

U N I V E R S I D A D D E S O N O R A

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

" METODOLOGIA PARA FORMULAR FERTILIZANTES LIQUIDOS A PARTIR DE ACIDOS Y SU APLICACION EN LA AGRICULTURA DEL NOROESTE DE MEXICO".

D I S E R T A C I O N



EL BARRIO DE LOS HIJOS
RAMON GONZALEZ
Escuela de Agricultura
y Ganaderia
BIBLIOTECA

JORDAN TALAMANTE RAMON FERNANDO
DICIEMBRE DE 1991.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

"METODOLOGIA PARA FORMULAR FERTILIZANTES A PARTIR DE ACIDOS Y SU APLICACION EN LA AGRICULTURA DEL NOROESTE DE MEXICO".

D I S E R T A C I O N

SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA.

U N I - S O N

P O R

JORDAN TALAMANTE RAMON FERNANDO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

DICIEMBRE DE 1991.



EL BARRIO DE LOS RIOS
MARQUEZ DE VALDEPEÑA
Escuela de Agricultura
y Ganadería
BIBLIOTECA

ESTA DISERTACION FUE REALIZADA BAJO
LA DIRECCION DE:



EL SALVADOR
HAB. M. S. 1962
Escuela de Agricultura
y Ganadería
BIBLIOTECA

DIRECTOR: _____

ING. ANSELMO SIERRA FELIX

Y FUE APROBADA Y ACEPTADA COMO REQUISITO
PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO CON ESPECIALIDAD EN:
FITOTECNIA.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

QUE ME DIERON LA OPORTUNIDAD DE VIVIR Y ME ENSEÑARON EL RESPETO A LA SOCIEDAD EN QUE VIVIMOS -- DANDO TODO SU ESFUERZO PARA QUE LOGRARA SER UN PROFESIONISTA Y -- SERVIR A ESTA CON HONRADEZ Y -- DEDICACION GRACIAS POR SU AMOR, PACIENCIA Y COMPRESION.

A MI ESPOSA:

POR SU RESPETO Y APOYO TOTAL A TODAS LAS TAREAS QUE HE EMPRENDIDO DESDE QUE NOS UNIMOS PARA -- QUE CADA DIA SEAMOS MEJORES Y -- MAS UTILES A NUESTRAS FAMILIAS -- Y A NUESTRA SOCIEDAD.

A MIS HIJAS:

PALOMA Y MARIA FERNANDA, QUE -- ME DAN LA FUERZA Y EMPUJE PARA -- SER CADA DIA MEJOR Y OFRECERLES UNA FAMILIA DIGNA DE CONSIDERACION Y RESPETO.

A LOS MAESTROS DE LA UNI--SON:

POR SU EMPEÑO Y DEDICACION A LA NOBLE TAREA DE LA EDUCACION Y -- SERVICIO.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO:

POR SU DESINTERESADA AYUDA Y -- APOYO PARA EL LOGRO DE TAN AN-- SIADA META QUE ME HABIA TRAZADO.

C O N T E N I D O

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION -----	1
LITERATURA REVISADA-----	3
DESCRIPCION-----	3
NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD-----	10
TECNOLOGIA DE PROCESO-----	11
TECNOLOGIA DE PRODUCCION-----	15
TECNOLOGIA DE EQUIPO-----	17
FUNCIONES DEL PRODUCTO-----	20
VENTAJAS DEL PRODUCTO -----	21
METODO Y EPOCA DE APLICACION-----	22
CONTENIDO Y FORMA COMO ACTUAN -----	23
CONCLUSIONES -----	31
LITERATURA CITADA-----	32

I N T R O D U C C I O N

ENTRE LAS LIMITACIONES EDAFICAS MAS COMUNES EN LOS SUELOS MUNDIALES, SE ENCUENTRA LA DEFICIENCIA DE FOSFORO SUPERANDO MUCHAS VECES A LAS DEFICIENCIAS DE OTROS NUTRIMIENTOS IMPORTANTES COMO EL N, K, MG Y ZN. A ESTE PROBLEMA SE AÑADE EL DE LA ACIDEZ DE LOS SUELOS, EL CUAL CONLLEVA MUCHAS VECES A LA TOXICIDAD CAUSADA POR EXCESOS DE AL Y MN. EN NUMEROSAS OPORTUNIDADES DONDE LOS SUELOS ESTAN INFLUENCIADOS POR LAS DISPOSICIONES DE CENIZA VOLCANICA O EN LAS SABANAS DONDE PREDOMINAN LOS SUELOS CON ALTOS CONTENIDOS DE OXIDO E HIDROXIDOS DE Fe Y Al; A LA DEFICIENCIA DE FOSFORO SE LE SUMA EL ALTO PODER DE ADSORCION DE ESTE ELEMENTO POR LOS SUELOS.

ASI COMO, LOS REQUERIMIENTOS DE AZUFRE POR LOS CULTIVOS QUE SON DE MAGNITUD ANALOGA A LOS DE FOSFORO EN LA AGRICULTURA INTENSIVA DE ALTOS RENDIMIENTOS, LA DEFICIENCIA DE AZUFRE MUNDIAL ES MUY COMUN, PARTICULARMENTE EN SUELOS DE REGIONES CALIDAS CON BAJOS CONTENIDOS DE MATERIA ORGANICA, EN SUELOS ALTAMENTE METEORIZADOS, ARENOSOS, EN SUELOS VOLCANICOS RECIENTES Y EN SABANAS EXPUESTAS A QUEMAS PERIODICAS.

ENTENDIENDO QUE SE HACE MENESTER ASEGURAR EL-SUMINISTRO DE ESTOS NUTRIENTES CON RECURSOS E INSTALACIONES PROPIAS, PARA QUE EL DESARROLLO AGRICOLA DEL --PAIS ESTE GARANTIZADO. UN GRUPO DE AGRICULTORES Y DI--RECTIVOS VISIONARIOS DE LA EMPRESA AGRO-INDUSTRIAS DEL MAYO S.A. DE C.V. LLEVARON A CABO UN PROYECTO DE INSTALACION DE UNA PLANTA FORMULADORA DE FERTILIZANTES LIQUIDOS A PARTIR DE ACIDOS, LA CUAL FUE LA TERCERA EN SU TIPO A NIVEL LATINOAMERICA, OCUPANDO ADEMAS EL PRIMER LUGAR EN VERSATILIDAD POR LA GAMA DE FORMULAS LIQUIDAS QUE ELABORA.

EL SIGUIENTE TRABAJO MUESTRA LA METODOLOGIA PARA FORMULAR 3 DE ESTOS FERTILIZANTES TAN NECESARIOS EN EL LOGRO DE UNA AGRICULTURA INTENSIVA PRODUCTIVA --ASI COMO SU RESPUESTA EN EL SUELO Y PLANTAS DE LA REGION DEL NOROESTE DE NUESTRO PAIS, CUYOS SUELOS ESTAN FORMADOS POR ARRASTRES DE TERRENOS ALTOS CON MAYOR CONTENIDO DE CALCIO, LO QUE LOS CARACTERIZA POR SU PH ALCALINO.

II.-LITERATURA REVISADA

A).- DESCRIPCION

FOSFORO LIQUIDO 10-34-0, FOSFORO LIQUIDO 11-31-0-03 Y SULFATO DE AMONIO 9.3-0-0-10.6.

PARA LA ELABORACION DE ESTOS 3 FERTILIZANTES SE HACE NECESARIA UNA PLANTA FORMULADORA DE FERTILIZANTES LIQUIDOS CON UNA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE 5,000 LTS. POR HORA DE CUALQUIERA DE LOS PRODUCTOS EN MENCION.

10-34-0 Y 11-31-0-03

(POLIFOSFATO DE AMONIO)

"POLY" QUIERE DECIR MUCHOS, Y SE REFIERE A LAS MULTIPLES LIGADURAS O UNIONES DE ATOMOS DE FOSFORO EN LA CADENA DE CADA MOLECULA.

EN LA PRODUCCION DE SOLUCIONES DE POLIFOSFATOS DE AMONIO TAL COMO EL 10-34-0 UN INTERCAMBIO UNICO DE ATOMOS OCURRE COMO MOLECULAS DE AMONIACO (NH_3) Y EL SUPER ACIDO (PRINCIPALMENTE H_3PO_4) LOS CUALES SE ADICIONAN JUNTOS:

POR EJEMPLO: CUANDO UNA MOLECULA DE AMONIACO (NH_3) REACCIONA CON 2 MOLECULAS DE H_3PO_4 , OCURRE UNA VIOLENTA REACCION, UNA GRAN CANTIDAD DE CALOR ES DESPRENDIDO FUERA VER FIG.4- Y HAY LIBERACION DE UNA MOLECULA DE AGUA (H_2O) LA CUAL ESCAPA COMO VAPOR.

LA FIG.5 ILUSTRAS COMO LA FORMULA DEL ---
ACIDO FOSFORICO (H_3PO_4) APARECE EN FORMA DE DIAGRAMA

LA FIG.6 MUESTRA COMO LA MOLECULA DE ---
AGUA ES FORMADA DE LOS ATOMOS DE HIDROGENO Y OXIGENO
LIBERADOS DE DOS MOLECULAS DE H_3PO_4 . ESTA LIBERACION
DE LAS MOLECULAS DEL ACIDO TIENDE A UNIR A AMBAS. Y-
EL RESULTADO ES UNA MOLECULA DE POLIFOSFATO DE AMO -
NIO. UNA FORMACION DE POLIFOSFATOS SE FORMA COMO SI-
SE LLEVARA A CABO UNA REACCION EN CADENA, CADA MIEM-
BRO CONTIENE DOS O MAS ATOMOS DE FOSFORO (P) Y QUE -
ESTAN RODEADOS POR ATOMOS DE OXIGENO (O) E HIDROGENO
(H) (13) (14).

LA FIG.7 ILUSTRAS COMO DOS MOLECULAS DE -
ACIDO ORTOFOSFORICO FORMAN LO QUE ES EL LLAMADO UN -
ACIDO PIROFOSFORICO, TRES MOLECULAS DE ORTOFOSFOROS-
FORMAN UN ACIDO TRIFOSFORICO Y CUATRO ORTOFOSFOROS -
FORMAN UN ACIDO TETRAFOSFORICO.

LA FIG.8 SE ENCUENTRA UN RESUMEN ACERCA-
DE LO QUE HEMOS ESTADO HABLANDO, ESTO ES ESENCIALMEN-
TE LA REACCION QUIMICA QUE TOMA LUGAR EN LOS PROCE--
SOS DE UN REACTOR TUBULAR.

EL PORCENTAJE DE POLIFOSFATOS EN ESTAS -
SOLUCIONES ES DE UN 30% PARA EL 10-34-0 Y DE UN 50%-
PARA EL 11-31-0-03 EL CUAL LLEVA UN 3% DE AZUFRE.

LOS POLIFOSFATOS DISUELVEN IMPUREZAS TALES COMO EL FIERRO ALUMINIO, MAGNESIO, CALCIO, COBRE, TANTO EN EL SUELO COMO EN LOS TANQUES EN QUE SE ENCUENTRAN ALMACENADOS Y ESTO AYUDA A QUE ESTAS IMPUREZAS NO SE PRECIPITEN COMO MOLESTOS SEDIMENTOS, ESTO AYUDA A UNA MAYOR VIDA DE ALMACENAMIENTO. LOS POLIFOSFATOS PUEDEN DISOLVER TAMBIEN MICRONUTRIENTES BENEFICIOS DESPUES DE HABER SIDO ADICIONADO A LAS SOLUCIONES Y SUSPENSIONES (13) (14)

DIFERENCIA ENTRE UN ORTOFOSFATO Y UN POLIFOSFATO
(DESDE UN PUNTO DE VISTA QUIMICO ESTRUCTURAL).

A).- ORTOFOSFATO.- SON AQUELLOS FERTILIZANTES QUE EN SU COMPOSICION ESTAN FORMADOS POR UN SOLO ATOMO DE FOSFORO POR MOLECULA.

SUPERFOSFATO DE CALCIO SIMPLE= 0-20-0 (SOLIDO)

SUPERFOSFATO DE CALCIO TRIPLE= 0-46-0 (SOLIDO)

FOSFATO MONOAMONICO (MAP)= 10-52-0 (SOLIDO)

EJEMPLOS: FOSFATO DIAMONICO (DAP)= 18-46-0 (SOLIDO)

SUSPENSION LIQUIDA 8-20.5-0 (LIQUIDA)

SUSPENSION LIQUIDA 8-24-0 (LIQUIDA)

B).- POLIFOSFATOS.-SON FOSFATOS CONCENTRADOS QUE POSEEN DE 2 A 6 ATOMOS DE FOSFORO POR MOLECULA LINEAL. - SU PRESENTACION ES EN FORMA LIQUIDA.

EJEMPLOS: 10-34-0
11-31-0-03
11-37-0

LOS ORTOFOSFATOS FORMAN RAPIDOS COMPUESTOS INSOLUBLES AL PONERSE EN CONTACTO CON LOS MISMOS ELEMENTOS QUE SON SOLUBILIZADOS POR LOS POLIFOSFATOS.

LOS POLIFOSFATOS SON LOS MAS NUEVOS Y MAS INTERESANTES DE LOS FERTILIZANTES MODERNOS. SUS ALTOS ANALISIS Y SU GRAN SOLUBILIDAD EN LA PRODUCCION DE FERTILIZANTES LIQUIDOS SON UN MARGEN SOBRE LOS ORTOFOSFATOS. TALES COMO FOSFATOS DIAMONIADOS (DAP) FUERON LOS FERTILIZANTES MAS AVANZADOS DE LA DECADA PASADA, LOS POLIFOSFATOS DE AMONIO SON AHORA LOS PRINCIPALES DE LA INDUSTRIA DE LOS FERTILIZANTES Y ADEMAS PUEDEN POPULARIZARSE EN FORMA SOLIDA (15-62-0) (13).

FORMULACION DE POLIFOSFATOS DE AMONIO

H

+ O = H₂O

H AGUA FIG.1

H AMONIACO ANHIDRO FIG.2

H + N = NH₃

H $\begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

H + P + = H₃PO₄

H $\begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ACIDO ORTOFOSFORICO FIG.3

NH₃ + H₃PO₄ + H₃PO₄ = + H₂O

SUPER ACIDO FIG.4

O

"

OH- P -OH H₃PO₄ (ORTO) FIG.5 (1)

"

O

H

CONTINUACION SOBRE UN POLIFOSFATO DE AMONIO

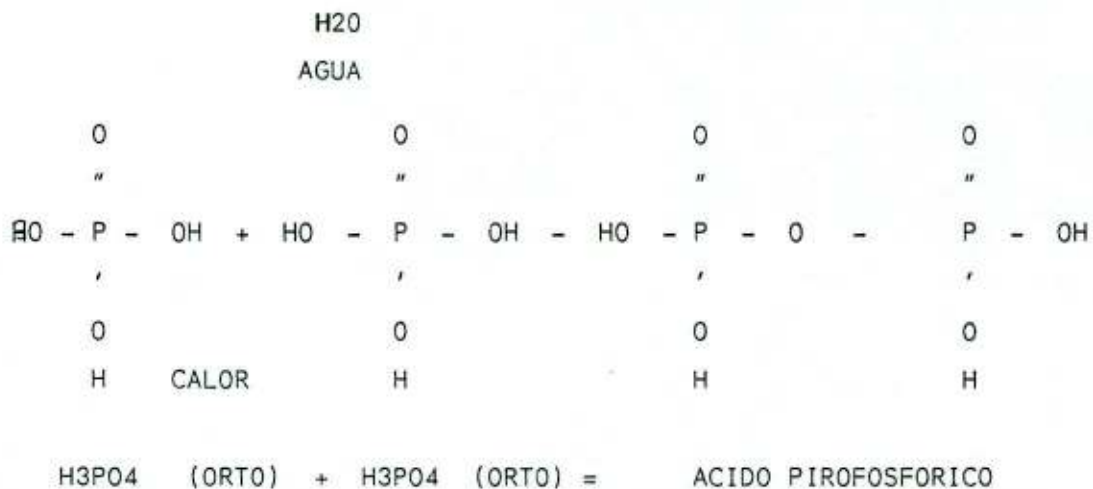


FIG. 6

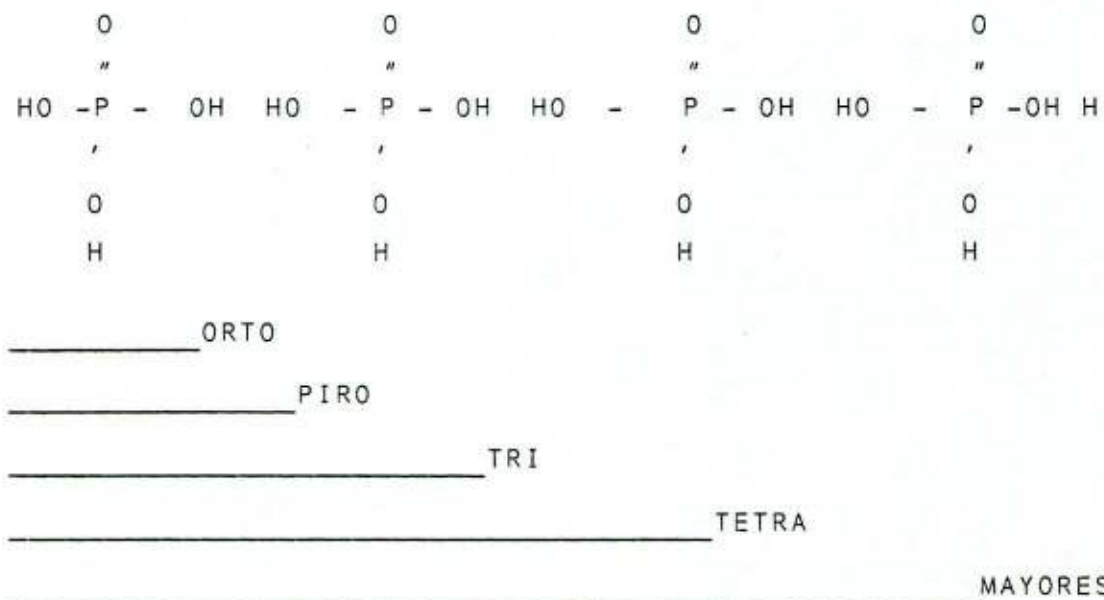


FIG. 7

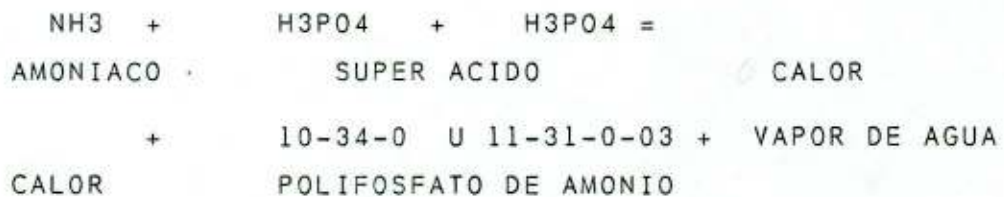


FIG. 8 (1)

LA FORMULA 10-34-0 NOS INDICA QUE ESTE FERTILIZANTE POSEE EN SU COMPOSICION POR CADA 100 -- KGS. DE PRODUCTO UN TOTAL DE 10 KGS. DE NITROGENO, 34 KGS. DE FOSFORO (P205) Y 0 KGS. DE POTASIO (K20).

LA FORMULA 11-31-0-03 NOS INDICA QUE - ESTE FERTILIZANTE LIQUIDO TIENE POR CADA 100 KGS. DE PRODUCTO UN TOTAL DE 11 KGS. DE NITROGENO, 31.0 KGS. DE FOSFORO (P205), 0 KGS. DE POTASIO (K20) Y 3.0 KGS. DE AZUFRE.

ESTOS DOS TIPOS DE FERTILIZANTES LIQUIDOS SON EMPLEADOS EN LA AGRICULTURA COMO FUENTE FOSFORADA PRINCIPALMENTE. AUNQUE TAMBIEN TENGAN NITRO--GENO (10-34-0) Y AZUFRE (11-31-0-03) Y CONSTITUYEN - HOY EN DIA LA COMPETENCIA DE LOS SOLIDOS GRANULADOS- QUE TRADICIONALMENTE SE HAN VENIDO EMPLEANDO EN LA - AGRICULTURA.

LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS PARA LA- ELABORACION DE LOS FERTILIZANTES LIQUIDOS FOSFORADOS 10-34-0 Y 11-31-0-03 SON LAS SIGUIENTES:

A).-AMONIACO ANHIDRO (NH3) (AL 82%N)---

B).-ACIDO ORTOFOSFORICO (H3P04) (AL 53-54% P205)----- 10-34-0

C).-AGUA (H2O)-----

D).-ACIDO SULFURICO (H2S04) (98.5% S) = 11-31-0-03 (2).

LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS PARA LA --
FORMULACION DE ESTOS FERTILIZANTES SON TODOS ELLOS DE
PRODUCCION NACIONAL Y SON ADQUIRIDOS A LA PARAESTATAL
FERTIMEX.

EL AMONIACO ANHIDRO PRODUCTO DE LA INDUS
TRIA DEL PETROLEO LO VENDE PEMEX Y ES EMBARCADO EN EL
PUERTO DE SALINA CRUZ, OAXACA Y LLEGA PRINCIPALMENTE -
POR MEDIO DE CARRO-TANQUES DE FERROCARRIL POR EL PUER
TO DE GUAYMAS, SONORA Y DE PIPAS-TANQUE DE TOPOLOBAMPO
SINALOA CUANDO SE ESCASEA EN GUAYMAS.

EL ACIDO FOSFORICO (ORTOFOSFORICO) LLEGA
DESDE PAJARITOS, VERACRUZ Y LAZARO CARDENAS, MICHOA--
CAN, EN PIPAS-TANQUE DE ACERO INOXIDABLE.

EL ACIDO SULFURICO LLEGA DE LA MINA "LA-
CARIDAD" DE NACOZARI, SONORA.

AL MOMENTO DE ESTARSE ELABORANDO, DESDE-
QUE CAE AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y PERMANECE DENTRO
DE ESTE HACIA LA VENTA: EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS-
LOS REQUISITOS DEL CONTROL DE CALIDAD. CON CHEQUEOS -
CONTINUOS SE ESTA MONITOREANDO QUE LOS PARAMETROS DE-
CALIDAD: PH Y GRAVEDAD ESPECIFICA SE ENCUENTRAN EN --
LOS RANGOS ACEPTABLES.

B).- LAS NORMAS ACEPTABLES PARA CONTROL-
DE CALIDAD SON LOS SIGUIENTES:

	<u>GRAVEDAD ESPECIFICA</u>	<u>PH</u>
FOSFORO LIQUIDO 10-34-0	1.36 A 1.40	5.9-6.1
FOSFORO LIQUIDO 11-31-0-03	1.36 A 1.40	6.0-6.2

EN BASE A ESTOS PARAMETROS DE CALIDAD -
 PARA CADA FERTILIZANTE SE CONOCE MEDIANTE PRUEBAS EN-
 LABORATORIOS AGRICOLAS QUE LOS PORCIENTOS DE NITRO --
 GENO, FOSFORO Y AZUFRE SE ENCUENTRAN EN LAS CANTIDA -
 DES ESPECIFICADAS EN LA FORMULA PARA CADA UNO (18)(19).

LOS FERTILIZANTES LIQUIDOS FOSFORADOS -
 DEBEN DE MANTENERSE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO AIS-
 LADOS DE OTROS PRODUCTOS QUE PUEDAN CAUSAR UN DESEQUI-
 LIBRIO EN SU COMPOSICION QUIMICA. TALES COMO EL AMONIA-
 CO ANHIDRO, POLISULFURO DE CALCIO, NITRATO DE CALCIO,
 AQUAMONIA: PRODUCTOS QUE SON ALTAMENTE ALCALINOS Y --
 QUE AL COLOCARSE EN CONTACTO CON LOS LIQUIDOS FOSFO -
 RADOS CAUSAN LA PRECIPITACION DE ESTOS, ORIGINANDO --
 QUE HAYA FORMACION DE COMPUESTOS INSOLUBLES DE FOS --
 FORO. ASI QUE DEBEN DE LAVARSE MUY BIEN LOS DEPOSITOS
 O TANQUES QUE TENGAN ALGUNO DE ESTOS PRODUCTOS PARA -
 QUE NO OCURRAN LOS PROBLEMAS MENCIONADOS AL VACIAR --
 FERTILIZANTE LIQUIDO FOSFORADO EN ELLOS (2) (19).

C).- TECNOLOGIA DE PROCESO

EL CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO ES MEDIDO POR MEDIO DE DOS PARAMETROS QUE SE ESTAN MONITOREANDO CONSTANTEMENTE DURANTE EL PROCESO, ALMACENAMIENTO Y VENTA DEL PRODUCTO Y ELLOS SON: EL POTENCIAL DE HIDROGENO (P.H.) Y LA GRAVEDAD ESPECIFICA.

EL P.H. ESTA MIDIENDO LA ACTIVIDAD DEL ION-HIDROGENO EN UNA SOLUCION DETERMINADA, EL P.H. ESTABLECIDO PARA ESTAS SOLUCIONES ES DE 5.9 A 6.1 PARA EL 10-34-0 Y DE 6.0 A 6.2 PARA EL 11-31-0-03 CON ESTOS VALORES SE MINIMIZA LA HIDROLISIS DE LOS ACIDOS POLIFOSFORICOS. EL P.H. EN DONDE SE ALCANZA LA MAXIMA SOLUBILIDAD DE LOS POLIFOSFATOS DE AMONIO ES EL DE 5.8- Y A VALORES DE P.H. DE 4.0 Y DE 8.0 HAY FORMACION DE PRECIPITADOS INSOLUBLES DE FOSFORO UNA CONSIDERACION MUY IMPORTANTE ES QUE EL GRADO DE CORROSION DE LOS POLIFOSFATOS AUMENTA EXPONENCIALMENTE AL IRSE REDUCIENDO EL P.H. ESTO ES: MILES DE VECES MAS CORROSIVO A P.H. DE 3.0 QUE A 6.0 EN DONDE EL VALOR DE LA CORROSION ES MINIMA. EL P.H. ES MEDIDO POR MEDIO DE UN POTENCIOMETRO ELECTRONICO DIGITAL (15).

LA GRAVEDAD ESPECIFICA VA A INDICAR LA CONCENTRACION DEL PRODUCTO AL MOMENTO DE SU MEDICION; SE REFIERE AL PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL FERTILIZANTE LIQUIDO. (KGS/M3, KGS/LTS. O GRS/CM3), LA GRAVEDAD ESPECIFICA SE MIDE MEDIANTE UN DENSIMETRO Y SE HACE CORRECCION DE LA DENSIDAD POR TEMPERATURA.

COMO YA SE MENCIONO ANTERIORMENTE, LA GRAVEDAD --
ESPECIFICA PARA EL 10-34-0 Y EL 11-31-0-03 ES DE-
1.36 A 1.40 GRS./CM3 (7).

PARA REGULAR EL P.H. DE LA SOLUCION SE-
HACE USO DE UN "MEDIDOR" DE FLUJO PARA AMONIACO,-
EL CUAL CONSISTE EN UN TUBO CON UNA VALVULA DE --
PASO QUE CONTROLA EL FLUJO DE AMONIACO.(FLUJO SE-
CUNDARIO).CUANDO EL P.H. SE ENCUENTRA POR DEBAJO-
DE 5.9 HAY QUE ADICIONAR AMONIACO, CUANDO SE EN -
CUENTRA ARRIBA DE 6.1 O 6.2 HAY QUE DISMINUIR EL-
FLUJO, CERRANDO UN POCO LA VALVULA PARA ESTABILI-
ZAR AL P.H. DESEADO.

MEDIANTE EL MARCADOR DE FLUJO CON QUE-
SE GOBIERNA LA CANTIDAD DE AGUA QUE ENTRA EN LA -
COMPOSICION DE FERTILIZANTE, SE REGULA LA GRAVE--
DAD ESPECIFICA ES SUPERIOR A 1.40 GR/CM3 PARA DI-
LUIR AL FERTILIZANTE Y LO CONTRARIO,BAJAR EL AGUA
ADICIONADA PARA ELEVAR EL PESO DEL PRODUCTO (17)-
(7).

SE OBTIENE UN PRODUCTO DE MAXIMA CALI-
DAD (UN MAYOR CONTENIDO DE POLIFOSFATOS) CUANDO -
SE HA CALENTADO A LO MAS QUE DA LA PLANTA A LAS -
MATERIAS QUE NECESITAN DE CALOR PARA REACCIONAR -
MAS VIGOROSAMENTE DENTRO DEL REACTOR TUBULAR DE -
HÁSTELLOY G-30 (EL HASTELLOY G-30 ES UNA ALEACION
MUY RESISTENTE A LA CORROSION POR POLIFOSFATOS DE
AMONIO CALIENTE (14).

A MAYOR CALENTAMIENTO DEL ACIDO FOSFORICO, HAY MEJOR REACCION Y SE ALCANZAN MAS ALTAS -- TEMPERATURAS EN EL REACTOR, TAMBIEN MIENTRAS MAS -- CALIENTE EL ACIDO ES MAYOR SU PODER DE CORROSION -- (10).

A MAYOR TEMPERATURA DEL AMONIACO (GASIFICADO Y CON TEMPERATURAS DE 180°- 200° F), TENDREMOS UNA REACCION MAS VIOLENTA Y UN PRODUCTO DE MEJOR CALIDAD, SE OBTIENE UNA MAYOR CANTIDAD DE MOLECULAS DE POLIACIDOS UNIDOS POR PUENTES DE OXIGENO O LO QUE ES LO MISMO MAYOR CONTENIDO DE POLIFOSFATOS DE AMONIO.

SE PUEDEN LLEGAR A FORMAR MOLECULAS HASTA CON 6 ATOMOS DE FOSFORO EN CADENA LINEAL (16) (5)

NORMAS APLICABLES AL PROCESO

LAS NORMAS APLICABLES AL PROCESO SON AQUELLAS QUE VAN ASEGURAR QUE SE VA A OBTENER UN PRODUCTO DE CALIDAD Y SON LAS SIGUIENTES:

SE DEBE CALENTAR PREVIAMENTE TODA LA PLANTA MEDIANTE VAPOR. TAMBIEN SE DEBE DE CALENTAR PREVIAMENTE AL AMONIACO Y AL ACIDO FOSFORICO, EL ACIDO FOSFORICO DEBE DE TENER UNA CONCENTRACION DE 54% DE P2O5 PARA OBTENER UN PRODUCTO DE OPTIMA CALIDAD.

AL MOMENTO DE ELABORARSE EL FERTILIZANTE DEBE DE TENER EL P.H. Y LA GRAVEDAD ESPECIFICA QUE MARCA CADA FORMULA.

EL PRODUCTO TERMINADO DEBE DE ALMACENARSE EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA MENOR DE 100° F, NO ALMACENARLO POR ENCIMA DE 100° PORQUE EMPEZARAN A FORMARSE CRISTALES AL MOMENTO DE IRSE ENFRIANDO EL LIQUIDO EN REPOSO (16) (5).

D).-TECNOLOGIA DE PRODUCCION

LAS ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA PRODUCCION SON LAS SIGUIENTES:

- 1.- DEBE TENERSE UN ACIDO FOSFORICO AL --
54% P2O5 (H3PO4).
- 2.- DEBE TENERSE AMONIACO ANHIDRO (NH3) -
AL 82%.
- 3.- DEBE EMPLEARSE AGUA PARA CONTROLAR LA
GRAVEDAD ESPECIFICA (H2O).
- 4.- DEBEN DE CALENTARSE PREVIAMENTE LA --
PLANTA, ACIDO FOSFORICO Y AMONIACO.
- 5.- DEBE DE AJUSTARSE LA GRAVEDAD ESPECI-
FICA Y EL P.H. SEGUN LOS ESTANDARES -
DE CALIDAD.
- 6.- SE DEBE DE ENFRIAR EL PRODUCTO POR DE
BAJO DE 100% F.
- 7.- NO MEZCLARSE CON PRODUCTOS ALTAMENTE-
ALCALINOS (AQUAMONIA POLISULFURO DE -
CALCIO, NITRATO DE CALCIO (16)(10).

NORMA Y CONTROLES PARA TRATAMIENTOS DE EFLUENTES CONTAMINANTES

LAS MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DE ESTOS -
FERTILIZANTES PRODUCEN PRODUCTOS QUE NO SON TOXICOS PARA LOS SE-
RES VIVOS, PLANTA O AGUA; SIEMPRE CUANDO SE ENCUENTREN EN LOS --
NIVELES ADECUADOS. LO PELIGROSO SON LAS MATERIAS PRIMAS AMONIACO
Y ACIDO SULFURICO, PERO PARA EL ACIDO SULFURICO SE CUENTA CON UN
SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL QUE ENCAUSA A UNA PILA LOCALIZADA

ALFONDO DE LA PLANTA, EN LA CUAL CAEN LAS AGUAS DE LAVADO DE LA PLANTA Y QUE CONSTANTEMENTE SE DESAGUA PARA LLEVAR LOS LIQUIDOS A TERRENOS CON PROBLEMAS DE SALES DE SODIO Y LOS CUALES SON APROVECHADOS COMO MEJORADOR DE SUELO (H_2SO_4) ASI COMO FERTILIZANTES CONTENIENDO -- FOSFORO Y NITROGENO.

COMO PUEDE OBSERVARSE, LOS DESECHOS INDUSTRIALES SON APROVECHADOS EN TERRENOS AGRICOLAS.

RELACION ENTRE CAPACIDAD INSTALADA Y UTILIZADA

LA CAPACIDAD POTENCIAL INSTALADA DE LA -- PLANTA DE FOSFORO ES DE 5,000 LTS./HORA DE FERTILIZANTE, O SEA DE 120,000 LTS.C/24 HORAS (1/DIA). EN TEORIA SON 120,000 LTS./DIA DE FERTILIZANTE, PERO EN LA PRACTICA NO SE TRABAJAN LAS 24 HORAS DEL DIA Y NI TAMPOCO TODOS LOS DIAS. YA QUE SE ESTA TRABAJANDO EN BASE A LA DEMANDA POR PARTE DEL CONSUMIDOR, LA CUAL VARIA EN EL TRANSCURSO DEL AÑO. SOLAMENTE CUANDO HAY SUFICIENTE -- AGUA EN LA PRESA EN LA TEMPORADA DE PRE-SIEMBRA DE --- TRIGO (OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE) SE ANDA CERCA DE ESA PRODUCCION DIARIA, PROCESANDOSE DE 80,000 A 90,000 LTS/DIA DE FERTILIZANTE EN PROMEDIO EN ESA TEMPORADA.

E).- TECNOLOGIA DE EQUIPO

*ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA, EQUIPO, INSTRUMENTO E INSTRUMENTACION:

LA PLANTA CUENTA CON 6 INTERCAMBIADORES DE CALOR
E-1, 2, 3, ... 6.

E-1.-PRECALENTADOR DE ACIDO FOSFORICO.

FORMADO POR UNA CAMARA Y TUBOS, TUBOS T-316
L. DE ACERO INOXIDABLE, CAMARA DE ACERO AL-
CARBON.

E-2.-PRECALENTADOR DE ACIDO FOSFORICO.

FORMADO POR TUBO Y CAMARA Y TUBOS DE HASTE-
LLOY G-30, CAMARA DE ACERO AL CARBON.

E-3.-ENFRIADOR DE PRODUCTO TERMINADO

FORMADO POR CAMARA Y TUBOS, DE ACERO INOXIDA
BLE 316 L CAMARA DE ACERO AL CARBON.

E-4.-VAPORIZADOR DE AMONIACO

FORMADO POR CAMARA Y TUBOS, DE ACERO INOXIDA
BLE 316 L. CAMARA DE ACERO AL CARBON.

E-5.-ENFRIADOR DE PRODUCTO TERMINADO

E-6.-ENFRIADOR DE AMONIACO

CAMARA Y TUBOS DE ACERO AL CARBON

C A L D E R A

TANQUE DE AGUA

DE ACERO AL CARBON, DE 500 GALONES DE CAPA-
CIDAD (1875 LTS.)

B O M B A S

P-1 BOMBA DE RECIRCULACION

DE PRODUCTO TERMINADO Y MANDAR PRODUCTO TER-
MINADO A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO (6).

P-2 BOMBA DE AGUA

PARA MANDAR AGUA HACIA EL REACTOR

P-3 BOMBAS DE ACIDO SULFURICO

P-4 BOMBA DEL ACIDO FOSFORICO

P-5 BOMBA DEL AMONIACO

P-6 BOMBA DEL AGUA DE CALDERA

TORRE DE ENFRIAMIENTO

DE ACERO INOXIDABLE 304

VENTILADOR

SEPARADORES DE VAPOR

S-1= SEPARA GOTAS DE PRODUCTO TERMINADO DE VAPOR DE PROCESO.

S-2= SEPARA VAPOR DE PROCESO DEL PRODUCTO TERMINADO.

R E A C T O R

DE ACERO INOXIDABLE 316 L Y HASTELLOY G-30

INDICADORES DE FLUJO

F-1= DEL AMONIACO PRIMARIO DE ACERO INOXIDABLE-316 L.

F-2= DEL AMONIACO SECUNDARIO (P.H.) DE ACERO -- INOXIDABLE 316 L.

F-3= DEL AGUA DE ACERO INOXIDABLE 316 L.

F-4= DEL ACIDO SULFURICO DE ACERO INOXIDABLE -- 316 L.

F-5= DEL ACIDO FOSFORICO DE ACERO INOXIDABLE -- 316 L (6).

MEDIDORES DE TEMPERATURA

(TERMO = PARES)

- T-1 TEMPERATURA EN LA PARTE INFERIOR DEL REACTOR
- T-2 TEMPERATURA EN LA PARTE SUPERIOR DEL REACTOR.
- T-3 TEMPERATURA DEL PRODUCTO TERMINADO HACIA TANQUES DE ALMACENAMIENTO.
- T-5 TEMPERATURA DE VAPOR EN EL SEPARADOR DE VAPOR
S-1
- T-9 TEMPERATURA DEL ACIDO FOSFORICO ENTRANDO AL -
REACTOR.
- T-12 TEMPERATURA DEL AMONIACO ANHIDRO ENTRANDO AL
REACTOR.
- GRABADORA DE TEMPERATURAS MULTIPUNTOS.
- APARATO DIGITAL INDICADOR DE P.H.
- INDICADOR DE GRAVEDAD ESPECIFICA.
- APARATO MEDIDOR DE NITROGENO Y FOSFORO
- AGITADOR MAGNETICO (4).

F).-FUNCIONES DEL PRODUCTO: FOSFORO

- 1.- PROVOCA UN MAYOR ENRAIZAMIENTO.
- 2.- ESTIMULA LA FLORACION, AMARRE DEL FRUTO Y --
CONTROLA LA MADURACION.
- 3.- ES DE VITAL IMPORTANCIA EN LA RESPIRACION Y-
FOTOSINTESIS.
- 4.- OCUPA UN LUGAR PRIMORDIAL EN LA DIVISION CE-
LULAR.
- 5.- ESTABLECE UN EQUILIBRIO ENTRE AZUCARES Y AL-
MIDONES.

LOS POLIFOSFATOS DE AMONIO SON FOSFATOS CON-
CENTRADOS DE LA MAS ALTA ASIMILACION QUE SE PUE-
DEN APLICAR DE DIFERENTES FORMAS. SON TOTALMENTE
SOLUBLES EN AGUA, POR LO TANTO DE ALTA DISPONIBI-
LIDAD PARA LA PLANTA (20) (11) (12).

G).- VENTAJAS DEL PRODUCTO

- 1.- SE OBTIENE UNA MAYOR UNIFORMIDAD EN SU APLICACION.
- 2.- PRESENTAN UNA ALTA Y RAPIDA DISPONIBILIDAD-PARA LA PLANTA.
- 3.- SON MUY ESTABLES EN EL SUELO.
- 4.- SON PRODUCTOS MUY VERSATILES PARA SU APLICACION.
- 5.- SON SOLUBLES EN AGUA.
- 6.- AYUDAN A UNA MEJOR ASIMILACION DE OTROS ELEMENTOS.

EL POLIFOSFATO DE AMONIO 11-31-0-03 ADEMAS-DE TENER LAS VENTAJAS, ANTERIORMENTE DESCRITAS, POR SU CONTENIDO DE AZUFRE TIENE LAS VENTAJAS - DEL SULFATO DE AMONIO, QUE SON DE AYUDAR A CONTRARESTAR EFECTOS DE SALINIDAD Y ALCALINIDAD -- DEL SUELO. ADEMAS DE CORREGIR LAS DEFICIENCIAS-OCACIONADAS POR FALTA DE AZUFRE (20) (11) 912).

H.- METODO Y EPOCA DE APLICACION

- 1.- PRE-SIEMBRA.- SOBRE TERRENOS PREPARADOS ASPERJADOS AL SUELO CON EL APLICADOR DE FOSFORO INYECTADO AL SUELO, SOBRE CULTIVOS ESTABLECIDOS CON EL METODO DE HILERAS.
- 2.- SOBRE PLANTA.- INYECTADO AL SUELO, SOBRE -- CULTIVOS ESTABLECIDOS CON EL METODO DE HILERAS.
- 3.- EN EL AGUA DE RIEGO (20).

I).-CONTENIDO Y FORMAS COMO ACTUAN

EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LOS POLIFOSFATOS-
DE AMONIO 10-34-0 Y 11-31-0-03 ES EL SIGUIENTE:

1 KILOGRAMO DE 10-34-0	1KILOGRAMO DE 11-31-0-03
CONTIENE:	CONTIENE:
34% DE P2O5	31% DE P2O5
10% DE NITROGENO	11% DE NITROGENO
	3% DE AZUFRE (11)

Y ACTUAN, POR LO TANTO, COMO:

- A).- NUTRIENTE
- B).- AUXILIAR PARA UN MAYOR APROVECHAMIENTO DE --
OTROS ELEMENTOS POR LOS CULTIVOS.
- C).- AYUDAN A CONTRARESTAR LA ALCALINIDAD DEL ---
SUELO.
- D).- CORRECTORES DE DEFICIENCIAS DE FOSFORO PARA-
EVITAR:
 - 1.- LENTO CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA.
 - 2.- FLOEMA Y XILEMA POCO DESARROLLADAS.
 - 3.- POCA FLORACION Y FRUCTIFICACION.
 - 4.- MENOS PESO Y TAMAÑO DEL FRUTO.
 - 5.- RETRASO DE LA MADURACION (9) (12).

FERTILIZANTE LIQUIDO SULFATO DE AMONIO

(9-0-0-10)

TECNOLOGIA DE PRODUCTO

EL SULFATO DE AMONIO LIQUIDO CONSTITUYE A LA VEZ UN FERTILIZANTE Y MEJORADOR DE SUELOS CON PROBLEMAS DE SALES DE SODIO.

SU FORMULACION SE REALIZA EN LA MISMA PLANTA DE FOSFORO LIQUIDO 10-34-0 Y 11-31-0-03 MEDIANTE LAS MATERIAS PRIMAS:

- * ACIDO SULFURICO H₂SO₄ (98.5% S).
- * AMONIACO ANHIDRO NH₃ (82%) N.
- * AGUA H₂O

EN SU FORMULACION CADA 100 KGS. DE PRODUCTO -- TRAE LO SIGUIENTE:

9.3 KGS. DE NITROGENO

0 KGS. DE P₂O₅

10.6 KGS. DE S ELEMENTAL

0 KGS. DE K₂O

EL SULFATO DE AMONIO ES UN FERTILIZANTE CON P.H. DE 6.5 A 7.0 Y DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE 1.22-1.25 SU FUNCION ES EL DE SERVIR COMO NUTRIENTE EN LAS PLANTAS (FUENTE DE NITROGENO EN FORMA DE NH₄ Y AZUFRE EN FORMA DE SO₄, Y COMBATIR LOS PROBLEMAS POR SALES DE SODIO (SODICIDAD), POR SU CONTENIDO DE AZUFRE (8).

INICIALMENTE AL MOMENTO DE APLICAR SULFATO DE AMONIO EL P.H. DE LA SOLUCION DEL SUELO SUBE, PERO LA REACCION FINAL ES ACIDA AL EMPEZAR A HIDROLIZARSE ESTE EN EL SUELO (ES EL MAS ACIDIFICANTE DE LOS FERTILIZANTES LIQUIDOS Y SOLIDOS DEL MERCADO (2) (1).

SU ACCION ACIDIFICANTE EN EL SUELO TIENDE A LIBERAR FORMAS QUE EN P.H. ALCALINOS TIENEN POCA O NULA DISPONIBILIDAD, TALES COMO EL FEZN, CUB, HACIEN=DOLA MAS DISPONIBLE PARA LA PLANTA (3).

PARA QUE EL SULFATO DE AMONIO QUE SE HA ELABORADO SE ENCUENTRE EN LA PROPORCION QUE INDICA SU FORMULA DEBE DE TRAER BIEN ESTABLECIDO EL P.H. DE 6.5 A 7.0 Y SU GRAVEDAD ESPECIFICA DEBE DE ANDAR ENTRE -- 1.22 A 1.25 GRS./CM3.

EL SULFATO DE AMONIO UNA VEZ PROCESADO DEBE DE ALMACENARSE EN UN TANQUE, QUE PUEDE SER DE P.V. C. O ACERO AL CARBON. EL TANQUE DE ACERO AL CARBON -- PRESENTA EL INCONVENIENTE DE QUE ES FUERTEMENTE CORROIDO POR LA SOLUCION DEL SULFATO DE AMONIO.

TECNOLOGIA DE PROCESO

EL PROCESO DEL SULFATO DE AMONIO ES MUY -- SENCILLO, NO SE EMPLEA TODA LA MAQUINARIA COMO EN LA PLANTA DE FOSFORO LIQUIDO 10-34-0 Y 11-31-0-03.

LO QUE HAY QUE CUIDAR PARA TENER UN BUEN -- CONTROL DE CALIDAD ES EL DE ELABORAR CON EL P.H. Y -- GRAVEDAD ESPECIFICA YA INDICADOS.

NORMAS APLICABLES AL PROCESO

SE DEBE EMPLEAR ACIDO SULFURICO (H₂SO₄) AL -
98.5% DE PUREZA TEMPERATURA NORMAL.

USO DE AMONIACO ANHIDRO LIQUIDO A TEMPERATURA
NORMAL.

USO DE AGUA A TEMPERATURA AMBIENTE.

LAS TRES MATERIAS PRIMAS SE DEBEN DE MEZCLAR-
EN EL REACTOR DEL SULFATO DE AMONIO, EL CUAL CONSISTE-
EN UN TUBO DE ACERO INOXIDABLE 304 QUE EN LA PLANTA DE
FOSFORO VIENE SIENDO EL TUBO DE LA RECIRCULACION DEL -
PRODUCTO TERMINADO, QUE SE ENCUENTRA ENTRE MEDIO DE LA
BOMBA DE RECIRCULACION Y LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.

DEBE DE EXISTIR UN ENFRIADO DEL PRODUCTO (130°
F) ANTES DE ALMACENARSE EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO,
ESTO SE LOGRA POR RECIRCULACION CONTINUA DEL PRODUCTO-
POR EL REACTOR Y TORRE DE ENFRIAMIENTO (1) (2).

FUNCIONES DEL PRODUCTO

ES UN FERTILIZANTE Y MEJORADOR DE SUELOS AL-
CALINOS CON ALTO P.H. ESTA CONSIDERADO COMO EL FERTI-
LIZANTE MAS ACIDIFICANTE, POR TAL MOTIVO DISUELVE --
CARBONATOS Y LIBERA FOSFORO Y MICRONUTRIENTES AL REA-
CCIONAR CON EL SODIO, QUE ES MENOS TOXICO Y ES MAS -
FACILMENTE LAVADO, ESTO PRODUCE QUE EL SUELO SE AFLO-
JE, SE HAGA MAS PERMEABLE Y ESPONJOSO PERMITIENDO --
UNA MAYOR PENETRACION DEL AGUA DE RIEGO Y UNA MEJOR-
NUTRICION DE LA PLANTA.

DESDE EL PUNTO DE VISTA NUTRICIONAL, EL ION-
SULFATO (SO_4^-) Y EL ION AMONIO (NH_4^+) SON DOS FORMAS-
EN QUE LAS PLANTAS PUEDEN TOMAR INMEDIATAMENTE EL --
AZUFRE Y EL NITROGENO.

LAS FUNCIONES DEL AZUFRE EN LA PLANTA SON:

- 1).- ES NECESARIO PARA LA FORMACION DE PRO--
TEINAS.
- 2).- ES INDISPENSABLE PARA LA ASIMILACION ==
DEL NITROGENO.
- 3).- EN LAS LEGUMINOSAS AYUDA A LA FORMACION
DE NODULOS.
- 4).- FORMA PARTE DE LAS VITAMINAS Y ENZIMAS-
NECESARIAS EN LA RESPIRACION.
- 5).- ESTIMULA LA PRODUCCION DE SEMILLAS (20).

VENTAJAS DEL PRODUCTO

- 1).- PERMITE UN MANEJO MAS FACIL QUE LOS SOLIDOS.
- 2).- POR SU EFECTO RESIDUAL ACIDO LIBERA FOSFORO, POTASIO, Y MICRONUTRIENTES DEL SUELO
- 3).- ES DE RAPIDA Y DE ALTA DISPONIBILIDAD -- PARA LA PLANTA.
- 4).- CONTRARRESTA EL PROBLEMA DE COMPACTACION DEL SUELO.
- 5).- TEMPORALMENTE CONTRARRESTA LA ALCALINIDAD DEL SUELO (20).

METODO Y EPOCA DE APLICACION

- 1).- PRE-SIEMBRA.-COBERTURA TOTAL Y EN BANDA.
- 2).- SOBRE EL CULTIVO:INYECTADO AL SUELO Y EN AGUA DE RIEGO.

PARA PROVOCAR ACIDEZ RESIDUAL QUE PERMITA MAYOR ASIMILACION DE FOSFORO, POTASIO, AZUFRE Y MICRO NUTRIENTES, SE SUGIERE APLICAR DE 100 A 300 LTS/HA.

ESTE PRODUCTO SE PUEDE APLICAR DESDE PRESIEMBRA Y CONTINUAR CON DOSIS COMPLEMENTARIAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO SI ES NECESARIO (20).

CONTENIDO Y FORMA COMO ACTUA

EL CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL SULFATO DE AMONIO LIQUIDO 9-0-0-10 ES EL SIGUIENTE:

1 LITRO DE 9-0-0-10

CONTIENE:

148 GRS. DE NITROGENO (NH_4^+)

393 GRS. DE AZUFRE (SO_4^-)

ACTUA COMO MEJORADOR DE SUELO, CUANDO LA SALINIDAD SEA PRODUCIDA POR SALES COMO CLORURO DE SODIO, CARBONATO DE SODIO, CARBONATO DE CALCIO, O MAGNESIO, SE HACE NECESARIO TRANSFORMARLAS A OTRAS MENOS TOXICAS PARA LAS PLANTAS, QUE PUEDAN SER MAS FACILMENTE LAVADAS. ESTO PUEDE LOGRARSE CON LA ADICION DE AZUFRE EN FORMA DE SULFATO DE AMONIO (1) (2).

III.- C O N C L U S I O N E S

ES INDISCUTIBLE QUE ESTOS PRODUCTOS SE ENCUENTREN REVOLUCIONANDO LA APLICACION DE FERTILIZANTES EN LA REGION DEL NOROESTE DEL PAIS, PUES DADA SU FORMULACION SE HACE MAS FACIL EL MANEJO QUE LOS FERTILIZANTES SOLIDOS, TIENEN ALTA DISPONIBILIDAD Y ASIMILACION PARA LAS PLANTAS, Y SON PERFECTAMENTE ADAPTABLES A LA REGION DEBIDO A SU SUELO ALCALINO, QUE AL UTILIZAR UN FERTILIZANTE LIQUIDO A BASE DE ACIDOS MODIFICA SU P.H. Y AYUDA A QUE OTROS ELEMENTOS SEAN ASIMILABLES ASI -- COMO MEJORAN LA ESTRUCTURA DE LOS SUELOS.

SON UNAS DE LAS MEJORES ALTERNATIVAS QUE SE HA PRESENTADO EN LA MODERNA ACTUALIZACION DEL USO Y MANEJO DE LOS FERTILIZANTES POR LAS CARACTERISTICAS YA-MENCIONADAS Y POR SU MODERADO COSTO DE UTILIZACION.

IV.-LITERATURA CITADA

- 1.- "FLUID FERTILIZER MANUAL"
VOLUMEN 1
B.WOLF, J.FLEMING.J.BATCHELOR 1985.
- 2.- "FLUID FERTILIZER MANUAL"
VOLUMEN 11
B.WOLF, J.FLEMING J. BATCHELOR 1985
- 3.- GREENWALD, D.U. 1957 LINEAR PROGRAMMING.NEW
YORK, THE RONALD PRESS COMPANY.
- 4.- HOPWOOD, L.E. HARWELL,A.O. "SUPER ACID AND-
THE PIPE REACTOR PROCESS", AMERICAN CHEMICAL
SOCIETY PAPER 1973.
- 5.- JERNIGAN, J.D., BOND BOYD, J.A., "USE OF SU-
PER ACID IN FLUID FERTILIZERS", FERTILIZER-
ROUNDTABLE PAPER 1972.
- 6.- MELINE, R.S. LEE, R.G. AND SCOTT, W.C., JR.,
USE OF A PIPE REACTOR IN PRODUCTION OF LI--
QUID FERTILIZERS WHIT VERY HIGH POLIPHOSPHA-
TE CONTENT", FERTILIZERS SOLUTIONS, U.16 #-
2,32-45 (1972).
- 7.- MANN, HORACE C. KENNETH E. MC GILL, AND THO-
MAS M. JONES, "PRODUCTION OF AMMONIUM POLY-
PHOSPHATE SUSPENCION FERTILIZER, PHASE I.--
" I & EC PRODUCT RESEARCH & DEVELOPMENT 21 -
(3) 1982, 488-495 (T.V.A.) REPRINT X-559).
- 8.- MANN, HORACE C., TENNESSEE VALLEY AUTHORITY.
NATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER, MUS-
CLE SHOALS, ALABAMA 35660 APRIL 17-18,1984.

- 9.- MANN, HORACE C., AND R.S. MELINE, U.S.PA-
TENT 4337079, JUNE 29, 1982.
- 10.- PHILEN, O.D., AMMONIUM POLIPHOSPHATES WITH
SOIL MINERALS. SOIL SCI-SOC. AMER. PROC. -
31:196-199
- 11.- SLACK, A.V., J.M. POTTS AND H.B. SHAFFER, -
JR. 1965 "EFFECT OF POLYPHOSPHATE CONTENT -
ON PROPERTIES AND USES OF LIQUID FERTILI-
ZERS. J. AGR.FOOD CHEM. 13;165-171.
- 12.- SUTTON C.D. D. GUNARY, AND S. LARSEN, 1966.
PYROPHOSPHATE AS A SOURCE OF PHOSPHORUS --
FOR PLANTS: HYDROLYSIS AND INITIAL UPTAKE-
BY A BARLEY CROP. SOIL SCI. 101;199-204.
- 13.- "THE POLIPHOSPHATE STORY"
TEXAS GULF, INC. 1989.
- 14.- TEXAS GULF RESEARCH DATA, 1973.
- 15.- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY (T.V.A.)
J. ULISES D. DEMING 1975.
QUE SON LOS POLIFOSFATOS.
- 16.- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY (T.V.A.)
MILTON R. SIEGEL Y RONALD D. YOUNG, 1975
"MATERIALES BASICOS".
- 17.- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY (T.V.A.)
IRANES P. ACHORN Y W.C. SCOTT JR.; 1975
"LOS POLIFOSFATOS EN MEZCLAS".

Am T. 1983

34

- 18.- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY (T.V.A).
E.O. HUFFMAN. 1975
" COMPORTAMIENTO Y PERSPECTIVAS DE LOS --
POLIFOSFATOS".
- 19.- W.L. HILL, IN "THE CHEMISTRY AND TECH NO-
LO GY OF FERTILIZERS (V.SAUCHELLI, ED.), -
REINHOLD, NEW YORK 1970 PP. 116-128.
- 20.- WESTERN FERTILIZER HANDBOOK 1987.