE VARIAR ENTRE 16 A 20%. EL SUPERFOSFATO SIMPLE QUE PRODUCE GUANOS Y FERTILIZANTES DE MÉXICO, S.A. TIENE UN ANÁLISIS GARANTIZADO DE 19.5% DE P_2O_5 APROVECHABLE.

BAJO CONDICIONES ÓPTIMAS DE FABRICACIÓN, EL SUPER SIMPLE MADURO, PUEDE CONTENER APROXIMADAMENTE UN 20% DE FOSFATO MONOCÁLCICO; 5% DE FOSFATO DICÁLCICO; 50% DE YESO; 15% DE ÓXIDO DE HIERRO Y ALUMINIO Y SÍLICE, Y HUUELLA DE OTROS ELEMENTOS; ADEMÁS UN 10% DE HUMEDAD.

LAS MEZCLAS DE ROCA MOLIDA Y ÁCIDO SULFÚRICO DI--
 LUIDO, SE LLEVAN A EFECTO TENIENDO EN CONSIDERACIÓN --
 LAS PROPORCIONES MENCIONADAS, EN UN DEPÓSITO QUE EN LA
 INDUSTRIA DEL SUPERFOSFATO RECIBE EL NOMBRE DE DEN. --
 AL INICIARSE LAS REACCIONES ENTRE LOS MATERIALES, SE --
 OBTIENE UN PRODUCTO FLUIDO QUE EN POCOS MINUTOS ACRE--
 CIENTA SU DENSIDAD HASTA SOLIDIFICARSE; CUANDO ÉSTO --
 OCURRE, SE DESALOJA EL DEN RETIRANDO LAS PAREDES PARA --
 PERMITIR AL FONDO, QUE ES UNA PLATAFORMA MÓVIL, AVAN--
 ZAR SOBRE UNAS CUCHILLAS CORTADORAS QUE TIENEN LA FUN--
 CIÓN DE ROMPER EL BLOQUE DE SUPERFOSFATO QUE SE HA FOR--
 MADO, EL CUAL HA DE PERMANECER EN ALMACENAMIENTO DURAN--
 TE CIERTO TIEMPO PARA MADURAR, MEJORANDO SUS CONDICIO--
 NES FÍSICAS, Y COMPLETANDO LAS REACCIONES ORIGINALES Y--
 LAS SECUNDARIAS QUE TIENEN LUGAR EN LA MASA DEL PRODUC--
 TO, LAS QUE PUEDEN EXPRESARSE COMO SIGUE:



EL ÁCIDO SULFÚRICO ATACA UNA PARTE DE LA FLUORAPA--
 TITA, PARA FORMAR ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO Y SULFATO DE CAL--
 CIO; EL ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO A SU VEZ REACCIONA CON EL--
 RESTO DE LA APATITA, COMO SIGUE:



ESTAS DOS REACCIONES QUE SE DESARROLLAN SIMULTÁ--
 NEAMENTE, DESINTEGRAN LA MAYOR PARTE DE LA APATITA EN--
 NO MÁS DE UNA HORA, PERO CONTINUAN EN PEQUEÑA ESCALA --
 POR LAPSO VARIÁBLES, QUE VAN DE ALGUNAS SEMANAS A VA--
 RIOS MESES, SEGÚN LAS CIRCUNSTANCIAS.

EL SUPERFOSFATO TRIPLE, CUYO CONTENIDO DE P_2O_5 NO
 ES EL TRIPLE DE LA RIQUEZA DEL SUPER SIMPLE, DEBE SU --
 NOMBRE ÚNICAMENTE AL HECHO DE QUE SE TRATA DE UN PRODUC--
 TO DE RIQUEZA MAYOR, LA QUE SE DESEA HACER DESTACAR --
 APLICÁNDOLE LA DENOMINACIÓN DE TRIPLE.

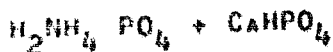
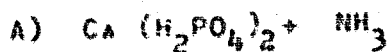
ESTE FERTILIZANTE SE PREPARA UTILIZANDO MAYORES --
 CANTIDADES DE ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO LÍQUIDO Y YESO. AL--
 ELIMINARSE EL SULFATO DE CALCIO, EL ÁCIDO ORTOFOSFÓRI--
 CO SE APLICA A NUEVAS CANTIDADES DE ROCA FOSFÓRICA, Y --
 SE OBTIENE UN PRODUCTO CON BAJO CONTENIDO DE YESO, DAN--
 DO COMO RESULTADO UN PORCENTAJE MAYOR DE P_2O_5 .

EL SUPERFOSFATO TRIPLE TIENE LA VENTAJA DE QUE, --
 POR SU ALTO ANÁLISIS, SE UTILIZAN CANTIDADES PROPORCIO--
 NALMENTE MENORES, LO CUÁL SIGNIFICA ECONOMIAS EN ENVA--
 SES, FLETE Y MANIOBRAS, PERO EN CAMBIO, TIENE EL INCON--
 VENIENTE DE SU FALTA DE YESO, QUE COMO ADASTECEDOR DE--
 AZUFRE ES MUY VALIOSO, SOBRE TODO CUANDO SE CONFRONTAN

PROBLEMAS DE ALCALINIDAD O DE SALINIDAD.

EL SUPERFOSFATO SIMPLE MEJORA SUS CONDICIONES FÍSICAS, CUANDO SE AMONIFICA EN CUYO CASO RECIBE LA DENOMINACIÓN DE SUPERFOSFATO AMONIADO. ESTE PRODUCTO CONTIENE DE 3 A 4% DE NITRÓGENO Y DE 16 A 18% DE P_2O_5 ASÍ DISOLUBLE. LA APLICACIÓN DE ESTE FERTILIZANTE SE RECOMIENDA, CUANDO PUEDE EMPLEARSE PROVECHOSAMENTE UNA PEQUEÑA PROPORCIÓN DE NITRÓGENO JUNTO CON EL FÓSFORO, SE SÚM OCURRE CON LAS LEGUMINOSAS.

EL SUPERFOSFATO AMONIADO SE PREPARA TRATANDO EL SUPER SIMPLE, YA SEA CON AGUA AMONÍACAL O BIÉN CON AMONÍACO ANHIDRO, TENIENDO LUGAR LAS SIGUIENTES REACCIONES:



EL PORCENTAJE DE NITRÓGENO PUEDE DUPLICARSE EMPLEANDO AMONÍACO LÍQUIDO ENRIQUECIDO POR EL AGREGADO DE UREA $\text{CO} (\text{NH}_2)_2$

ES PREFERIBLE UTILIZAR EL SUPERFOSFATO GRANULADO YA QUE LOS FERTILIZANTES PULVERIZADOS, O DE CONDICIONES

FÍSICAS INADECUADAS, TIENEN PROBLEMAS DE APLICACIÓN, SEA QUE SE UTILIZEN PROCEDIMIENTOS MANUALES O MECÁNICOS DE DISTRIBUCIÓN. OCURRE, POR TAL RAZÓN, QUE ALGUNAS PLANTAS RECIBEN DOSIS SUPERIORES A SUS NECESIDADES, EN TANTO QUE OTRAS SUFREN POR DEFICIENCIA. TRATÁNDOSE DE SUPERFOSFATO, ES ALTAMENTE IMPORTANTE CONSIDERAR, ADEMÁS QUE SU ESTADO PULVERIZADO AUMENTA LA SUPERFICIE DE CONTACTO DE SUS PARTÍCULAS, CON LAS DEL SUELO HACIENDO MÁS FÁCIL LA RETROGRADACIÓN, Y DISMINUYENDO LA ASIMILABILIDAD CUANDO EL PH NO ES ÓPTIMO.

LA MAYOR EFICACIA DEL SUPERFOSFATO GRANULADO, HA SIDO COMPROBADA A TRAVÉS DE NUMEROSAS INVESTIGACIONES QUE HAN PERMITIDO ESTABLECER, QUE CUANDO LAS PARTÍCULAS DEL SUPER VARIAN ENTRE 1 Y 3 MM. DE DIÁMETRO, ES MAYOR EL ÍNDICE DE APROVECHAMIENTO DEL P_{25} , ÍNDICE QUE EN ALGUNOS CASOS PUEDE MEJORAR EN UN 50%.

ESTA VENTAJA, Y EL HECHO DE QUE LA GRANULACIÓN FACILITA EL MANEJO DEL SUPERFOSFATO, Y EVITA UN FRAGUADO-EXPLICA SU ACTUAL DEMANDA Y LA PREFERENCIA DE LOS AGRICULTORES.

PORTE EXPERIMENTAL

XI.- DETERMINACION DE FOSFORO EN EL LABORATORIO.

PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO LA CANTIDAD DE FOSFORO QUE CONTIENE LA TIERRA, QUE SE ANALIZÓ, SE UTILIZÓ EL MÉTODO FOTOCOLORIMÉTRICO, BASADO EN EL MÉTODO DE PEACH.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO:-

SE PREPARA UNA SERIE STANDARD, DISOLVIENDO SOLUCIÓN EXTRACTORA, EN CIERTA CANTIDAD DE UN DETERMINADO COMPUESTO YA ESPECIFICADO, Y QUE CONTENGA AL ELEMENTO POR ANALIZAR. EL MISMO COMPUESTO Y EN LA MISMA CANTIDAD QUE SE UTILIZA PARA ÉSTE MÉTODO, SE TOMA COMO BASE EN EL FOTOCOLORIMÉTRICO PARA CALIBRAR EL APARATO. EL MÉTODO FOTOCOLORIMÉTRICO ES MUY ACEPTABLE EN ÉSTE CASO PARA LA DETERMINACIÓN DEL FOSFORO.

POR LO QUE RESPECTA AL MÉTODO FOTOCOLORIMÉTRICO, TOMEMOS EN CUENTA, QUE UN DETERMINADO ELEMENTO SE ENCUENTRA EN LOS SUELOS EN CANTIDADES QUE VARIAN, DESDE UNOS GRANOS HASTA UNA DETERMINADA CANTIDAD, PAGADA LA CUAL, (36.2 KG./HA.) SE CONSIDERA AL SUELO EXTREMADA-

MENTE RICO EN ÉSTE ELEMENTO. DENTRO DE ÉSTOS DOS GRADOS SE HARÁ UNA CLASIFICACIÓN, DEPENDIENDO DE SU CONTENIDO EN DICHO ELEMENTO, YA SEA CONSIDERANDO A LA TIERRA EN GENERAL, O DE UN CULTIVO DETERMINADO, TENEMOS ENTONCES QUE IRÁ DESDE MUY POBRE HASTA MUY RICO. SE PREPARAN LOS STANDARD A BASE DE COMPUESTOS QUE TENGAN AL ELEMENTO DE QUE SE TRATE, EN ÉSA MÁXIMA CANTIDAD, TOMANDO COMO BASE DICHA CONCENTRACIÓN SUPERIOR, SE FORMAN UNA SERIE DE DILUCIONES DECRECIENTES; CON É DILUCIONES DE ESTE TIPO, (SE PUEDEN TOMAR MÁS O MENOS), EN LAS QUE SE CONOCEN LAS P.P.M. QUE CONTIENEN AL ELEMENTO EN ESTUDIO, EN ÉSTE CASO AL FÓSFORO. SEGUIMOS EL PROCESO ESPECÍFICO DE DETERMINACIÓN, ANOTANDO LA LECTURA QUE CORRESPONDE A CADA UNA DE LAS DILUCIONES.

AHORA BIÉN, LLEVAMOS A UNA GRÁFICA, POR UN LADO LOS VALORES DE LAS CONCENTRACIONES EN P.P.M., Y POR EL OTRO LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LAS LECTURAS OBTENIDAS. GRAFICANDO SE OBTIENE EL VALOR EN P.P.M. PARA LAS LECTURAS POSTERIORES EN LAS DIFERENTES DETERMINACIONES. LOS KG/HA., SE OBTIENEN MULTIPLICANDO POR DIEZ LAS P.P.M.

PREPARACION DE LA SOLUCION STANDARD DE FOSFORO.

PARA PREPARAR LA SOLUCIÓN STANDARD DE FÓSFORO EN EL LABORATORIO, SE TOMARON 0.04535 GR. DE FOSFATO MONOACÍDICO (KH_2PO_4) Y SE LE AÑADIÓ SOLUCIÓN EXTRACTORA HASTA COMPLETAR 1000 C.C. EN UN MATRAZ AFORADO DE 1 L.

ESTA SOLUCIÓN RESULTANTE, CONTIENE 10 P.P.M. DE FÓSFORO.

SOLUCIÓN EXTRACTORA:

COMO LAS MATERIAS ALIMENTICIAS DE LAS PLANTAS CONTIENEN EN EL SUELO, SE ENCUENTRAN EN ESTADOS MUY DIVERSOS DE SOLUBILIDAD, ES EVIDENTE QUE EL RESULTADO DEL ANÁLISIS, DEPENDE EN BUEN GRADO DE LA NATURALEZA DEL DISOLVENTE QUE SE EMPLEA.

EN LA ACTUALIDAD NO SE HA LOGRADO ENCONTRAR UNA SOLUCIÓN QUE REUNA TODAS LAS CARACTERÍSTICAS DESEADAS, PARA LA EXTRACCIÓN COMPLETA DE LOS ELEMENTOS FERTILIZANTES, EN LAS CANTIDADES EN QUE ÉSTOS SE ENCUENTRAN EN LOS SUELOS, Y EN LA FORMA EN QUE LOS PUEDEN APROVECHAR LAS PLANTAS, PUES SE NECESITARÍA UNA CANTIDAD DE DISOLVENTE MUY GRANDE, QUE HARÍA MUY LARGA, COSTOSA Y POCO PRÁCTICA, SU EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN. EL MEJOR Y MÁS USADO DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS, ES EL DEL ACETATO DE SODIO EN SOLUCIÓN ACIDULADA, EMPLEANDO COMO AGENTE UNIVERSAL PARA EXTRAER CANTIDADES SATISFATORIAS DE LOS ELEMENTOS Y RADICALES, CUYA PRESENCIA SE QUIERE CUANTEAR.

CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN EXTRACTORA:

COMO PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN EXTRACTORA, SE CUENTAN, PRIMERO UN PH QUE SE APROXIMA MUCHO AL DE LA SOLUCIÓN ACUOSA DEL ANHIDRIDO CARBÓNICO

COMO SE ENCUENTRA EN LOS SUELOS AIREADOS; SU ACCIÓN DE SOLVENTE PERMANECE CONSTANTE AL CONTACTO DEL SUELO, YA QUE SU ACCIÓN TOTAL Y SU CAPACIDAD BUFFER, SON SUFICIENTES PARA EVITAR UN CAMBIO DE MÁS DE 0.2 EN EL PH, AÚN AL CONTACTO PROLONGADO DEL SUELO QUE CONTIENE 2.5% DE CaCO_3 . EL EXTRACTO RESULTANTE TIENE CONCENTRACIONES QUE SE PUEDEN APLICAR EN LOS SUELOS AGRÍCOLAS EL COLOR Y VELOCIDAD DE LAS REACCIONES. ESTA SOLUCIÓN YA INDICADA POR MORGAN, ES CON LA QUE SE TRABAJÓ Y SE PREPARA DE LA SIGUIENTE MANERA.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN EXTRACTORA:

SE DISOLVIERON 100 GR. DE ACETATO DE SODIO, EN 500 C.C. DE AGUA DESTILADA, Y SE AGREGARON 30 C.C. DE ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL, SE AFORÓ A 1000 C.C.

PREPARACION DE LA SOLUCIÓN DEL SUELO:

SE COLOCARON 10 GR. DE UNA TIERRA EN UN RECIPIENTE, Y A CONTINUACIÓN SE AGREGARON 0.25 GR. DE CARBÓN ACTIVADO, Y 50 C.C. DE SOLUCIÓN EXTRACTORA, SE COLOCÓ TODO ESTO EN UN AGITADOR DURANTE UN TIEMPO DE UNOS 20 MINUTOS, AL CABO DE LOS CUÁLES SE FILTRÓ EN PAPEL WHATMAN 32, EL FILTRADO QUE ES LO QUE CONSTITUYE LA SOLUCIÓN DEL SUELO, SE RECIBE EN UN MATRAZ ERLERMAYER, DONDE SE TOMARON LAS CANTIDADES NECESARIAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO.

DETERMINACION DE FOSFORO EN EL LABORATORIO.

SE PROCEDIÓ DE LA SIGUIENTE FORMA: COLOCAR 8 C.C. DE LA SOLUCIÓN DE SUELO, DENTRO DE UN TUBO DE ENSAYE, Y AGREGAR 2 C.C. DE SOLUCIÓN DE MOLIBDATO DE AMONIO -- ESTA SOLUCIÓN DE MOLIBDATO DE AMONIO SE PREPARÓ COMO SIGUE: SE DISOLVIERON 1.0 GR. DE MOLIBDATO DE AMONIO EN 30 C.C. DE AGUA DESTILADA, SE AGREGÓ A CONTINUACIÓN POCO A POCO Y AGITANDO, 50 C.C. DE HCl CONCENTRADO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA 1.18 A CONTINUACIÓN SE ENFRIÓ Y SE DILUYÓ EN EL MATRAZ AFORADO A 100 C.C.

A CONTINUACIÓN Y EN EL TUBO DE ENSAYE QUE SE TENÍA AL PRINCIPIO, SE AGREGARON SEIS GOTAS DE OXALATO ESTANNOZO. ESTA SOLUCIÓN DE OXALATO ESTANNOZO SE PREPARÓ COMO SIGUE: SE DISOLVIERON 0.5 GR. DE OXALATO ESTANNOZO EN 100 C.C. DE ÁCIDO CLORHÍDRICO DE DILUCIÓN 1:9, SE FILTRÓ CON PAPEL WHATMAN 40, Y A CONTINUACIÓN SE CUBRIÓ LA SUPERFICIE DE LA SOLUCIÓN CON ACEITE PARAFINADO.

STANDARDIZACIÓN:

TIENE POR OBJETO, CONOCER LA EQUIVALENCIA ENTRE LA LECTURA OBTENIDA EN EL APARATO AL HACER LA DETERMINACIÓN, Y LOS KG/HA., QUE CORRESPONDEN A DICHA LECTURA, ESTO VARÍA PARA CADA APARATO, POR LO QUE ES CONVENIENTE EFECTUAR LA STANDARDIZACIÓN CON CADA UNO DE ELLOS, ES CONVENIENTE REPETIRLA EN UN MISMO FOTOCOLORÍMETRO.

UNAS 4 O 5 VECES PARA QUE LA LECTURA OBTENIDA NO LLE--
 QUE A TENER UNA VARIACION GRANDE, SINO QUE SEA LA MIS--
 MA.

POR OTRO LADO, EN EL TUBO QUE CONTIENE AGUA DESTI--
 LADA, SE AJUSTA LA AGUA DEL APARATO A QUE MARQUE 100--
 EN LA ESCALA, UTILIZANDO EL FILTRO 640. A CONTINUA--
 CION Y UNA VEZ ASI CALIBRADO EL APARATO, SE SUSTITUYO--
 EL TUBO POR EL QUE CONTIENE EL PROBLEMA INCOGNITA, Y SE--
 HICIERON LAS LECTURAS CORRESPONDIENTES A CADA PROBLEMA
 DE TIERRA.

DETERMINACIONES:

PARA ENCONTRAR LA GRÁFICA CORRESPONDIENTE DE NUES--
 TRO FOTOMETRO, SE TOMARON 6 DILUCIONES QUE SE PREPARA--
 RON A PARTIR DE LA SOLUCION STANDARD DE FÓSFORO, TOMAN--
 DO 10 C.C. DE ÉSTA SOLUCION Y DILUYENDO COMO A CONTI--
 NUACION SE INDICA.

TABLA NO. 1

		DILUYENTE	P.P.M.
1.-	10	15	= 4
2.-	10	20	= 3.33
3.-	10	30	= 2.5
4.-	10	50	= 1.65
5.-	10	100	= 0.907
6.-	10	150	= 0.625

LAS LECTURAS OBTENIDAS EN EL APARATO, LAS VOY A --
 REPRESENTAR POR X Y LAS PARTES P.P.M. CON Y, ASI QUEDA:

TABLA NO. 2

V	N	N ²	NV
5	7	49	28.00
3.33	11	121	36.63
2.5	20	400	50.00
1.65	31	961	51.15
0.907	52	2704	47.164
0.625	61	3721	38.125
<u>13.012</u>	<u>182</u>	<u>7956</u>	<u>251.069</u>

RESOLUCION DEL SISTEMA POR EL PLANTEO DE LAS ECUACIONES SIGUIENTES:

ECUACIONES SIGUIENTES:

$$V = NM + N^2$$

$$NV = NM^2 + N^2$$

SUSTITUYENDO VALORES TENEMOS:

$$13.012 = 182M + 60$$

$$251.069 = 7956M + 1820$$

RESOLVIENDO LAS DOS ECUACIONES RESULTANTES COMO SIMULTANEAS, Y MULTIPLICANDO RESPECTIVAMENTE TENEMOS:

$$\begin{array}{r} -2368.184 = 33124M + 10920 \\ -1506.414 = -47736M - 10920 \\ \hline 861.770 = -14612M \end{array}$$

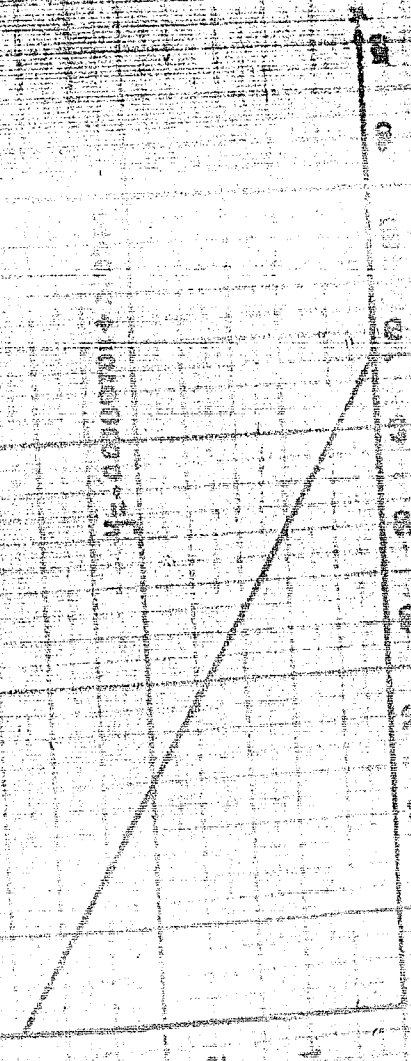
DESPEJANDO M OBTENEMOS:

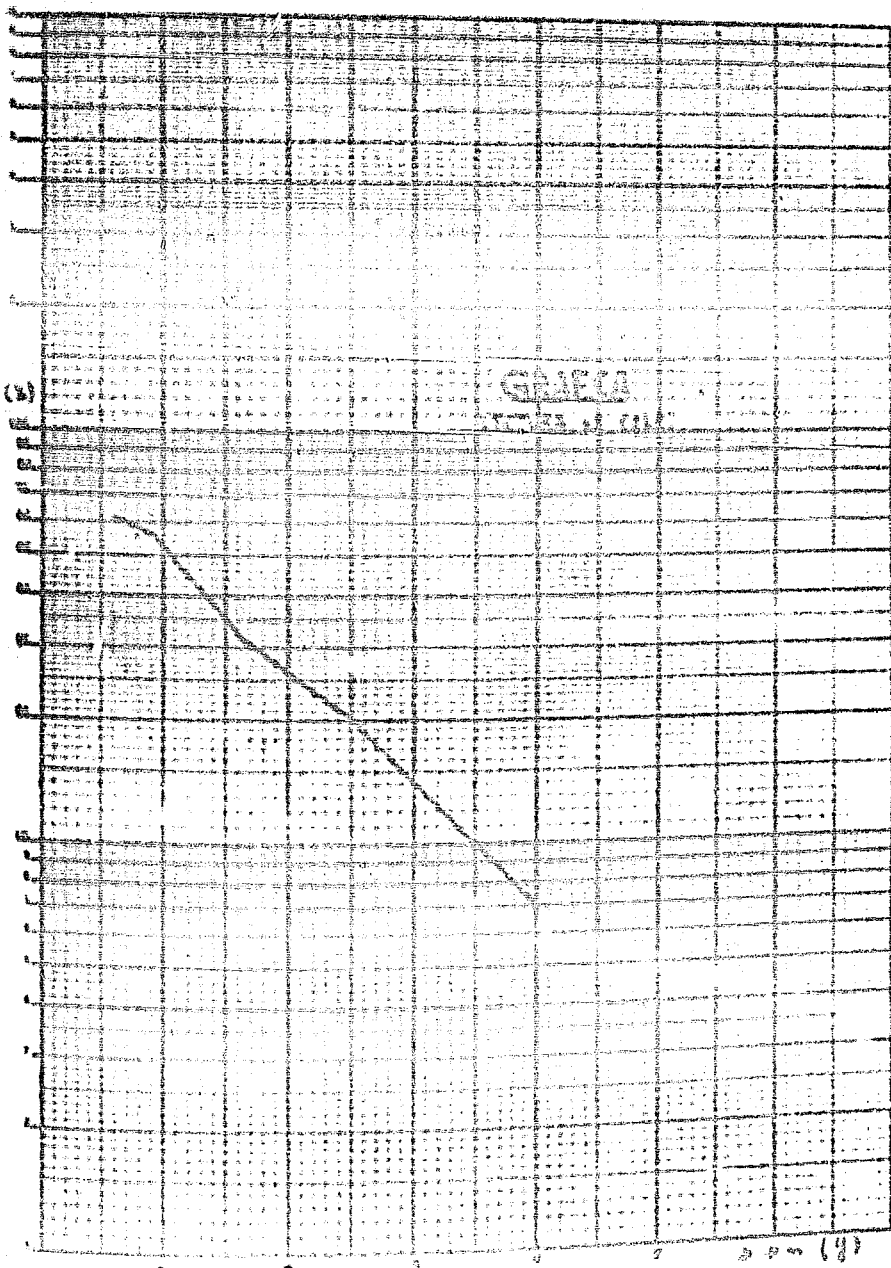
$$M = -\frac{861.77}{14612} = -0.058970$$

SUSTITUYENDO M EN UNA DE LAS ECUACIONES ANTERIORES

GRÁFICA DE ESTACIONES DEL
POZANO

ME-0000001





200 (8)

DES CONTENER EL VALOR DE B:

$$13.012 = 182 (- 0.058970) + 6b$$

$$13.012 = - 10.73254 - 6b$$

$$b = \frac{13.012 + 10.73254}{6} ; b = 3.9574$$

DE DONDE RESULTA QUE SUSTITUYENDO LOS VALORES OBTENIDOS DE Y Y B TENEMOS LA ECUACION:

$$Y = 0.058970x + 3.9574$$

SE PROCEDIÓ A EFECTUAR EL ANÁLISIS DE 60 MUESTRAS DE TIERRAS, DE DIFERENTES PARCELAS DEL ESTADO DE MÉXICO.

LAS LECTURAS OBTENIDAS EN EL FOTOCOLORÍMETRO FUERON LAS SIGUIENTES:-

TABLA NO. 3

<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>LECTURA</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>LECTURA</u>	<u>TIERRA No.</u>	<u>LECTURA</u>
1.-	56	21.-	19	41.-	42
2.-	36	22.-	33	42.-	35
3.-	29	23.-	41	43.-	25
4.-	62	24.-	35	44.-	41
5.-	15	25.-	26	45.-	37
6.-	45	26.-	29	46.-	31
7.-	34	27.-	30	47.-	46
8.-	20	28.-	46	48.-	15
9.-	61	29.-	50	49.-	50
10.-	40	30.-	36	50.-	31
11.-	60	31.-	56	51.-	49
12.-	56	32.-	62	52.-	56
13.-	35	33.-	28	53.-	59
14.-	20	34.-	33	54.-	62
15.-	61	35.-	26	55.-	43
16.-	42	36.-	35	56.-	52
17.-	22	37.-	46	57.-	42
18.-	36	38.-	30	58.-	38
19.-	11	39.-	51	59.-	31
					47

LLEVANDO ESTOS VALORES QUE CORRESPONDEN A X A LA GRÁFICA, Y GRAFICANDO, OBTENEMOS LOS VALORES CORRESPONDIENTES DE Y, QUE SON LAS P.P.M. DE FÓSFORO EN CADA UNA DE LAS TIERRAS ANALIZADAS.

TABLA NO. 4

<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>P.P.M.</u> <u>(x)</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>P.P.M.</u> <u>(y)</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>P.P.M.</u> <u>(y)</u>
1.-	0.66	21.-	2.85	41.-	1.47
2.-	1.85	22.-	2.00	42.-	1.90
3.-	2.25	23.-	1.55	43.-	2.48
4.-	0.33	24.-	1.90	44.-	1.55
5.-	3.08	25.-	2.43	45.-	1.80
6.-	1.30	26.-	2.25	46.-	2.14
7.-	1.95	27.-	2.18	47.-	1.25
8.-	2.77	28.-	1.25	48.-	3.08
9.-	0.38	29.-	1.04	49.-	1.04
10.-	1.60	30.-	1.85	50.-	2.14
11.-	0.45	31.-	0.66	51.-	1.10
12.-	0.66	32.-	0.33	52.-	0.66
13.-	1.90	33.-	2.33	53.-	0.50
14.-	2.75	34.-	2.00	54.-	0.33
15.-	0.38	35.-	2.43	55.-	1.43
16.-	1.47	36.-	1.95	56.-	0.60
17.-	2.65	37.-	1.25	57.-	1.47
18.-	1.85	38.-	2.18	58.-	1.75
19.-	2.14	39.-	0.96	59.-	2.14
20.-	1.47	40.-	2.25	60.-	1.20

ESTOS RESULTADOS LOS MULTIPLICAMOS POR 10 PARA DE TENER LOS KG/HA. DE FÓSFORO EN CADA UNA DE LAS TIERRAS ANALIZADAS.

TABLA NO. 5

<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>Kg/HA.</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>Kg/HA.</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>Kg/HA.</u>
1.-	6.60	21.-	28.5	41.-	14.7
2.-	18.5	22.-	20.0	42.-	19.0
3.-	22.5	23.-	15.5	43.-	24.8
4.-	3.30	24.-	19.0	44.-	15.5
5.-	30.80	25.-	24.3	45.-	18.0
6.-	13.0	26.-	22.5	46.-	21.4
7.-	19.5	27.-	21.8	47.-	12.5
8.-	27.7	28.-	12.5	48.-	30.8
9.-	3.80	29.-	10.4	49.-	10.4
10.-	16.0	30.-	18.5	50.-	21.4
11.-	4.5	31.-	6.6	51.-	11.0
12.-	6.6	32.-	3.3	52.-	6.6
13.-	19.0	33.-	23.3	53.-	5.00
14.-	27.5	34.-	20.0	54.-	3.3
15.-	3.8	35.-	24.3	55.-	14.3
16.-	14.7	36.-	19.5	56.-	6.00
17.-	26.5	37.-	12.5	57.-	14.7
18.-	18.5	38.-	21.8	58.-	17.5
19.-	21.4	39.-	9.6	59.-	21.4
20.-	14.7	40.-	22.5	60.-	12.0

AHORA DETERMINARÉ, LA CANTIDAD DE FERTILIZANTE ---
 NECESARIO QUE HAY QUE AGREGARLE A CADA UNA DE LAS TIE---
 RRAS ANALIZADAS, TOMANDO EN CONSIDERACIÓN QUE LA CANTI---
 DAD MÁS ADECUADA DE FÓSFORO EN LA TIERRA, PARA UN BUEN ---
 CULTIVO ES SOBRE 30 KG/HA., DE MODO QUE RESTANDO DE ÉG---
 TA CANTIDAD CADA VALOR OBTENIDO PARA CADA TIERRA, TEN---
 DREMOS LA CANTIDAD DE FÓSFORO QUE HAY QUE AGREGARLE A ---
 CADA UNA DE LAS TIERRAS ANALIZADAS.

TABLA NO. 6

<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>P. POR</u> <u>AGREGAR</u> <u>(Kg/HA.)</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>P. POR</u> <u>AGREGAR</u> <u>(Kg/HA.)</u>	<u>TIERRA</u> <u>No.</u>	<u>P. POR</u> <u>AGREGAR</u> <u>(Kg/HA.)</u>
1.-	23.4	21.-	7.5	41.-	15.3
2.-	11.5	22.-	10.0	42.-	11.0
3.-	7.5	23.-	14.5	43.-	5.2
4.-	25.7	24.-	11.0	44.-	14.5
5.-	No NECESITA	25.-	5.7	45.-	12.0
6.-	17.0	26.-	7.5	46.-	8.6
7.-	10.5	27.-	8.2	47.-	17.5
8.-	2.3	28.-	17.5	48.-	No NECESITA
9.-	26.2	29.-	19.6	49.-	19.6
10.-	14.0	30.-	11.5	50.-	8.6
11.-	25.5	31.-	23.4	51.-	19.0
12.-	23.4	32.-	26.7	52.-	23.4
13.-	11.0	33.-	6.2	53.-	25.0
14.-	2.5	34.-	10.0	54.-	26.7
15.-	26.2	35.-	5.7	55.-	15.7
16.-	15.3	36.-	10.5	56.-	24.0
17.-	3.5	37.-	17.5	57.-	15.3
18.-	11.5	38.-	8.2	58.-	12.5
19.-	8.6	39.-	20.4	59.-	8.6
20.-	15.3	40.-	7.5	60.-	18.0

PRÁCTICAMENTE, LA CANTIDAD DE SACOS NECESARIOS --
 QUE HAY QUE AGREGARLE A CADA UNA DE LAS TIERRAS POR --
 HECTÁREA, PARA OBTENER UN BUEN CULTIVO, TOMANDO EN CON-
 SIDERACIÓN QUE EL SUPERFOSFATO SIMPLE TIENE 20% DE FÓS-
 FORO COMO P_2O_5 , (ANHIDRIDO FOSFÓRICO) APROVECHABLE, Y -
 QUE CADA SACO TIENE CAPACIDAD PARA 50 Kg. DE ABON. EN
 TONCES TENEMOS QUE HAY QUE AGREGAR LA SIGUIENTE CAN --

**CANTIDAD DE ENVASES LLENOS PARA CADA UNA DE LAS TIERRAS ANA
LIZADAS:-**

TABLA NO. 7

<u>TIERRA</u> <u>NO.</u>	<u>ENVASES</u> <u>POR HA.</u>	<u>TIERRA</u> <u>NO.</u>	<u>ENVASES</u> <u>POR HA.</u>	<u>TIERRA</u> <u>NO.</u>	<u>ENVASES</u> <u>POR HA.</u>
1.-	2.3	31.-	0.2	41.-	1.5
2.-	1.2	22.-	1	42.-	1.1
3.-	0.75	23.-	1.5	43.-	0.5
4.-	2.7	24.-	1.1	44.-	1.5
5.-	NO NECESITA	25.-	0.6	45.-	1.2
6.-	1.7	26.-	0.75	46.-	0.8
7.-	1	27.-	0.8	47.-	1.8
8.-	0.2	28.-	1.8	48.-	NO NECESITA
9.-	2.7	29.-	2	49.-	2
10.-	1.4	30.-	1.2	50.-	0.8
11.-	2.6	31.-	2.3	51.-	2
12.-	2.3	32.-	2.7	52.-	2.3
13.-	1.1	33.-	0.6	53.-	2.5
14.-	0.25	34.-	1	54.-	2.7
15.-	2.6	35.-	0.6	55.-	1.6
16.-	1.5	36.-	1	56.-	2.4
17.-	0.35	37.-	1.8	57.-	1.5
18.-	1.2	38.-	0.8	58.-	1.25
19.-	0.9	39.-	2	59.-	0.8
20.-	1.5	40.-	0.75	60.-	1.8

XII.- CONCLUSIONES.

1.- EL CONTENIDO DE FÓSFORO EN LAS TIERRAS ANALIZADAS, VARÍA DESDE MUY POBRE HASTA MUY RICO, Y ÉSTO ES TOMANDO EN CUENTA LA SIGUIENTE CLASIFICACIÓN.

MUY POBRE	POBRE	REGULAR	BUELO	RICO	MUY RICO
HASTA 4.5 Kg/HA.	4.5-7 Kg/HA.	7-13 Kg/HA.	13-24.6 Kg/HA.	24.6-36.2 Kg/HA.	36.2 o MÁS Kg/HA.

2.- LAS TIERRAS NOS. 5 Y 48, SON MUY RICAS EN FÓSFORO Y POR ÉSO NO NECESITAN FERTILIZANTES FOSFATADOS.

3.- LAS TIERRAS NOS. 8, 14, 17 Y 21 SON MUY POBRES EN FÓSFORO, Y POR LO TANTO NECESITAN LA MAYOR CANTIDAD DE FERTILIZANTE FOSFATADO.

4.- EL RESULTADO PRÁCTICAMENTE OBTENIDO EN ÉSTE TRABAJO, ES LA DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE SUPERFOSFATO SIMPLE NECESARIO PARA CADA TIERRA ANALIZADA.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- RIESENFELD
TRATADO DE QUÍMICA INORGÁNICA, PAG. 284
MANUEL MADRID, EDITOR
BARCELONA. 1942.
- 2.- THATCHER
CHEMISTRY OF PLANT LIFE
MC. GRAY-HILL
NEW YORK. 1921
- 3.- SMITH.
RICHTER'S CHEMISTRY. PAG. 134
P. BLAKISTON. SONX Co.
PHILADELPHIA. 1893
- 4.- C. E. PRELAT Y A. L. M. LELONG.
TEXTO FORMATIVO DE QUÍMICA INORGÁNICA
ESPASA CALPE.
ARGENTINA. 1943.
- 5.- J. R. PARTINGTON
TRATADO DE QUÍMICA INORGÁNICA. PAGS. 544, 546, 558
EDITORIAL PORRUA, S.A.
MÉXICO, D.F. 1952.
- 6.- SMITH - KENDAL
QUÍMICA GENERAL. PAGS. 426, 469, 478
MANUEL MARÍN, EDITOR
BARCELONA. 1943

- 7.- SIR. E. J. RUSSEL Y E. WALTER RUSSEL.
LAS CONDICIONES DEL SUELO Y EL DESARROLLO DE LAS --
PLANTAS.
PAGS. 18, 32, 36, 70, 86, 175, 509, 545, 655, 736.
AGUILAR, S.A. DE EDICIONES
MADRID, 1954.
- 8.- W. OSTWALD.
ELEMENTS DE CHIMIE INORGANIQUE.
GAUTHIER-VILLARS. IMPRIMEUR
PARIS. 1904
- 9.- E. RAZ, S. J.
QUÍMICA GENERAL SEGÚN LA TEORÍA DE LAS VALENCIAS --
POSITIVAS Y NEGATIVAS. PAG. 343
EDITORIAL TIP, CAT. CASALS.
MADRID, 1943.
- 10.-N. V. SIDGWICK
LOS ELEMENTOS QUÍMICOS Y SUS COMPUESTOS, PAG. 746
AGUILAR, S.A. DE EDICIONES.
MADRID, 1950.
- 11.-J. PELOUZE, E. FRENY
TRAITE DE CHIMIE INDUSTRIALE ET AGRICOLE.
VICTOR MASSON ET FILS
PARIS 1865.
- 12.-H. REMY
TREATISE ON INORGANIC CHEMISTRY
ELSEVIER PUBLISHING COMPANY
AMSTENDAM, HOUSTON, LONDON, NEW YORK. 1956.
- 13.-SNEED, BRASTED.
COMPREHENSIVE INORGANIC CHEMISTRY. PAG. 106
D. VAN NOSTRAND COMPANY INC.
PRINCETON, NEW JERSEY. 1956.
- 14.-EDMUNDO GAIN
COMPENDIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA. PAGS. 16,68,164,244,
468.
EDITORIAL P. SALVAT.
1924.

- 15.- FRED C. BLANC
HUND BOOK OF FOOD AND AGRICULTURE. PAG. 123
REINHOLD PUBLISHING CORP.
NEW YORK. 1955.
- 16.- MELLOR
QUÍMICA INORGÁNICA MODERNA. PAG. 734
EDITORIAL EL ATENEO
BUENOS AIRES. 1942.
- 17.- D. E. H. FREAD
QUÍMICA AGRÍCOLA. PAGES. 91, 177, 191, 323, 329, 863.
SALVAT EDITORES
MADRID. 1956
- 18.- OTTO DIELS
MANUAL DE QUÍMICA ORGÁNICA.
MANUEL MARÍN. EDITOR.
BARCELONA. 1946.
- 19.- BOUSINGAULT.
AGRONOMIE CHIMIC. PAG. 106.
IMPRIMERIE DE MALLET.
PARÍS. 1860.
- 20.- PROF. FEDERICO EPHRAÏM
QUÍMICA INORGÁNICA
MANUEL MARÍN. EDITOR
BARCELONA. 1922
- 21.- R. A. DUTCHER - C.O. JENSEN. - P.M. ALTHOUSE
FUNDAMENTOS DE BIO QUÍMICA AGRÍCOLA. PAGES. 85, 166
183, 193.
SALVAT EDITORES.
MADRID, 1954.