

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERIA QUIMICA
E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS**



**FABRICACION DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL**

P R E S E N T A N
JESUS ARMANDO ACOSTA AGUILAR
ROBERTO RAUL HIDALGO GONZALEZ
PEDRO LIRA RODARTE
JAIME PALOMARES MENDOZA

MEXICO, D. F.

DICIEMBRE 1984



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

DIVISION DE SISTEMAS DE TITULACION

SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

México, D. F. Octubre 19, de 1984

JESUS ARMANDO ACOSTA AGUILAR.
ROBERTO RAUL HIDALGO GONZALEZ.
PEDRO LIRA RODARTE.
C. JAIME PALOMARES MENDOZA.
Pasante de Ingeniero QUIMICO INDUSTRIAL. 1976-1980
Presente

El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional en la opción **TESIS COLECTIVA.**

es propuesto por el C. **ING. JOSE ANTONIO MAGAÑA PEREZ.** quien será el responsable

de la calidad de trabajo que usted presente, referida al tema "

" **FABRICACION DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.** "

el cual deberá usted desarrollar de acuerdo con el siguiente orden

RESUMEN.

- I.- INTRODUCCION.
 - II.- GENERALIDADES.
 - III.- REACCIONES ESTEQUIOMETRICAS.
 - IV.- DESCRIPCION DEL PROCESO.
 - V.- SELECCION DEL EQUIPO PRINCIPAL.
 - VI.- CONTROL DE CALIDAD GRANULOMETRICO.
 - VII.- CONSIDERACIONES ECONOMICAS.
 - VIII.- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

ING. RUBEN LEMUS BARRON.

El Jefe del Departamento de Opcion

ING. JOSE ANTONIO MAGAÑA PEREZ.

El Profesor Orientador

ING. RUBEN LEMUS BARRON.

El Jefe de la Division de
Sistemas de Titulacion

DR. GUILLERMO SUAREZ.

El Director de la



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS EXTRACATIVAS

SECRETARIA
 DE
 EDUCACION PUBLICA

México, D F. a 26 de noviembre de 1984.

JESUS ARMANDO ACOSTA AGUILAR
 ROBERTO RAUL HIDALGO GONZALEZ
 PEDRO LIRA RODARTE
 C. JAIME PALOMARES MENDOZA
 Pasante de Ingeniero QUIMICO INDUSTRIAL
 Presente

Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted que, habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente, denominado " FABRICACION DE FERTILIZANTES NITROGENADOS"

.....

 encontramos que el citado trabajo y/o proyecto de tesis, reúne los requisitos para autorizar el Examen Profesional y proceder a su impresión según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

Atentamente
 JURADO

.....

 C. ING. JOSÉ ANTONIO MAGAÑA PÉREZ
 (PROF. ORIENTADOR)

.....

 C. ING. JORGE IBARRA OLVERA

.....

 C. ING. RUBEN LEMUS BARRON

dash.

DEDICATORIA

SOLO LECTURA

A mis amigos y a mis discipulos de escuela.

A todas las personas e instituciones que hicieron posible mis estudios y realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

ESPECIAL

SOLO LECTURA

A los Ings. Rubén Lemus Barrón,
José Antonio Magaña Pérez, Jorge
Ibarra Olvera, por su decisiva
intervención y dirección en esta
tesis.

T E S I S

FABRICACION DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

I N D I C E

RESUMEN

- I.- INTRODUCCION
- II.- GENERALIDADES
- III.- REACCIONES ESTEQUIOMETRICAS
- IV.- DESCRIPCION DEL PROCESO
- V.- SELECCION DEL EQUIPO
- VI.- CONTROL DE CALIDAD
- VII.- CONSIDERACIONES ECONOMICAS

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

Fabricación de Fertilizantes Nitrogenados.

El presente trabajo nos sitúa en la selección de los nutrientes requeridos por los subsuelos de las zonas agrícolas. Se presenta en siete capítulos que describen en una forma ordenada y lógica los distintos factores que contribuyen a la selección de un fertilizante, desde su fabricación hasta su aplicación, detallados de la siguiente manera:

- Una introducción que señala el objetivo principal, ubicándonos en el tema de los fertilizantes y su importancia que tienen el desarrollo económico del país.

- En el capítulo II se muestran los elementos que en forma de compuestos fortalecen con sus propiedades, las tierras agrícolas, los tipos de fertilizantes existentes, su clasificación en función de su contenido de Nutriente (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), de su estado físico, forma de aplicación a su composición y por su disolución.

También se describen los principales factores que se deben tomar en cuenta cuando los agricultores se deciden a usar un fertilizante como son: los Factores Ecológicos (Reacción del suelo, Textura del suelo, Humedad, Clima, Temperatura y Precipitaciones) y Factores Genéticos.

El Presente capítulo también contempla un estudio de los principales fertilizantes nitrogenados, sobre su forma de aplicación, propiedades principales y su consumo en el país.

- La Mecánica-Química y su aplicación tecnológica queda - -
demostrada en el capítulo número III, por sus reacciones --
Químicas mediante los mecanismos estequiométricos.

- En el Capítulo IV se hace la descripción de los procesos
de fabricación de la Urea por considerarse la importancia -
que reviste su elaboración en virtud de la demanda existen-
te y de las ventajas que se tiene en su aplicación.

- La Selección del equipo principal se trata en el capítulo
V. Esta fué hecha en base a las tecnologías existentes en -
función del volúmen exigido por las demandas reales en el -
país.

- Un VI capítulo fué realizado para describir el control de
calidad extricto y disciplinado que se requiere en la fabrica
ción de la Urea.

- Finalmente el capítulo VII nos muestra un análisis econó-
mico comparativo con la finalidad de evaluar la ventaja que
se obtiene en la fabricación de la Urea.

I.- INTRODUCCION

SOLO LECTURA

Los Fertilizantes, en una agricultura floreciente son un factor cuya importancia va creciendo sin cesar. Son indispensables para el mantenimiento de la Fertilidad del suelo y para la reducción del costo unitario de producción de las cosechas.

Los fertilizantes tienen un alto valor social y económico - en el desarrollo y mantenimiento de una civilización eficiente.

Frecuentemente son considerados como una ayuda para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, lo suficiente para - permitir que variedades de plantas mejoradas se puedan cultivar con beneficios económicos mayores en sistemas de agriculturas modernas. La Industria de los fertilizantes ha jugado - un papel vital al favorecer y asegurar la producción de alimentos diversos.

Sin embargo la mayor parte del territorio nacional no se fertiliza y aún en las zonas donde se hace es inadecuado o irracional el empleo de los fertilizantes. Esto es debido al subdesarrollo tecnológico con que se cuenta, al desconocimiento de los tipos de Fertilizantes existentes, a una serie de factores técnicos y económicos como son: Costo de producción, - - Tecnologías de fabricación existentes, Técnicas de aplicación, Clima, Textura del suelo, factores genéticos.

En el presente trabajo se realiza un Análisis conjunto de los factores mencionados, haciendo referencia principalmente a los relacionados con la urea por ser el fertilizante que mayor - aceptación y demanda tiene en la actualidad a nivel nacional e Internacional.

II.- GENERALIDADES

2.1. FERTILIZANTES.

2.2. TIPOS DE FERTILIZANTES

2.3. USOS Y APLICACIONES

2.4. PRINCIPALES FERTILIZANTES NITROGENADOS

2.5. CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.

2.1. FERTILIZANTES

Por lo común, se piensa en el fertilizante como algo que independientemente de su composición, cuando se aplica a la tierra hace crecer mejor a las plantas. En realidad, el fertilizante contiene uno, o más, de los tres nutrientes primarios para las plantas; nitrógeno (N), fosfato aprovechable - - - (P_2O_5), y potasa (K_2O) y cada uno de estos nutrientes tiene una función importante en el crecimiento de una planta.

Los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas se pueden clasificar de la siguiente manera.

- A) ELEMENTOS MAYORES O PRIMARIOS. NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
- B) ELEMENTOS SECUNDARIOS. Calcio, Magnesio y Azufre.
- C) ELEMENTOS MENORES. Cobre, Manganeso, Fierro, Boro, Zinc, - - -
Molibdeno.

Todos los suelos contienen algunos de los nutrientes esenciales para las plantas, pero el agregar los que no contienen se le llama fertilización y se considera como tal al agregar -- por lo menos uno de los elementos mayores.

El nitrógeno, fósforo y potasio se llaman elementos mayores - porque son utilizados en grandes cantidades por las plantas - y son los que limitan la producción del suelo, la función de cada uno de ellos se menciona a continuación.

El nitrógeno comprende 16 - 18% de las proteínas de las plantas y de otros compuestos afines, por consiguiente el protoplasma. La clorofila, que es el pigmento verde de las plantas, tiene una estructura compleja de anillos en la cual cuatro átomos de nitrógeno ocupan posiciones de enlace. La falta de nitrógeno en las plantas se puede apreciar por el crecimiento reducido y la ausencia de color verde saludable.

El fósforo constituye uno de los diversos compuestos orgánicos de las plantas, como el ácido nucleico y los fosfolípidos (fosfáticos). La ausencia de fósforo impide la síntesis de estos compuestos con la consiguiente disminución en la actividad de división de las células y de la producción de semillas. Podemos decir que el desarrollo de las raíces y la pronta madurez de las cosechas depende del fósforo.

El potasio a diferencia de los elementos mayores, no se sabe si es un componente real de los compuestos orgánicos del protoplasma vegetal. Tampoco se utiliza para la construcción de los componentes de las células, pero hay la probabilidad que el papel que desempeñe sea regulador o catalítico.

- 1) En el transporte de los carbohidratos.
- 2) En la síntesis de azúcares sencillos, almidones y fibras.
- 3) En la reducción de los nitratos.
- 4) En la síntesis de las proteínas especialmente en tejidos en crecimiento.
- 5) En la división de las células.

El potasio proporciona vigor y resistencia a las enfermedades y es de suma importancia para algunas plantas productoras de almidón y fibra como las patatas, la remolacha azucarera, el algodón y para las leguminosas en especial la alfalfa.

El calcio, el magnesio y el azufre son elementos secundarios. Aunque las plantas utilicen estos elementos en cantidades -- considerables no es posible que limiten su desarrollo vegetal en la mayoría de los suelos como los tres elementos principales.

El calcio desempeña gran variedad de funciones en el crecimiento de las plantas:

- 1) Estimula la resistencia a las enfermedades
- 2) Facilita la neutralización formando compuestos relativamente insolubles de ácido oxálico y otros ácidos orgánicos formados como subproductos del metabolismo de las células.
- 3) Un abastecimiento adecuado de calcio en el suelo es necesario para la inoculación completa de las leguminosas con sus bacterias en los nódulos de las raíces.
- 4) En forma de pectato cálcico, el calcio funciona como componente del material de las paredes de las células.
- 5) Para reducir el nitrógeno de los nitratos en el interior de la planta, es necesario el calcio, pero se desconoce la mecánica de la reacción.
- 6) El calcio es muy eficaz para contrarrestar el desequilibrio en el abastecimiento de otros cationes a la planta.

El azufre está contenido en muchas proteínas vegetales. El desarrollo de la clorofila se retarda se transforma en un color verde oscuro cuando se aplica azufre en forma de sulfato en las zonas de las raíces o es absorbido anhídrido sulfuroso a través de las hojas. Los olores y sabores de algunas especies vegetales como la cebolla y el ajo provienen de compuestos de azufre.

El magnesio es un componente de la molécula de clorofila la cual es una pequeña fracción del magnesio total de las hojas. Para impedir la descomposición de la clorofila el contenido total de magnesio debe ser varias veces la cantidad presente en la clorofila. Se cree también que es necesario para la producción de carbohidratos y su transporte en el seno de la planta.

El cobre, el magnesio, el hierro, el boro, el zinc, y el molibdeno forman el grupo de los elementos menores. Al parecer estos elementos no tienen mucha importancia en la nutrición vegetal -- sino que se han llamado así por las cantidades tan pequeñas -- en las que se encuentran en las plantas pero son tan necesarios como los elementos principales. Su función es de catalizadores pero no se conoce exactamente la naturaleza de esa función. Hay pruebas de que los elementos menores funcionan como activadores de enzimas y sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas en la síntesis y la utilización dentro de la planta de muchos compuestos orgánicos temporales y permanentes. También pueden actuar directamente como catalizadores en la síntesis y descomposición de compuestos orgánicos.

Casi todos los cultivos, en todas las tierras, responden favorablemente a la aplicación de fertilizantes que contengan -- uno o más de los tres elementos alimenticios primarios. Algunos cultivos no se desarrollarán en absoluto, sobre algunos suelos, sin la ayuda de fertilizantes; y la deficiencia de -- sólo uno de los elementos alimenticios puede detener o reducir el crecimiento hasta niveles nada satisfactorios. Este -- hecho destaca la importancia del balanceo apropiado de los -- nutrimentos en el fertilizante para determinados cultivos y suelos.

Lo más importante es que la mayoría de los cultivos, en la -- mayor parte de los suelos, responden provechosamente a la apli cación de fertilizante. El fertilizante se puede utilizar -- también para prevenir o reducir la erosión del suelo. Los fer tilizantes no solo elevan los rendimientos, sino que, cuando -- se usan adecuadamente, también mejoran el color de los frutos y de las flores, aumentan el contenido de proteínas, minerales y vitaminas en los alimentos. Estos hechos constituyen la ba-- se de la industria de los fertilizantes.

2.2. TIPOS DE FERTILIZANTES

Los fertilizantes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- A) En función de su contenido nitrógeno, fósforo y potasio.
- B) En función de su estado físico
- C) En función de su forma de aplicación.
- D) De acuerdo a su composición.
- E) Por su disolución.

A) En función de su contenido nitrógeno, fósforo y potasio.

Las plantas no pueden hacer uso de los alimentos primarios en forma natural o elemental. El nitrógeno es un gas incoloro -- el fósforo elemental se inflama cuando se expone al aire. El potasio elemental es un metal gris que se quema violentamente en contacto con el agua.

Para ser aprovechables por las plantas, estos elementos alimenticios deben asociarse con otros elementos determinados en -- forma de compuestos químicos específicos. Debido a esto la -- cantidad presente del elemento nutritivo, en cualquier forma -- de sus compuestos, es solamente una parte total de éstos.

En virtud de lo anterior los fertilizantes se clasifican de -- acuerdo a su contenido N, P, K de la siguiente manera:

a) Grupo de nitrogenados	Fórmula	contenido de nu-- triente.
Amoniaco anhidro	NH_3	82.0% de N_2
Urea	$\text{NH}_2\text{-CO - NH}_2$	46.0% de N_2

b) Grupo de fosforados

Superfosfato simple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	20.0 de P_2O_5
Superfosfato triple	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	46.0 de P_2O_5
DAP		
Complejos NPK		

c) Grupo de Potásicos

Cloruro de Potasio	KCl	60.0 de K
Sulfato de Potasio	K_2SO_4	50.0 de K
Complejos NPK		

Por su contenido de P_2O_5 a estos fertilizantes se les considera dentro del grupo de los fosforados, aunque también contienen nitrógeno.

B) En función de su estado físico:

De acuerdo al estado físico los fertilizantes se clasifican en:

- a).- Sólidos
- b).- Líquidos
- c).- Gaseosos

a).- Fertilizantes Sólidos

Los fertilizantes sólidos según el tamaño y las características que presentan pueden ser:

- 1.- Aperdigonados
- 2.- En forma de polvos
- 3.- Cristalizados

Estos tipos de fertilizantes se formulan para proporcionar elementos primarios, secundarios y micronutritivos en forma lenta y de larga duración.

Los fertilizantes en forma Aperlacionado y granulares son los más utilizados, siendo los más comunes:

- Urea.- Se presenta en forma granulada y Aperlacionado, siendo la segunda la que tiene un mayor uso por su elaboración económica.

- Nitrato de Amonio.- Es un producto de color blanco o crema que se presenta en forma granular o de esferas, recubierto generalmente para reducir la absorción de humedad.

- Fosfato de Amonio.- Se presenta en forma granulada de color gris oscuro semejante a la apariencia del superfosfato simple.

- Mezclas.- Ocupan un lugar importante en la agricultura.- Se producen mediante la mezcla o la combinación mecánicas de materiales fertilizantes para dar el índice deseado N-P-K de alimento para las plantas. Algunas fórmulas comprenden un contenido añadido de elementos secundarios y micronutritivos.

b).- Fertilizantes Líquidos.

El amoniaco anhidro líquido, el agua amoniaca, las soluciones de amoniaco, las soluciones de nitrógeno y las mezclas fertilizantes líquidas son las principales formas de fertilizantes líquidos.

- Soluciones de nitrógeno.- Se encuentran en el mercado muchos tipos diferentes de soluciones de nitrógeno. En general cada una de las muchas compañías que las fabrican tienen un folleto con la descripción de la composición y propiedades de sus propias soluciones. Las soluciones de "no presión" -- (NP) contienen nitrato de amonio, urea y/u otros compuestos nitrogenados solubles, pero no amoniacos. Las soluciones de -- baja presión (LP) contienen algo de amoniacos y tienen presiones manométricas hasta de 1.4 Kg/cm² a 39.6°C; pueden contener otros compuestos nitrogenados, además del amoniacos. Las - soluciones de presión media (MP) contienen amoniacos suficientes, además de otros materiales, para producir presiones de -- 1.4 a 7 Kg/cm². Las soluciones de alta presión (HP) se refieren solamente al amoniacos anhidro, el cuál ejerce presiones - mayores de 7 Kg/cm².

Aparte de las soluciones nitrogenadas que están hechas para aplicación directa al suelo, se ha creado una gran variedad de soluciones nitrogenadas para usarse como ingredientes en la producción de fertilizantes mezclados.

Mezclas fertilizantes líquidas. Se emplean dos métodos generales en la fabricación de fertilizantes líquidos: los procesos de mezcla y los de neutralización. El proceso de mezcla y los de neutralización. El proceso de mezcla es un sistema simple de disolución en agua de las cantidades correctas de materiales sólidos alimenticios para las plantas, tales como los fosfatos de amonio, la urea, el nitrato de amonio, el cloruro de potasio, para obtener el grado deseado de N-P-K.

El proceso de neutralización es utilizado más ampliamente.--

Se trata de la neutralización del ácido fosfórico con amoníaco. Se hacen reaccionar soluciones de ácido fosfórico con -- amoniaco anhidro o agua amoniaco; nitrato de amoniaco; urea amoniaco y soluciones de urea-nitrato de amonio. Dependiendo del porcentaje de grado N-P-K que sea necesario, pueden añ-- dirse también fuentes sólidas de nitrógeno, fósforo y potasio.

- Suspensiones fertilizantes.- Con el fin de desarrollar - - mezclas líquidas de análisis más elevado y también para ha - cer posible la utilización de ácido fosfórico verde, de bajo costo. El proceso involucra la preparación de una mezcla - - preaglutinadora de ciertas arcillas y otros materiales que - provocan la aglutinación.

Esta mezcla se añade a los materiales fertilizantes durante la mezcla. Este agente añadido de suspensión mantiene las -- impurezas y los pequeños cristales en un fluido cremoso, -- que impide que se depositen, permitiendo así concentracio-- nes de materiales nutritivos para las plantas de hasta 40%.

- Fertilizantes orgánicos líquidos.- Algunas de las prepara - ciones líquidas se fabrican sólo de sales inorgánicas.- - Pueden formularse mediante el uso de materiales.

Los materiales fertilizantes: urea, eurea-formaldehído y cia namida de calcio proporcionan nitrógeno orgánico sintético no proteínico. Se usan como ingredientes de algunas de esas preparaciones líquidas.

El nitrógeno proteico, derivado de fuentes naturales, tiene un lugar bien definido en la composición de materiales fertilizantes líquidos orgánicos. Un concentrado conocido como "goma de pescado", derivado de materiales líquidos de desecho de las enlatadoras de pescado, se utiliza como fuente de nitrógeno orgánico. Los desperdicios de empresas empacadoras, tales como la sangre líquida, se utiliza también en las fórmulas de algunos fertilizantes líquidos.

- Soluciones de fósforo y potasio.- El potasio, para la formulación de mezclas fertilizantes líquidas es suministrado principalmente en la forma de cloruro de potasio (muriato de potasio).

c).- Fertilizantes gaseosos.

El único fertilizante que existe en forma gaseosa es el amoníaco anhidro hecho por la combinación del nitrógeno del aire con hidrógeno de cualquiera de las varias fuentes, es el punto de partida para una multitud de fertilizantes.

Se produce por compresión de nitrógeno purificado e hidrógeno, ambos en proporciones adecuadas, con la presencia de un catalizador, en lo que se conoce como plantas de fijación de nitrógeno. En condiciones normales, el amoníaco es un gas que se licua cuando se enfría o se somete a presión alta. Para emplearlo como fertilizante, el amoníaco anhidro se puede inyectar, bajo su propia presión, directamente al suelo, o bien elaborarse en compuestos líquidos o sólidos para aplicarlos-

directamente al suelo; también se puede usar en la fabricación de fertilizantes mezclados.

C) CLASIFICACION DE LOS FERTILIZANTES EN FUNCION DE SU FORMA DE APLICACION.

Por su forma de aplicación los fertilizantes se pueden dividir en:

a).- Fertilizantes reticulares.

b).- Fertilizantes foliares.

a).- Fertilizantes reticulares.- En este tipo de aplicación los fertilizantes son colocados en los bordos de las plantas en un plano horizontal, donde se desarrollarán las raíces, en forma de hileras, franjas o esparcimiento. La penetración en la zona de alimentación de las raíces se efectúa por medio del riego o por medio de las lluvias.

b).- Fertilizantes foliares.- Estos tipos de fertilizantes (líquidos o secos) son esparcidos sobre las hojas de las plantas por medio de compresoras o por aviones. Durante muchos años se han utilizado las aspersiones foliares de elementos nutritivos para las plantas.-Este método ha demostrado ser apropiado para la fertilización de cultivos tales como los cítricos, las piñas, la caña de azúcar y los plátanos. Sin embargo, no es un método para proporcionar elementos nutritivos a la mayoría de los cultivos por lo que las aplicaciones principales deberán hacerse al suelo (en forma reticular).

D) CLASIFICACION DE LOS FERTILIZANTES DE ACUERDO A SU COMPOSICION.

De acuerdo a su composición se pueden dividir en:

a).- Fertilizantes simples.

b).- Fertilizantes compuestos

a).- Fertilizantes simples.-Estos contienen no más de un elemento primario alimenticio(nitrógeno,fósforo - - - potasio).

b).- Fertilizantes compuestos.-Con el objeto de que todos los elementos necesarios se puedan aplicar a la vez,- se pueden combinar dos o más,materiales fertilizantes simples o básicos, ya sea químicamente o por mezcla - para formar lo que se conoce como "Fertilizantes mezclados o compuestos". Un fertilizante que contenga -- los tres nutrientes primarios para la planta es decir: nitrógeno,fósforo y potasio: se conoce como "Fertilizante completo " .

Designación de los grados de un fertilizante.

El análisis de un fertilizante que da la garantía de contener uno o más de los tres nutrientes primarios se designa mediante el sistema de tres números,separados entre si por guiones- que expresan el porcentaje de cada uno en la mezcla o combinación. Cada análisis de estos recibe comunmente el nombre de - grado.Este sistema se usa universalmente para los fertilizantes mezclados o compuestos,pero pueden usarse también para -- los materiales simples.

Nitrógeno.- El porcentaje de nitrógeno se establece en términos de su forma elemental (N).

Fosfato aprovechable.- El porcentaje de fosfato es el usado para establecer el equivalente de fósforo, también es llamado óxido fosfórico (P_2O_5).

Potasa.- (K_2O) Es el término que se aplica al óxido de potasio.

Ejemplos.- Los porcentajes de los tres elementos alimenticios primarios se presentan siempre en el mismo orden: 1) Nitrógeno (N), 2) Fosfato aprovechable (P_2O_5), 3) Potasa (K_2O) Así :

Fertilizante 10 -10 -10. Este fertilizante garantiza un contenido mínimo de 10% de nitrógeno (N), 10% de fosfato aprovechable (P_2O_5) y el 10% de potasa (K_2O).

Fertilizante 20-10-5. Este fertilizante garantiza un contenido mínimo de 20% de nitrógeno (N), 10% de fosfato aprovechable (P_2O_5) y el 5% de potasa (K_2O).

0-20-0. Este fertilizante garantiza un 20% de fosfato aprovechable.

33.5-0-0 Este fertilizante garantiza un 33.5 de nitrógeno - - aprovechable.

0-0-62 Este fertilizante garantiza un 62% de potasa.

E) CLASIFICACION DE LOS FERTILIZANTES DEBIDO A SU DISOLUCION

Por su disolución los fertilizantes pueden ser de:

- a) Disolución lenta.
- b) Disolución rápida.

a).- Disolución lenta.- Los hortelanos, los jardineros, cultivadores de flores y silvicultores, han experimentado durante mucho tiempo la necesidad de contar con materiales fertilizantes que proporcionen una alimentación a largo plazo, sin el riesgo de causar daño a las plantas, originando que se fabricarán fertilizantes de disolución lenta y de larga duración.

La urea-formaldehído es una forma orgánica, sintética y no proteínica de nitrógeno. Esta urea de metileno es en cierto punto insoluble, su nitrógeno se encuentra en una forma tal que sólo puede ser asimilada con lentitud. Cuando la razón del formaldehído a la urea aumenta en la producción de urea-formaldehído, la solubilidad en el agua disminuye, reduciendo así la disponibilidad del nitrógeno.

Se producen píldoras o tabletas para proporcionar elementos primarios, secundarios y micronutritivos.

En otro proceso se cubren los materiales fertilizantes granulados con una membrana resinosa que controla el ritmo al que los elementos nutritivos para las plantas pasan a la solución del suelo.

b).- Disolución rápida.- Son aquellos que tienen una alta solubilidad en el agua y son de gran ayuda para la preparación de soluciones iniciadoras y aspersiones foliares.

Algunos de ellos son: Nitrato de amonio, Sulfato de amonio -- Nitrato de Calcio, Fósforo diamónico, Fósforo monoamónico, -- Nitrato de sosa, Nitrato de potasio, Superfosfato simple, -- Superfosfato triple, Urea.

Para nombrar un fertilizante es necesario referirse a las --
diferentes clasificaciones, como por ejemplo:

AMONIACO ANHIDRO-Nitrogenado-Gas-Reticular-Simple-Disolución
rápida.

UREA-FORMALDEHIDO-Nitrogenado-Sólido-Reticular-Simple-Disolu
ción lenta.

COMPLEJOS NPK- Sólido-Reticular-Compuesto-Disolución rápida.

NITRATO DE AMONIO-Nitrogenado-Líquido-Foliar-Disolución - --
rápida-Simple.

CLORURO DE POTASIO-Potasio-Líquido-Reticular-Disolución rá -
pida-Simple.

2.3. Usos y aplicaciones de los Fertilizantes.

Los agricultores se enfrentan a muchos problemas cuando se deciden a usar un fertilizante. Las preguntas que suelen hacerse son: ¿Qué fertilizante se puede usar? ¿Qué cantidad es necesaria? ¿Cuándo debe efectuarse la aplicación? ¿Dónde debe hacerse la aplicación?.

No existe ningún método que sea el más apropiado para todos los suelos y todos los cultivos y, con frecuencia, una combinación de métodos es la que da mejores resultados desde el punto de vista económico. La diversidad extrema de tipos de suelos, muchas variedades de cultivos, las variaciones climáticas, son factores que complican el problema.

Los factores a tomar en cuenta se pueden clasificar en dos: Los relacionados con el suelo (ecológicos), y los relacionados con las plantas (genéticos).

2.3.1. FACTORES ECOLOGICOS

Las propiedades del suelo y los efectos de la fertilización guardan estrechas relaciones; la correcta dosificación de los fertilizantes contribuye esencialmente al aumento de la fertilidad del suelo. La finalidad de cada tratamiento no es solamente la de alcanzar un aumento temporal en el rendimiento, sino de mantener y mejorar simultáneamente la fertilidad del suelo. Para tal fin deben ser considerados los siguientes parámetros.

A) REACCIÓN DEL SUELO (pH). Los valores pH comprendidos entre 6 y 7 resultan ser los más favorables para el aprovechamiento de la mayoría de los nutrientes, sin embargo es necesario tomar en consideración las exigencias específicas de las plantas.

El buen encajado del suelo y el cambio de pH que ello ocasiona son necesarios para la obtención de una favorable respuesta de los fertilizantes.

En los suelos ácidos deberá dárse prioridad a los fertilizantes alcalinos, en tanto que en los suelos alcalinos deberán emplearse, fertilizantes ácidos.

Las calidades ordinarias con nitrógeno, ácido forfórico y potasa pueden formularse como abonos "que forman ácido" y abonos que "no forman ácido". Algunos materiales fertilizantes, aunque dan por sí mismos una reacción neutra, se sabe desde hace tiempo que cambian la reacción del suelo al que se aplican. Estos materiales se llaman "fisiológicamente ácidos" o "fisiológicamente básicos".

La mayoría de las sales de amonio y casi todos los abonos nitrogenados son fisiológicamente ácidos. Las sales de amonio son ácidas por hidrólisis. Además, la nitrificación por los microorganismos del suelo convierte el amoniaco en ácido nítrico. Por este mecanismo, incluso el amoniaco es fisiológicamente ácido. Los nitratos de sodio y calcio son fisiológicamente básicos, ya que a medida que los iones de nitrato

son absorbidos por la planta, queda en el suelo cierta cantidad de residuos alcalinos.

La acidez y la basicidad, producidas en el suelo por los fertilizantes, se expresa en forma de kilogramos de CaCO_3 por unidad de nutriente, equivalentes a la base producida o suficientes para neutralizar el ácido producido. La tabla 2.1. muestra cifras de acidez o basicidad hayadas experimentalmente.

Las propiedades de los abonos mixtos desde el punto de vista de la formación de ácidos son especialmente importantes en los suelos en los que de ordinario no se aplica caliza.

Cuando se aplica regularmente cal a suelos ácidos o alcalinos no tiene importancia que el fertilizante sea formador de acidez. Para neutralizar la acidez fisiológica, se forman fertilizantes no formadores de ácidos.

TABLA 2.1

ACIDEZ Y BASICIDAD DE LOS ABONOS

M A T E R I A S	NITROGENO %	EQUIVALENTE DE ACIDEZ O BASICIDAD.	
		Kg. de CaCO ₃ / Ton. por 1 uni- dad de nitró- geno.	Kg. de CaCO ₃ por 100 Kg. de producto.
COMPUESTOS DE NITROGENO			
Amonio, nitrato	33.5	18	60
Amonio, sulfato	20.5	53.5	110
Amonio, fosfato	11.0	53.5	59
Amonio, fosfato-sulfato	16.5	53.5	88
A-N-L (o Cal-Nitro)	20.5	0	0
Cianamida	22	28.5B	63B
Nitrato de sodio y potasio	14	18 B	25B
Nitrato de potásico	13	18 B	23B
Nitrato de sódico	16	18 B	29B
Uramón	42	18	75
SOLUCIONES AMONIATANTES			
Sol.amoniante I	40.6	18	73
Sol.amoniante II	40.8	18	73
Sol.amoniante III	37.0	18	67
Amoniaco anhidro	82.2	18	148
Licor B	24.7	18	45
Licor A urea-amoniaco	45.5	18	82
Licor B urea-amoniaco	45.5	18	82
Licor C urea-amoniaco	37.0	18	67
Licor D urea-amoniaco	37.0	18	67
Licor 37urea-amoniaco	37.0	18	67
COMPUESTOS ORGANICOS NATURALES			
Bagazo de ricino	5.5	9.5	6
Harina de cáscara de cacao	2.5	5-5B	2-2B
Harina de torta de semilla de algodón	2.0	156B	31 B
Milorganita	7.0	14.5	10
Cáscaras de cacahuete	0.4	87.5B	3 B
Harina de residuos animales	6-10	15-15B	15-12B
Harina de desperdicios de cocina	2.5	25B	7 B
Harina de digestor enrique- cida.	9.0	17	16
Tallos de tabaco (elaborados)	1.7	150B	25 B
FOSFATO			
Superfosfato	-	-	0
Superfosfato	-	-	0
Fosforita	-	-	10 B

MATERIAS	NITROGENO %	EQUIVALENTE DE ACIDEZ O BASICIDAD.	
		Kg. de CaCO ₃ a/ Ton. por 1 uni dad de nitró- geno.	Kg. de CaCO ₃ a por 100 Kg. de producto.
SALES POTASICAS			
Silvinita			
Cloruro potásico		Neutras, no	
Sulfato potásico		formadoras	
Sulfato potásico magnésico		de ácido.	
MATERIAS DIVERSAS			
Caliza dolomítica	-	-	90-100B
Caliza	-	-	80-95 B
Cal hidratada	-	-	105-125B
Dolomita calcinada	-	-	95-110B
Oxido magnésico	-	-	225-250B
Yeso, kieserita, sulfato cúprico y sulfato manga noso.	-	-	Neutro no acidifican te.
Bórax	-	-	50-59 B

^aB indica equivalente de basicidad en vez de equivalente de -
acidez.

La caliza con un contenido elevado de calcio no es conveniente, porque tiende a convertir el ácido fosfórico asimilable en la forma insoluble en citrato amónico. Las calidades ordinarias de fertilizantes se preparan fácilmente de modo que no formen acidez. Sin embargo, en las fórmulas de las mezclas de análisis alto queda poco espacio para incluir suficiente material neutralizante. El uso de estas mezclas en suelos ácidos exige, por consiguiente, el encalado del suelo como operación normal.

En la tabla 2.2. se dan algunos ejemplos de fórmulas de una mezcla ordinaria acidificante, una mezcla no acidificante y una mezcla de análisis alto formadora de ácido.

TABLA 2.2. Ejemplos de fórmulas de fertilizantes mixtos.

C O M P O N E N T E	6-12-6 acidifi cante.	6-12-6 no acidi ficante.	10-20-10 acidificante
Solución amoniatante 40.8% N Kg.	70	70	115
Sulfato amónico 20.5% N Kg.	153	153	90.5
Nitrato amónico 32% N Kg.	-	-	108
Superfosfato 19% P ₂ O ₅ Kg.	631.5	243	- -
Superfosfato triple 45% P ₂ O ₅ Kg.	-	164	444.5
CLORURO POTASICO 60% K ₂ O Kg.	100	100	167
HARINA DE CASCARA DE CACAHUATE.	45.5	50	75
DOLOMITA	-	220	- -

B) TEXTURA DEL SUELO

La textura hace referencia a la proporción relativa, que hay en el suelo de partículas minerales clasificadas por tamaño: de mayor a menor; de la que se establecen tres fracciones: Arena, Limo y Arcilla. Las distintas combinaciones entre estas tres fracciones forman los diferentes tipos de texturas.

Si en el suelo hay mayor proporción de elementos gruesos, como la arena, se tendrá un suelo de textura gruesa; si predominan los elementos finos como la arcilla, se habla de textura fina; cuando existe un equilibrio entre los tres tipos de partículas o al menos hay dos en proporción; se denominan suelos francos, los cuales son los más adecuados para el cultivo y uso de fertilizantes.

C) HUMEDAD DEL SUELO

La humedad, considerada como la capacidad del suelo para retener el agua, es un factor importante en el crecimiento de los microorganismos y en la velocidad de descomposición de la materia orgánica; además favorece la disolución de los fertilizantes y de esa manera las plantas pueden absorber los nutrientes contenidos en estos productos. Aunque el estado de humedad del suelo varía constantemente se puede distinguir los siguientes tipos:

SUELO SATURADO. - Se da cuando el agua ocupa todos los espacios libres del suelo, lo que ocurre después de un riego o de una lluvia. En caso de que el suelo no sea muy permeable o si se tiene mucha pendiente, el agua escurrirá por la superficie-

sin ser aprovechada y causará daños al suelo al arrastrar - las partículas de la superficie. Tal estado no es conveniente para el desarrollo de los cultivos.

CAPACIDAD DE CAMPO.- Cuando por gravedad, el suelo ha eliminado toda el agua en exceso, tiene entonces la máxima cantidad de agua que es capaz de retener, pues ocupa los microporos, en tanto que el aire ocupa los macroporos, este es el -- óptimo estado para la aplicación de los fertilizantes, ya que el agua diluye la cantidad máxima de los nutrientes contenidos que puede ser fácilmente aprovechable para las plantas.

SUELO SEMIHUMEDO.- Este es el caso más frecuente. El suelo - tiene una humedad inferior a la capacidad de campo, debido a la evaporación ; La superficie del suelo se halla seca por efecto de la evaporación, y cada vez es menor la cantidad - de agua que rodea las partículas del suelo.

En conclusión el uso de los fertilizantes se limita, para - el mejor aprovechamiento de nutrientes por las plantas, al regadío del suelo. El punto óptimo de humedad varía entre -- 50 a 100% de la capacidad de campo del suelo; la humedad es - intimamente ligada, a la textura del suelo y desde este - punto de vista los suelos arcillosos son los más adecuados.

D) CLIMA

El clima influye de manera determinante sobre el aprovecha - miento de los fertilizantes, debido a la luz solar, la humedad y temperatura del suelo y del ambiente.

TEMPERATURA.-La velocidad con que transcurren los procesos -- metabólicos depende de la temperatura reinante.Las condiciones óptimas de temperatura bajo las que se presentan el anabolismo y el catabolismo,varían de acuerdo al tipo de planta que se -- trate.

PRECIPITACIONES.-Desde el punto de vista de la planta,una fertilización en forma sólida puede ser unicamente efectiva cuando los nutrientes son disueltos por el agua,puesto que los vegetales los asimilan solamente en la fase líquida.Cada suelo,- así como cada planta que dispone de una precipitación pluvial natural limitada,puede aprovechar solamente una cantidad de -- fertilizantes equivalentes a la lluvia recibida.

Sí las lluvias superan los 1000 mm.la posibilidad de sequía es tan poco probable que el empleo de fertilizantes carece de riego. Sí embargo el empleo de fertilizantes se ha visto limitado por las sequías periódicas en las zonas entre 750 y 1000mm. Un suelo que recibe tal cantidad de agua es mucho más fértil - que el de más de 1000 mm.El empleo de fertilizantes en zonas - de precipitación inferior a 650-750 mm.se haya limitado al - - suelo con regadío.Toda cantidad de fertilizante que exceda del límite correspondiente,deja de tener valor,ya que la insufi- - ciencia del agua impide la correcta absorción y translación -- de los nutrientes por los vegetales.Si la planta cuenta con la posibilidad de ser irrigado,será mayor la cantidad de nutrientes que pueda asimilar.

LUZ SOLAR.- La luz solar suministra la energía que requiere la planta para sus reacciones metabólicas o sea, para la síntesis de los carbohidratos a partir de dióxido de carbono y agua, bajo la acción de los **nutrientes**, especialmente el potasio.

Por otra parte la deficiencia de la luz solar resulta ser, con frecuencia un factor a considerar para la modificación del nitrógeno.

2.3.2. FACTORES GENÉTICOS

La planta se haya muy relacionada con las características genéticas de la variedad de que se trate. Ello determina que no todas las plantas se comporten de la misma manera en condiciones determinadas.

Por ejemplo: Existen plantas que absorben del suelo grandes cantidades de nitrógeno e inclusive lo toman del aire con ayuda de bacterias nodulares para satisfacer sus necesidades nutritivas.

Existen también plantas que no tienen respuesta adecuada a la fertilización. Actualmente la genética brinda nuevas variedades con mayor capacidad de producción, de más calidad, más resistencia a las enfermedades, pero más delicadas y más exigentes de nutrientes.

En este caso es conveniente el desarrollo de la tecnología agrícola para la obtención de variedades altamente productivas que, combinadas con los mejores métodos de cultivos y de fertilización se logre un alta producción.

2.3.3. "QUE FERTILIZANTES USAR" Y "QUE CANTIDAD ES NECESARIA"

La cantidad y la clase apropiada de fertilizante que debe aplicarse depende del cultivo que se planea, de la cantidad de nutrientes ya existentes en la tierra y de los factores del suelo vistos anteriormente. Los diferentes cultivos varían grandemente en sus requerimientos de elementos nutritivos. Asimismo, los tipos de suelo varían ampliamente.

Cada predio y frecuentemente cada campo representa un problema particular. Las personas que deseen proyectarse hacia los rendimientos, beneficios o utilidades máximas necesitan información específica basada en los análisis químicos de sus tierras, y de un estudio completo sobre fertilización, aplicación de cal, e historia de producción de cultivos en cada lugar. Las pruebas a los tejidos de las plantas pueden prestar ayuda también.

Estos análisis químicos son auxiliares valiosos, ya que sería necio arriesgar la inversión, el trabajo o las posibles ganancias, al basarse en conjeturas.

De lo anterior para que en nuestro país se eleven los rendimientos de las áreas cultivables, es necesario proveer a todos los estados de laboratorios en los cuales los agricultores puedan llevar a analizar sus muestras y donde reciban toda la orientación necesaria acerca de la cantidad y tipo de fertilizante que deberán utilizar en sus campos para un aprovechamiento óptimo de ellos.

Las cantidades necesarias de nitrógeno, fósforo y potasio en ciertos cultivos se muestran en la tabla 2.3.3.1. Aunque como ya se dijo el consumo puede variar considerablemente, dependiendo de un cierto número de factores, incluyendo el nivel de producción los nutrientes, la lluvia, etc. estos datos sirven como una indicación de los consumos comparativos entre los cultivos.

SOLO LECTURA

TABLA 2.3.3.1. EMPLEO APROXIMADO DE NUTRIENTES POR CULTIVOS SELECCIONADOS*

P	L	A	N	T	A	PRODUCCION POR ACRE	NITROGENO (lb)	FOSFORO (lb)	POTASIO (lb)	MAGNESIO (lb)	SULFURO (lb)
							(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
						6 ton.	320	35	225	30	30
						4,5 ton.	180	28	166	4	13,59
						10 ton.	570	64	330	30	13,59
						4 ton.	160	20	116	25	11,32
						150 bu	135	22	30	20	9,06
						6300 lb	65	11	132	17	7,70
						1250 lb	-	-	-	-	-
						1950 lb	75	13	35	4	1,81
						2500 lb	50	6	40	8	3,62
						100 bu	65	11	16	4	1,81
						3000 lb	35	6	83	8	3,62
						4800 lb	110	13	166	17	7,70
						400 cwt	110	15	10	10	4,53
						500 bu	90	9	90	15	6,79
						4500 lb	75	11	105	15	6,79
						50 bu	50	4	75	4	1,81
						2200 lb	160	18	58	5	2,26
						2800 lb	60	7	75	25	11,32
						30 ton.	170	24	300	16	7,24
						60 ton.	75	15	12	9	4,07
						5400 lb	50	7	80	5	2,26
						100 bu	110	18	30	5	2,26
							40	7	95		43,03

* Del American Postash Institute, National Plant Food Institute, The Sulphur Institute, y otras fuentes.

3.3.4 " Cuando' debe efectuarse la aplicación de fertilizantes.

Como regla general, el mejor momento para aplicar fertilizantes es antes de que se haya iniciado el crecimiento principal. Es preciso tener en cuenta el tipo de cultivo, el suelo, el clima y las condiciones de humedad. Las necesidades de elementos nutritivos de las plantas deberán estudiarse en relación a esos factores.

Las diferentes funciones que ejercen los nutrientes en las plantas así como su distinta capacidad de asimilación en el suelo resulta imposible determinar una regla al respecto.

La función del presente trabajo sólo puede ser la de presentar los fundamentos de los métodos que se pueden utilizar.

Una manera de ayudar al agricultor para un programa de fertilización sería el proporcionarles guías especiales que contengan información acerca de las condiciones locales, datos de investigación, análisis de los suelos y de los tejidos de las plantas o bien contar con un banco de información en cada estado, que contenga los datos que se adapten a las condiciones locales.

3.3.5 "Donde" deben aplicarse los fertilizantes

La forma y el lugar en que se debe aplicar los fertilizantes depende del tipo de cultivo de que se trate. A continuación se dan los principales métodos de aplicación.

Siembra a voleo (esparcimiento o abonado de superficie).

El esparcimiento de materiales secos o la esparsión de soluciones o líquidos, seguida de la preparación de bordos para los cultivos en hileras, hace que los alimentos para las plantas se introduzcan en los bordos, en un plano horizontal, donde se desarrollarán las raíces.

El esparcimiento de superficie y las aspersiones son muy utilizados para la fertilización de huertas y cultivos generales de campo, tales como gramíneas, además de las tierras de pastos abiertos, los pastos permanentes, las hierbas y las leguminosas.

El abonado de superficie es similar a la siembra de las raíces se efectúa por medio del riego, de las lluvias, o por inyección de amoniaco anhidro o de agua amoniacal, así como también de soluciones.

Aplicación en hileras, con la semilla.

Este método es empleado, principalmente, con semillas, tales como granos pequeños, que pueden soportar el contacto directo con los fertilizantes químicos.

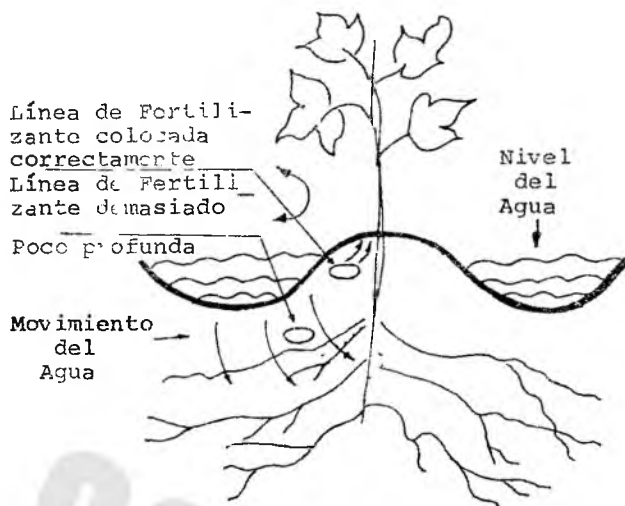
Aplicación en Franjas.

Todos los métodos de colocación del fertilizante deben basarse en el conocimiento del comportamiento de las raíces de las plantas.

La colocación a bastante profundidad en bandas de los materiales fertilizantes, en el momento de la siembra, ha resultado una de las mejores maneras de fijarlos en el suelo. Por medio de esta forma de colocar los fertilizantes y las raíces de las plantas, pueden llegar fácilmente hasta ellos incluso cuando las temperaturas son tan bajas que restringen el crecimiento de las raíces. La aplicación de una franja simple de abono a un lado, es una aplicación segura, debido a que el fertilizante no entra en contacto con las semillas en germinación ni con los brotes tiernos de las plantas.

Se trata de la colocación de franjas de fertilizantes después del nacimiento de las plantas. Los materiales son habitualmente colocados en una franja a lo largo del costado del bordo o banco, bajo la línea de agua, a lo largo del surco de riego. El control de la colocación hace que el fertilizante se encuentre fácilmente al alcance de las raíces.

En la colocación del fertilizante en franjas o en el abonado lateral, la colocación del fertilizante, en relación al movimiento del agua a través del suelo, es de la mayor importancia. La siguiente figura muestra el efecto del movimiento del agua sobre la distribución final del fertilizante cuando se aplica en dos niveles diferentes.



No hay ningún método mejor de abonar en franjas. Se acepta, en general, que, para la mayor parte de los cultivos, el abonado lateral o en franjas es preferible al esparcimiento o abonado a voleo.

Aplicación en agua de riego.

En el agua de riego se aplican materiales secos, amoníaco, soluciones de nitrógeno, mezclas, fertilizantes líquidos ácido fosfórico, etc. Los materiales líquidos son introducidos al sistema de riego o a las tuberías de distribución por medio de la fuerza de gravedad o a presión, y el índice o ritmo de aplicación es controlado por medio de Instrumentos de medida. - Con los materiales secos previamente se preparan soluciones con la concentración requerida y se alimentan en forma similar.

Aplicación por aviones.

Ha habido un gran aumento en la práctica de esparcir materiales secos o atomizar soluciones desde el aire. Los campos pueden ser abonados durante la época húmeda, estación ésta cuando no es posible entrar al terreno para llevar a cabo una fertilización de superficie. Con el aumento del interés por la - - fertilización de los pastos, en campo abierto, este es el método más práctico para cubrir el terreno, desde el punto de vista económico.

Aspersiones foliares.

Durante muchos años se han utilizado las aspersiones foliares de elementos nutritivos para las plantas. Este método ha demostrado ser apropiado para la fertilización de cultivos tales como los cítricos, las piñas, la caña de azúcar y los plátanos. No es un método para proporcionar elementos nutritivos a la mayoría de los cultivos. Las aplicaciones principales deberán hacerse al suelo.

2.4 FERTILIZANTES NITROGENADOS.

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de los vegetales dado que es un constituyente de todas las proteínas y, por consiguiente, de todos los protoplasmas. Se absorbe generalmente por las plantas como iones nitrato o iones amonio, aunque el nitrato es rápidamente reducido, probablemente a amonio, por medio de una enzima que contiene molibdeno. Los iones amonio y parte de los carbohidratos sintetizados en las hojas son convertidos en aminoácidos, principalmente en la misma hoja verde; de aquí que tan pronto como aporte de nitrógeno asciende en comparación con el de otros nutrientes, las proteínas producidas en exceso permiten a las hojas de la planta alcanzar mayor tamaño y con ello tener una mayor superficie asequible a los procesos de fotosíntesis, y, de hecho, dentro de un amplio intervalo de suministro de nitrógeno en muchos cultivos, la extensión de área foliar asequible a la fotosíntesis es a grandes razgos proporcional a la cantidad de nitrógeno suministrado.

Este efecto del nitrógeno de incrementar el desarrollo foliar no es el único que ejerce sobre la hoja; cuanto mayor es el aporte de nitrógeno más rápidamente se convierten en proteínas y en protoplasmas los carbohidratos sintetizados y más pequeña es la proporción que queda para su conversión en material para la pared de las células, el cual consta principalmente de carbohidratos carentes de nitrógeno, por consiguiente, aumenta la razón protoplasma-materiales de la pared-

Celular y les ocasiona una pared más delgada haciendo a las -
hojas más suculentas y menos ásperas. Hace ascender también -
la proporción de agua y disminuye la del calcio en relación a
la sustancia seca, lo primero porque el protoplasma es más -
acuoso, lo segundo porque tiene menos calcio que los materia-
les de la pared celular. cantidades excesivas de nitrógeno --
dan lugar a hojas con células tan grandes y de pared tan del-
gadas que son fácilmente atacadas por insectos y hongos pató-
genos y dañadas por condiciones climatológicas desfavorables-
como las sequías y heladas. Por el contrario una provisión --
muy baja de nitrógeno da hojas con células pequeñas y paredes
gruesas, en consecuencia, duras y fibrosas.

El suministro de nitrógeno tiene otro efecto apreciable sobre
la hoja: Oscurece el color verde. Las hojas de plantas que --
crecen en un medio pobre de nitrógeno, en comparación con --
otros elementos nutritivos, son amarillo-pálidas a verde-roji-
zas y oscurecen rápidamente tan pronto como el aporte de nitró-
geno se eleva, llegando a tomar un verde muy oscuro cuando es-
excesivo, además, el aumento de suministro de nitrógeno a las-
hojas tiende a mantenerlas verdes por un período de tiempo más
largo y, en muchos cereales alarga el período de crecimiento y
retraza el comienzo de la maduración, presumiblemente también-
como consecuencia de que mantiene a bajo nivel la proporción -
de carbohidratos libres de la hoja.

Las especies vegetales cultivadas por sus carbohidratos, como
las plantas, raíces y cereales, solo se benefician, por tanto

del abonado con nitrógeno, a través del aumento del área de la hoja provocado por este elemento, pues el rendimiento adicional de carbohidratos es ordinariamente de proporción inferior al aumento del área foliar.

Los compuestos nitrogenados que normalmente se usan como fertilizantes son: sulfato de amonio, amoniaco anhidro, urea, nitrato de amonio y fosfato diamónico, cuyas características se muestran a continuación.

SULFATO DE AMONIO

El sulfato de amonio es un producto que se obtiene al hacer reaccionar el ácido sulfúrico y el amoniaco.



La mayor parte del ácido sulfúrico utilizado en la fabricación del sulfato de amonio reacciona con el amoniaco para darnos un producto final que es una sal de color blanco formada por cristales regulares.

Las principales características del sulfato de amonio son:

Fórmula	$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
Peso Molecular	132.14
Contenido de N_2	21.2%
Solubilidad	706 g/l (a 0°C)
	1038 g/l (a 100°C)
Peso específico	1.769

El producto comercial que se emplea como fertilizante en México, contiene 20.5% de N lo cuál corresponde a una pureza del-96.7%.

AMONIACO ANHIDRO

El amoniaco anhidro es un gas a temperatura y presión ordinarias, de olor picante; para poder manejarlo debe licuarse en -- cilindros metálicos.

Sus características más importantes del amoniaco anhidro son:

Fórmula	NH_3
peso molecular (P.M)	17.03
contenido de N	82.2%
densidad de vapor	0.597 de la densidad del aire
densidad del líquido	0.623 de la densidad del agua
presión	9.0 Kg/cm ² a 21°C

Otra característica muy importante del amoniaco anhidro es su alta solubilidad en agua, ya que un litro de ésta disuelve -- 150 lt de gas amoniaco; situación que se aprovecha para apli -- carlo directamente en el agua de riego; o bien para la elabo -- ración de agua amoniacal.

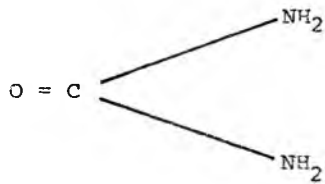
El amoniaco puro es tóxico para las plantas, por lo que debe -- aplicarse con anticipación a la siembra, a fin de que sea -- transformado inicialmente a ión amonio en cuya forma es rete -- nido por los coloides del suelo y, después, transformado por -- microorganismos del suelo a nitrato.

Tanto el amonio como el nitrato son formas aprovechables para las plantas.

UREA.

Del grupo de las amidas, la urea es la más simple de los com -- puestos orgánicos, se fabrica a partir del amoniaco (NH_3), y del dióxido de carbono (CO_2), que se obtienen como subproducto de la industria petroquímica.

La fórmula desarrollada del compuesto es:

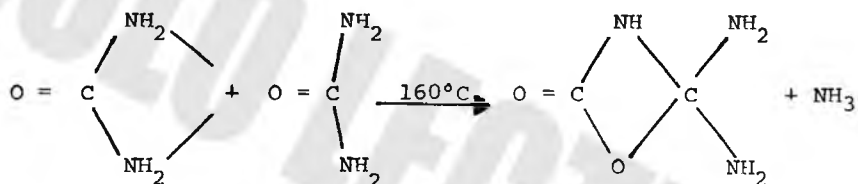
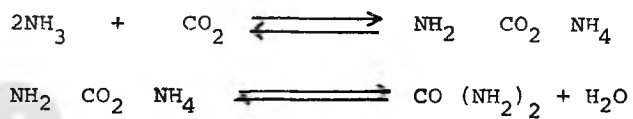


En forma condensada se expresa con la fórmula: $\text{CO} (\text{NH}_2)_2$

Las principales características de la urea son las siguientes:

Fórmula	$\text{CO} (\text{NH}_2)_2$
Peso molecular (P.M.)	60.06
Contenido de nitrógeno	46.69%
Solubilidad	780 g/l; 1192 g/l (5°C) (25°C)
Peso específico	1.335
Biuret	menos de 1%

Durante el proceso de fabricación se forman pequeñas cantidades de biuret, por condensación de dos moléculas de urea a temperaturas superiores a 160°C, con desprendimiento de una molécula de amoníaco, de acuerdo a la siguiente reacción.



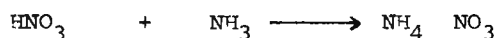
El biuret es tolerado por la planta aún cuando se agregue al suelo en proporciones superiores al 10%; pero en asperciones - al follaje es muy tóxico y no debe llegar en la urea más del 1%. En el caso de plantas muy sensibles se recomienda emplear urea cristalizada, con un contenido de biuret de 0.4% o menor. La toxicidad del biuret se manifiesta como una clorosis general en las hojas de las plantas.

El producto es en forma de esferas o de cristales de color -- blanco ligeramente crema; el producto comercial que se emplea como fertilizante en México es de un alto grado de pureza.

La urea puede recubrirse y contiene 45% (96.3% de pureza), de nitrógeno, en comparación con la urea sin recubrir, que contiene 46% (98.5%) de pureza, siendo el fertilizante nitrógeno sólido de mayor concentración en nitrógeno.

NITRATO DE AMONIO

El nitrato de amonio se produce por reacción entre el amoniaco gaseoso y el ácido nítrico, de acuerdo con la siguiente reacción:



El compuesto puro contiene 35% de Nitrógeno, la mitad en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio.

Debido a que el nitrato de amonio absorbe fácilmente la humedad a los productos comerciales se les prevee de una cubierta protectora que reduce su hidroscopticidad.

El nitrato de amonio que se fabrica en el país para uso agrícola, es un producto granulado de color blanco o crema, de forma granular o de esferas, que se recubre en su proceso de fabricación para reducir la absorción de humedad. Debido a este recubrimiento, su riqueza en nitrógeno es de 33.5%.

Las principales características del nitrato de amonio puro son:

Fórmula	NH_4NO_3
Peso molecular	80.05
Contenido de N	35.00%
Solubilidad	1183 g/l a 0°C
	8710 g/l a 100°C
Peso específico	1.725

Cuando el nitrato de amonio recubierto se envasa en sacos a prueba de humedad, permanece en buenas condiciones por varios meses.

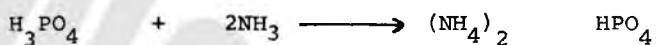
El nitrato de amonio es completamente soluble en agua, siendo por este motivo uno de los fertilizantes nitrógenados de acción más rápida.

Este fertilizante puede emplearse en mezclas si se toman ciertas precauciones, sobre todo si se va a almacenar por algún tiempo. Cuando se mezcla con otros fertilizantes, pueden producirse por reacción, algunos compuestos altamente higroscópicos que hacen que la masa total formen granos grandes y se apelmacen. Por ésta razón, se recomienda que las mezclas se preparen precisamente antes de su aplicación, o a lo sumo con uno o dos días de diferencia. Cuando se hagan mezclas donde

se utilice nitrato de amonio deberán tenerse muy en cuenta -- las condiciones locales de humedad.

FOSFATO DE AMONIO.

El fertilizante de este tipo que se fabrica en el país es el fosfato diamónico (DAP), que se obtiene al hacer reaccionar el ácido fosfórico con el amoníaco de acuerdo a la siguiente -- reacción.



El producto resultante se presenta en forma granulada y es -- de color gris oscuro, semejante en apariencia al superfosfato triple.

2.5 CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

La tabla 2.5.1. nos muestra el consumo Nacional aparente de Fertilizante Nitrogenados en tonelada de Nitrógeno para el período comprendido de 1970 a 1980.

Se puede observar que la UREA ocupa el 1er. lugar en el consumo con una tasa de crecimiento de 15.7%.

Siguiendo en 2do. lugar el fosfato de amonio con una tasa de 13.6%

Por otra parte se tiene que para 1980 la UREA tubo un 32.1% de participación relativa ocupando el 1er. lugar dentro de los Fertilizantes Nitrogenados.

Quedando en 2do. lugar el Sulfato de Amonio con un 28.2% de participación relativa.

TABLA 2.5.1.

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE FERTILIZANTES NITROGENADOS POR PRODUCTO 1970-1980
(Toneladas de N).

AÑO	T O T A L		Sulfato de Amonio		Nitrato de Amonio		U r e a		Amoníaco Anhidro.		Fosfato de Amonio		Complejos NPK	
	t.de Nut.	P.R.	t.de Nut.	P.R.	t.de Nut.	P.R.	t.de Nut.	P.R.	t.de Nut.	P.R.	t.de Nut.	P.R.	t.de Nut.	P.R.
1970	404,271	100	79,539	19.7	51,809	12.8	68,701	17.0	174,677	17.0	15,363	3.8	14,182	3.5
1971	434,606	100	94,625	21.8	60,738	14.0	77,019	17.7	166,300	38.3	17,853	4.1	18,071	4.1
1972	484,709	100	122,033	25.2	60,724	12.5	99,368	20.5	157,783	32.5	18,800	3.9	26,001	5.4
1973	555,422	100	140,303	25.2	57,583	10.4	131,486	23.7	176,537	31.8	21,610	3.9	27,903	5.0
1974	593,328	100	163,556	27.6	59,651	10.1	140,003	23.6	175,932	29.6	23,169	3.9	31,017	5.2
1975	732,620	100	199,958	27.3	82,723	11.3	175,418	23.9	204,709	27.9	27,519	3.8	42,293	5.8
1976	830,214	100	236,908	28.5	84,572	10.2	267,039	32.2	168,362	20.3	26,695	3.2	46,638	5.6
1977	779,333	100	228,192	29.3	77,534	9.9	216,991	27.9	190,243	24.4	31,869	4.1	34,504	4.4
1978	730,636	100	209,873	28.7	82,858	11.3	174,154	23.8	171,993	23.6	42,505	5.8	49,253	6.8
1979	824,498	100	271,664	32.9	66,821	8.2	208,405	25.3	194,167	23.5	37,265	4.5	46,175	5.1
1980	922,144	100	260,045	28.2	56,299	6.1	295,706	32.1	206,140	22.4	53,152	5.8	50,802	5.5
TMCA*														
1970 -														
1980	1.6		12.6		0.8		15.7		1.7		13.2		13.6	

NOTA: P. R. PARTICIPACION RELATIVA (%)

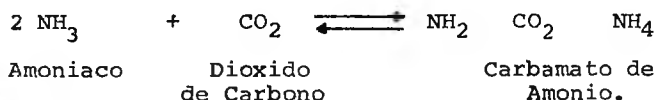
TMCA* TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL

III REACCIONES ESTEQUIOMETRICAS

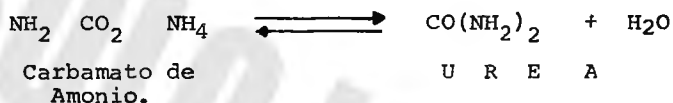
SOLO LECTURA

Toda producción comercial de Urea es a partir del Dioxido de Carbono (CO₂) y Amoniaco (NH₃). El CO₂ es obtenido como un sub-producto en la producción del NH₃. La reacción procede en 2 Etapas:

- Formación de Carbamato de Amonio.



- Deshidratación del Carbamato de Amonio.



La primera reacción es altamente exótermica (37.7 K cal/g-mol.) Cuando la segunda reacción es moderadamente endotermica - - - (-7.7 K cal/g-mol.).

La primera reacción se retarda con la presión atmosférica, pero a presiones elevadas esto es practicamente instantáneo. La segunda reacción no se hace completa su terminación.

Así que el NH₃ el CO₂ entran a un segundo reactor del sistema en orden para limitar los efectos de recirculación del agua -- que incluye todo el porciento de conversión de la Urea. La temperatura varía entre 175 - 120 °C y la presión varía entre - - 170 - 400 ATM. Dependiendo del proceso utilizado. La reacción - toma lugar solamente en la Fase Líquida a altas presiones que sean requeridas. Las condiciones más aceptables para maximizar la producción de Urea son:

Altas temperaturas, Altas presiones y en menor exceso posible de NH_3 . Estas tres condiciones evitan la corrosión, y comprometen a cada proceso para que sea individual.

Las principales variables de operación que afectan la reacción son:

TEMPERATURA.- La conversión de Carbamato de Amonio a Urea en el avance del exceso de Amoniaco, se incrementa con la temperatura a un máximo de casi 50% a 170°C - 190°C , cuando la presión es suficientemente alta la reacción se conserva en estado líquido. La velocidad de reacción se aumenta con la temperatura, pero se retarda a 150°C , y menos (con relación estequiometrica $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$), y aumenta rapidamente a 210°C , en 0.3 - 1.0 horas ó a bajas temperaturas con exceso de NH_3 .

Las dificultades de corrosión aumentan con la temperatura, y con el rango de 180°C - 210°C , que es generalmente el más aceptado para procesos más óptimos.

PRESION.- A temperaturas constantes, el grado de conversión se aumenta con la presión hasta un punto crítico que es en el cuál la fase Vapor es substancialmente eliminada estando los reactantes en estado líquido, Aumentar la presión no beneficia La temperatura y la composición del contenido en el Reactor, por ejemplo: a 150°C , y a una presión de casi 100 ATM se podría estar cerca del óptimo por medio de una razón Estequiométrica $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$, pero como a esta temperatura la velocidad de reacción es baja a una temperatura de 180°C - 210°C , la

presión que comunmente se usa es de 140 - 250 ATM.

RELACION MOL. DE NH_3 : CO_2 .- El exceso de Amoniac (NH_3). en la estequiometria dice que la relación Mol. de 2 favorece a la velocidad de reacción. El porcentaje del CO_2 convertida a Urea es disminuído. Algunos excesos recirculados de Amoniac (NH_3) son relativamente simples (son comparados con el CO_2 como restos de Carbamato), muchos procesos usan un 50% ó más de exceso de Amoniac (una relación Mol. de 3:1 ó más).

OTROS FACTORES.- La presencia de Agua disminuye la conversión: por esto, muchos procesos son designados para minimizar el aumento del agua recirculada en el reactor. La presencia de pequeños aumentos de Oxígeno (Aire) disminuyen la corrosión; muchos procesos usan estos métodos para minimizar la corrosión.

CONDICIONES OPTIMAS.- Estas son generalmente no económicas para maximizar el porcentaje de la conversión en el reactor.- Algunas de estas hacen que requieran un excesivo tiempo de retención. Lo que se pretende con esto es lograr una máxima cantidad de producción de Urea por unidad de tiempo que considera propio el costo de recirculación. Condiciones típicas de operación: Temperatura 180°C -210°C; Presión 140 -250 ATM; Relación MOL NH_3 : CO_2 , 3:1 - 4:1 ; y Tiempo de Retención 20 - 30 minutos.

IV.- DESCRIPCION DEL PROCESO

SOLO LECTURA

Las tecnologías disponibles en el mercado internacional, se pueden diferenciar o dividir básicamente en tres: sin reciclaje, con reciclaje parcial y con reciclaje total.

Los procesos sin reciclaje son aquellos en los cuales el paso de las materias primas a la sección de reacción se hace una sola vez y la fracción de ellas que no reaccionó sale del proceso a manera de subproducto.

Los procesos de reciclaje parcial son aquellos en los que las materias primas que salen de la fase de reacción son recuperadas y de manera parcial retornadas al proceso para su conversión a producto final. Este tipo de plantas requieren de una mayor cantidad de equipo en relación a las primeras, ya que ha de añadirse todo lo referente a las secciones de recuperación y reciclaje. Así mismo, es práctica común el instalar una planta productora de algún otro fertilizante nitrogenado que dependa en su suministro de la materia amoniacal de la recuperación llevada a cabo en la planta de urea.

Las plantas con procesos de reciclaje total, si bien también requieren de más equipo para su funcionamiento, hacen un aprovechamiento prácticamente total de sus reactantes y no necesitan de la instalación de una planta adicional. Este tipo de plantas se considera trabajan dentro de un régimen de descarga cero.

Independientemente de lo ya mencionado se tienen las modalidades de "stripping", esto es, el utilizar una de las materias primas (amoniaco o CO_2) en exceso para favorecer la --tendencia de las reacciones hacia la formación del producto-- requerido.

A continuación se enlistan algunas de las principales compañías poseedoras de tecnología en el mercado internacional.

COMPañIA	P R O C E S O
Mitsui Toatsu	Mitsui
Snamprogetti	Snamprogetti (stripping con amoniaco)
Satmicarbon	Stamicarbon (stripping con CO_2)
Chemico	Chemico
Inventa	Inventa
Montecatini	Montecatini
Lonza	Lonza

Actualmente las tecnologías para producir urea a gran escala son altamente semejantes, por lo que en este caso la selección de tecnologías más adecuadas para esto se reduce a la de producción de urea a partir de amoniaco y bióxido de carbono, mediante el empleo de altas presiones y dos etapas básicas: la primera en la que se produce carbamato de amonio y --la subsecuente en que el carbamato se descompone en urea, -- y en agua. En los últimos años han tenido un gran desarrollo los procesos denominados de reciclado total, en los que se somete a los reactantes a recirculación hasta un agotamiento --prácticamente total; asimismo se han desarrollado los procesos denominados de "stripping", donde uno de los reactantes --

es alimentado para provocar la descomposición del carbamato.

Descripción de las etapas principales del proceso.

Unicamente a manera ilustrativa se presentan las descripciones de los procesos en más uso actualmente.

Proceso de Snamprogetti (stripping con amoniaco).

La producción de urea, se lleva a cabo a través de las siguientes etapas:

entres etapas:

- a) Síntesis de urea
- b) Descomposición (stripping)
- c) Concentración
- d) Prilado
- e) Tratamiento de los efluentes

a) Síntesis de urea.

La urea es producida por la síntesis del amoniaco y el bióxido de carbono, que reaccionan para formar el carbamato de amonio, el cuál se deshidrata para formar la urea y agua, -- según las siguientes reacciones:



La síntesis se lleva a cabo entre 185 y 190°C, a una presión de 150Kg/cm². La primera reacción se efectúa rápidamente --- y la segunda se produce más lentamente; la cantidad de carbamato que se deshidrata es determinada por la relación mole -

cular de las materias primas, amoniaco y bióxido de carbono - que es de 3.4 - 3.6 a l respectivamente.

El amoniaco, proveniente de los límites de batería, es recibido en el tanque V - I y posteriormente precalentado a una -- temperatura de 27°C en el condensador E-10 y comprimido a -- 23.7 Kg./cm².

Parte de este amoniaco, es enviado al absorbedor de presión-media C-I y el restante se manda al reactor.

La mezcla del amoniaco y carbamato, entran al reactor donde reaccionan con el bióxido de carbono. El bióxido de carbono-proveniente de los límites de batería, pasa a través del compresor K-I; una pequeña cantidad de aire es adicionada al -- bióxido de carbono para pasivar la superficie de los equipos y protegerlos de la corrosión, debido a los productos de la reacción.

El producto de la reacción fluye al stripper E-I, el cuál opera a la misma presión que del reactor. La temperatura de -- descomposición del carbamato, es proporcionada con vapor de 27 Kg./cm². Los gases del stripper y la solución del absorbedor C-I, fluyen al condensador de carbamato E-5 A/B, donde la mezcla total, excepto algunos inertes es condensada y -- recirculada al reactor, por medio del eyector E-J-I. La condensación de los gases a una presión y temperatura alta, permite la producción de vapor de 4.65 Kg/cm² en el condensador del carbamato.

De la parte superior del separador de carbamato MV-I, los gases no condensables (consistiendo de inertes, pequeñas cantidades de amoniaco y bióxido de carbono), son enviados al descompositor E-2

b) Descomposición (stripping)

La descomposición del carbamato se lleva a cabo en dos etapas:

b.1 - A una presión de 18.6 Kg./cm²

b.2 - A una presión de 4.65Kg./cm²

En esta parte del proceso la separación de urea se realiza en unos descompositores, ya que ahí se produce la descomposición del carbamato de amonio.

b.1 La solución, con un contenido residual de bióxido de carbono, abandona el stripper y es expandida a una presión de 18.6 Kg./cm², entrando al descompositor de presión media E-2. Este descompositor está formado en dos partes:

- . Parte superior (MV-2), donde los gases son removidos.
- . Sección de descomposición, donde el carbamato residual es descompuesto.

Los gases ricos en amoniaco y CO₂, son enviados al condensador de presión media E-7, donde son absorbidos parcialmente en una solución acuosa de carbamato, proveniente de la sección de recuperación. Un circuito de agua es provisto para prevenir la solidificación del carbamato y mantener una temperatura adecuada del agua de enfriamiento en el condensador.

La mezcla del E-7 fluye al absorbedor C-I donde la fase gaseosa de la solución entra a la sección de rectificación.

b.2 La solución abandona el descompositor de presión media y es expandida a 4.5 Kg/cm^2 y entra al descompositor de baja presión E-3, el cuál se divide en dos partes.

- . Separador superior (MV-3), donde los gases son removidos antes de que la solución entre a la torre.
- . Sección de descomposición donde las últimas trazas de carbamato son descompuestos.

Los gases abandonan la parte superior del separador y enviadas al condensador E-8 y de ahí al absorbedor E-12 donde el amoníaco es absorbido en contra-corriente con vapor de agua.

c) Concentración

Como la solución debe concentrarse arriba del 99.8% en peso, esta sección esta dividida en dos etapas.

La solución abandona el descompositor de baja presión con 72% en peso de urea, la cuál es enviada al primer concentrador de vacío E-14 operando a una presión de 0.31 Kg./cm^2 .

La mezcla proveniente del concentrador E-14 entra al separador gas-líquido MV-6, donde los vapores, son extraídos del primer sistema ME-4, mientras que la solución entra al segundo concentrador E-15 que opera a 0.031 Kg./cm^2 .

Los dos concentradores son alimentados por vapor de 4.65 Kg/cm^2 .

La solución proveniente del concentrador E-15 entra al separador gas-líquido MV-7, desde donde los vapores son extraídos por el segundo sistema de vacío ME-5.

d) Prilado

La urea fundida sale del separador de vacío y es enviada a la torre de prilado ME-6 que en contracorriente con el aire solidifica a la urea, la cuál cae en forma de gránulos al fondo de la torre donde es colectada por unas bandas transportadoras que van a la sección de almacenaje.

e) Tratamiento de efluentes

El agua, conteniendo amoniaco y bióxido de carbono, provenientes de los sistemas uno y dos de vacío, es colectada al tanque V-5 y bombeada por la bomba P-4 a la torre de destilación C-2 que opera a una presión de 2.58 Kg./cm^2 . Esta solución contaminada con pequeñas cantidades de urea, se descompone en el hidrolizador E-17, por medio de vapor de 2.68 Kg/cm^2 . Antes de que la solución entre al hidrolizador, ésta es precalentada en dos cambiadores; en el primero, E-18 con agua destilada y en el E-19 con una solución proveniente del hidrolizador. Los vapores producidos en el hidrolizador son enviados al condensador E-20.

En la columna, amoniaco y bióxido de carbono son arrastrados por medio de vapor producido en el E-16, el cual es alimentado

con vapor saturado. La solución de carbamato es colectada - en el tanque de reflujo V-8. El agua destilada conteniendo -- solo trazas de amoniaco, después de enfriarse en el E-18, es enviada por medio de la bomba P-14 al enfriador de aire - -- EA-3, donde se enfría a 40°C. Parte de esta agua es enviada al eyector de la parte superior de la torre de prilado.

Descripción del proceso Mitsui Toatsu (Reciclo Total).

La planta de urea, la podemos dividir en cuatro secciones: -- síntesis, descomposición, prilado y terminado y recuperación.

Sección de Síntesis

Las materias primas para la síntesis de urea, amoniaco líquido y bióxido de carbono, son suministradas desde la planta -- de amoniaco. El bióxido de carbono es comprimido (GB-101), -- arriba de la presión de síntesis 250 Kg/cm² y alimentado al mezclador EA-101. El amoniaco, proveniente del tanque receptor FA-401, es enviado por la bomba GA-404 y GA-101 al absorbedor de alta presión EA-401 y precalentado, utilizando calor de condensación del absorbedor. Parte de amoniaco líquido -- precalentado es alimentado al mezclador EA-101 y parte al -- reactor DC-101. La solución del carbamato de amonio recuperado del absorbedor de alta presión EA-401 es bombeado por -- la bomba GA-102 y alimentado al mezclador EA-401.

En el mezclador EA-401, el amoniaco líquido, el bióxido de -- carbono y la solución de reciclo (carbamato de amonio) son -

mezclados junto con calor de reacción que se genera y recuperados como vapor de 5Kg/cm^2 , el cual es empleado en el proceso. La mezcla resultante es enviada al reactor DC-101, para formar urea, donde la relación molecular de amoníaco/bióxido de carbono es de 4.0 y la conversión es alrededor del 68% -- base CO_2 . Los efluentes del reactor, compuestos por urea, -- carbamato de amonio y amoníaco son descompuestos y recuperados en las siguientes etapas.

Sección de Descomposición

La presión de los efluentes del reactor están alrededor de -- 80 Kg/cm^2 y entran al separador de alta presión DA-201, donde una parte del amoníaco en exceso y carbamato de amonio son -- separados por flasheo y el gas separado es enviado al absorbedor de alta presión EA-401.

La solución del separador de alta presión DA-201 es enviada -- al descompositor de presión media DA-202, el cuál opera a una presión de 16.5 Kg/cm^2 y calentado a 155°C , donde casi todo -- el amoníaco y carbamato de amonio son descompuestos y evaporados y el gas sobrecalentado del descompositor de presión media DA-202 es enviado al absorbedor de presión media EA-402.

La solución fluye al descompositor DA-203, el cuál opera a -- 125°C y 2 Kg/cm^2 . Este descompositor consta de dos partes: la superior de una charola tipo malla conectada con un cambiador de película descendiente para minimizar la formación del -- biuret y la hidrólisis, donde la solución de urea es además --

calentada para separar el amoniaco y bióxido de carbono.

La parte inferior es una columna empacada donde el amoniaco remanente es separado de la solución por bióxido de carbono el cuál es alimentado del fondo del descompositor de baja presión, en contra corriente. El gas del descompositor es enviado al absorbedor de baja presión EA-403. La solución del descompositor de baja presión es enviada al descompositor de vacío DA-204. Una pequeña cantidad de amoniaco y bióxido de carbono en la solución de urea es flasheada por la reducción de la presión a 0.65 Kg/cm^2 abs. y calentada a 100°C en el descompositor de vacío y la solución de urea es enviada a la sección de terminado a través del filtro FD-201. El gas del descompositor de vacío DA-204 es enviado al absorbedor de vacío EA-404.

Sección de Terminado y Aperdigonado

La solución de urea del descompositor de vacío Da-204 a través del filtro FD-201 es enviada al concentrador de vacío, donde la solución de urea es concentrada a 83% por calor recuperado del absorbedor de presión media. La solución de urea es bombeada al evaporador EA-301, localizado arriba de la torre de prilado IA-301.

Las condiciones de operaciones del concentrador de vacío es de 85mmHg y 66°C y todo el calor requerido para evaporar el agua es proporcionado por la solución de urea que circula a través del absorbedor de presión media. En el evaporador la solución de 83% es concentrada arriba del 99.7%.

La urea fundida cae a la torre de aperdigonada, la cuál es en
friada con aire.

El efluente de la torre que contiene polvo de urea, es lavado-
con una solución de urea. La urea aperdigonada es además --
enfriada en un lecho fluidizante y enviada a la sección de --
envase.

Sección de Recuperación

El gas del descompositor de vacío DA-204 es condensado en el
absorbedor de vacío EA-404 que opera a 0.4 Kg/cm^2 abs. y 50°C
donde el amoniaco y bióxido de carbono en el gas es absorbido
por agua de proceso.

La solución del absorbedor de vacío EA-404 es bombeada al ab-
sorbedor de baja presión EA-403, donde se absorbe el gas del
descompositor de baja presión DA-203 junto con el condensado
del proceso.

La solución del absorbedor de baja presión es enviada al ab-
sorbedor de presión media DA-402, la cual es usada como absor-
bente junto con amoniaco líquido.

El gas del descompositor de presión media DA-202 es condensa
do en el absorbedor de presión media EA-402 y el gas no con-
densado es mandado al absorbedor de presión media DA-402, --
donde todo el bióxido de carbono es completamente removido--
por el absorbente del absorbedor de baja presión EA-403 y --

por la solución acuosa de amonio proveniente del absorbedor - de recuperación de amoniaco EA-405, es lavado con agua en el absorbedor de amoniaco EA-406, donde la solución de amoniaco-formado, es empleada para lavar el amoniaco de la parte superior del absorbedor de presión media. Todo el sistema de recuperación de presión media opera a 16 Kg/cm².

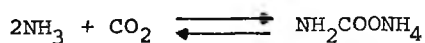
La solución del absorbedor de presión media es bombeada al -- absorbedor de alta presión DA-401 que opera a 80 Kg/cm² y - - absorbe el gas del separador de alta presión DA-201.

El calor formado en este absorbedor es empleado para calentar el amoniaco líquido que se alimenta al reactor.

Proceso Stamicarbon (stripping con bióxido de carbono)

Introducción

La urea es producida a partir de amoniaco y bióxido de carbono gaseoso alrededor de 170 a 190°C y 135 a 145 Kg/cm² en dos etapas. La primera consiste en una reacción altamente exotérmica en la cual se forma violentamente carbamato de amonio.



En la segunda etapa el carbamato es convertido en urea y agua en un autoclave.



Esta es una reacción relativamente lenta y ligeramente endotérmica la cuál no se lleva a cabo completamente. Bajo las condiciones de reacción cerca de un 60% del bióxido de carbono no se transforma en urea y se forma una mezcla de urea, agua, carbamato y amoníaco disuelto en contacto con una fase gaseosa que contiene amoníaco, bióxido de carbono y vapor de agua. Para asegurar una relación de conversión alta, la segunda reacción se lleva a cabo en presencia de exceso de amoníaco. El producto de la reacción es separado de las materias primas sin reaccionar y exceso de amoníaco para formar una solución. Esta es evaporada para dar urea fundida la cuál es filtrada para producir urea sólida de libre flujo.

Compresión de Amoníaco y Bióxido de Carbono

El bióxido de carbono es suministrado a la planta a presión atmosférica y 40°C. Una pequeña cantidad de aire es adicionada a través de un soplador para reducir la corrosión en el sistema de reacción y suministrar oxígeno para la remoción del hidrógeno del bióxido de carbono. El CO₂ es comprimido a cerca de 145 Kg/cm² y 125°C. El hidrógeno es removido por oxidación catalítica en el deshidrogenador. El bióxido de carbono es entonces enfriado antes de entrar al stripper.

El amoníaco líquido es suministrado de la planta de amoníaco a 25°C.

El amoníaco a 160 Kg/cm² abs es calentado mediante calor --

residual del proceso. El amoniaco se introduce al condensador de carbamato. El flujo total de amoniaco es controlado en una relación estequiométrica a la alimentación de CO_2 .

Síntesis

El efluente líquido del autoclave, escurre por gravedad a un cambiador donde el CO_2 es alimentado a contracorriente. La reducción en la presión parcial del amoniaco provoca que el carbamato se descomponga y absorba calor, el cuál se alimenta mediante vapor en la carcasa del cambiador. La solución de urea se saca a 3 Kg/cm^2 absolutos se alimenta a la sección recuperación.

La mezcla de CO_2 y amoniaco gaseosos de la cabeza del cambiador pasan a la parte alta de un condensador donde se mezcla con amoniaco líquido conteniendo reciclo de carbamato del lavador. El amoniaco y el CO_2 , reaccionan para formar carbamato en el condensador y el calor liberado se utiliza para producir vapor. La condensación del carbamato es completada en el autoclave para suministrar el calor requerido para la reacción endotérmica de la síntesis de urea.

La mezcla de carbamato, amoniaco no condensado y CO_2 provenientes del condensador, se alimentan a la parte baja de la autoclave, donde aproximadamente 60% del carbamato es convertido en urea. El producto líquido se derrama en un cambiador

y el amoniaco, CO_2 e inertes pasan al lavador. El amoniaco y CO_2 son absorbidos en solución de carbamato de la sección de recuperación y los gases se hacen pasar a través de un flujo de agua en el lavador y se envían a la atmósfera.

Recuperación

En esta sección el amoniaco y CO_2 no reaccionados son recuperados de la solución de urea carbamato a la salida del cambiador y reciclados a la sección de síntesis.

La solución de urea carbamato que sale por el fondo del cambiador entra por el domo de la columna de rectificación en la cuál un flujo en contracorriente de amoniaco caliente y bióxido de carbono gaseosos van en "stripping" desde el fondo de la columna. La solución de urea sometida al stripping pasa al tanque separador flash y los gases que salen de la sección de rectificación pasan al fondo del condensador de carbamato junto con pequeñas cantidades de amoniaco y bióxido de carbono del primer desorbedor.

Los gases que entran al condensador son totalmente condensados para formar carbamato en solución dentro del separador de carbamato y amoniaco lavado de inertes en el condensador-absorbedor usando condensado circulante de proceso. Los gases de salida son arrojados a una presión de 2.5 Kg/cm² abs y finalmente lavados en el lavador de venteo. Los derrames provenientes del fondo del lavador son alimentados a la parte baja del condensador de carbamato. La solución de carbamato provenientes del separador es rebombada al lavador mediante la bomba de carbamato.

Evaporación y Prilado

La solución proveniente de la columna de rectificación entra al tanque separador flash operado a vacío ligero, ahí el vapor de agua y algo de amoníaco son flasheados de la solución. La solución resultante, con un 75% de urea es alimentada al tanque de almacenamiento y el evaporado es condensado y enviado al tanque de agua amoniacal.

La solución de urea es bombeada al primer evaporador, donde se incrementa la concentración hasta casi 95%, el vapor producido en el primer evaporador separador es condensado y enviado al tanque de agua amoniacal. La presión en la primera sección de evaporación es controlada alrededor de $0.3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$.

La solución de urea al 95% pasa a la segunda sección de evaporación la cual opera a cerca de $0.03 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$, la concentración de urea se incrementa a 99.7%. El vapor del segundo evaporador separador es comprimido por el eyector amplificador y condensado, la operación a vacío es producida por eyectores y el vapor descargado es lavado en el lavador de venteo. Los condensados de los diferentes condensadores son enviados al tanque de agua amoniacal.

La urea fundida de la segunda sección de evaporación es bombeada a la parte alta de la torre de prilado y fluye hacia las canastillas rotatorias. La canastilla distribuye la urea fundida en finas gotas sobre la sección transversal de la torre y durante su caída las gotas solidifican; el calor de

cristalización y enfriamiento son removidos mediante un flujo de aire procedente de la base de la torre.

La urea sólida es barrida de la base de la torre mediante rastras y enviada a un transportador que la lleva a los límites-de batería.

SOLO LECTURA

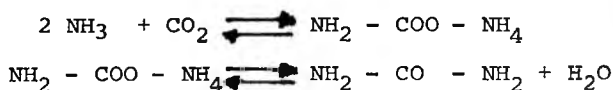
Proceso Toyó Koatsu.

La síntesis de la urea en este proceso es llevada a cabo con recicló paracial y se desarrolla en las siguientes etapas:

- a).-Síntesis de la urea.
- b).-Purificación de la urea y recuperación.
- c).-Concentración de la urea.
- d).-Prilado

a).- Síntesis de la urea.

Esta se lleva a cabo en un reactor de acero tensado cubierto con una lámina de acero inoxidable tipo 316; el CO_2 y el amoníaco se introducen a la presión de 250 Kg/cm^2 ; la temperatura de reactor es de 190°C la solución de carbamato es recirculada por medio de una bomba de pistones; los efluentes de la reacción, compuestos de urea, carbamato y agua son enviados a un separador en el cuál se desprenden los gases que no reaccionaron, CO_2 y NH_3 . Son enviados al fondo de la columna de absorción, la solución de urea, carbamato de amonio y agua-producto de la reacción.



La solución se envía a la siguiente etapa derivando una parte a formar la solución absorbente para la columna de absorción, a la que se mezcla también amoníaco.

b).- Purificación de la urea y recuperación.

La solución entra al primer descompositor, en el cuál se - -

descompone el carbamato en urea y agua a una presión de - - 18 Kg/cm² y el 140°C, usando vapor saturado de 15 Kg/cm²; el CO₂ y el NH₃ desprendido van a la columna de absorción.

La solución pasa al segundo descompositor, en el cuál se desarrolla también la descomposición del carbamato que queda usando vapor; los gases (NH₂ y CO₂) van a un preneutralizador de la planta de nitrato de amonio; la urea de 70% pasa al concentrador.

Los gases que llegan a la columna de absorción son absorbidos con la solución derivada del reactor y mezclada con amoníaco para rectificar el CO₂ la solución de carbamato que sale del fondo de la columna se recicla al reactor y el amoníaco pasa a los condensadores para su recuperación.

c).- Concentración de la urea.

Se lleva a cabo mediante las siguientes etapas.

Inyección de aire.- La solución de urea es puesta en contacto con una corriente de aire y calor suficiente para vaporizar el agua, el aire es introducido por un soplador de baja presión.

Cristalización.- Se lleva a cabo en unos cristalizadores de hélice.

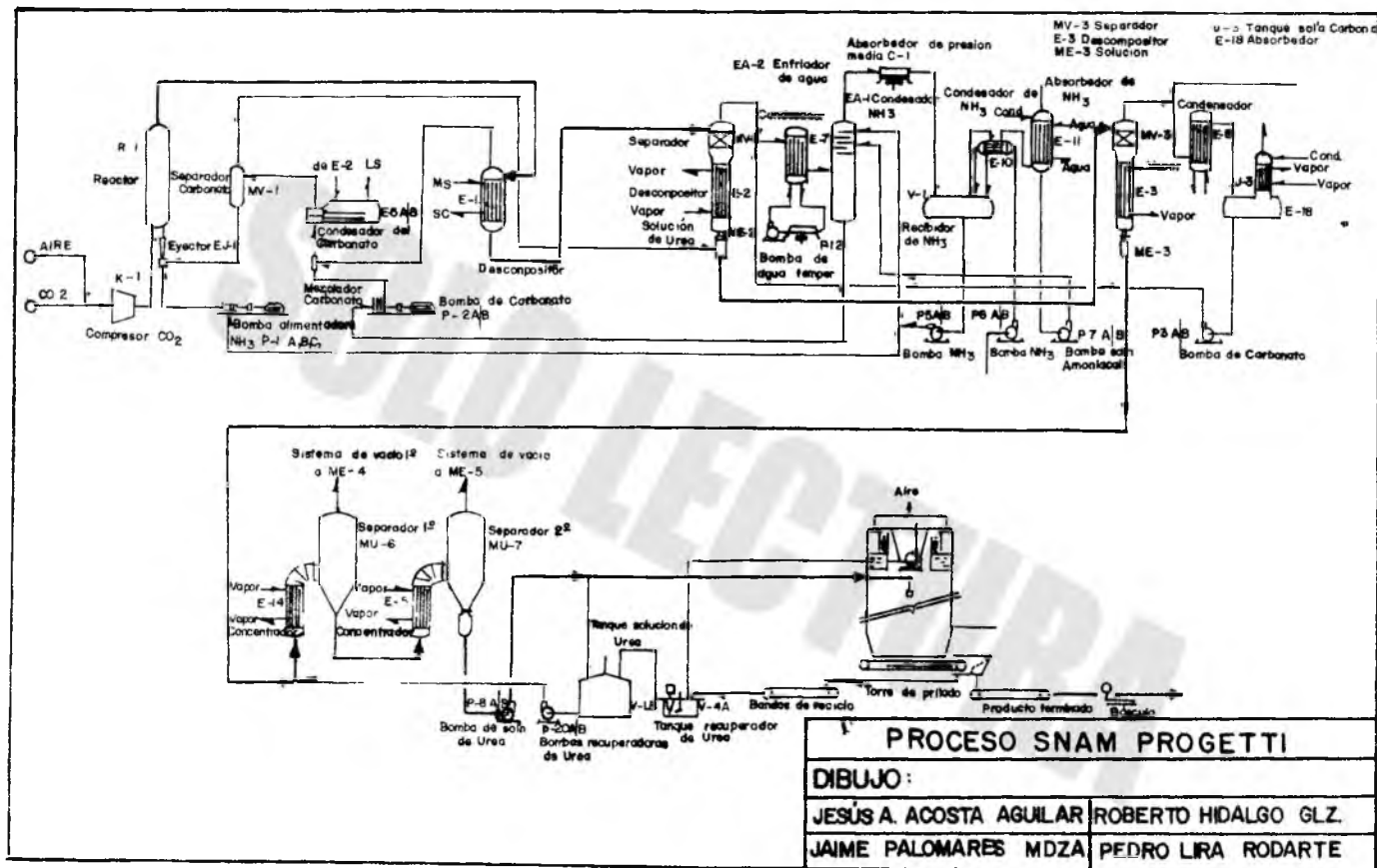
Secado.- Se lleva a cabo en un secador rotatorio saliendo el producto con concentración de 99.8%.

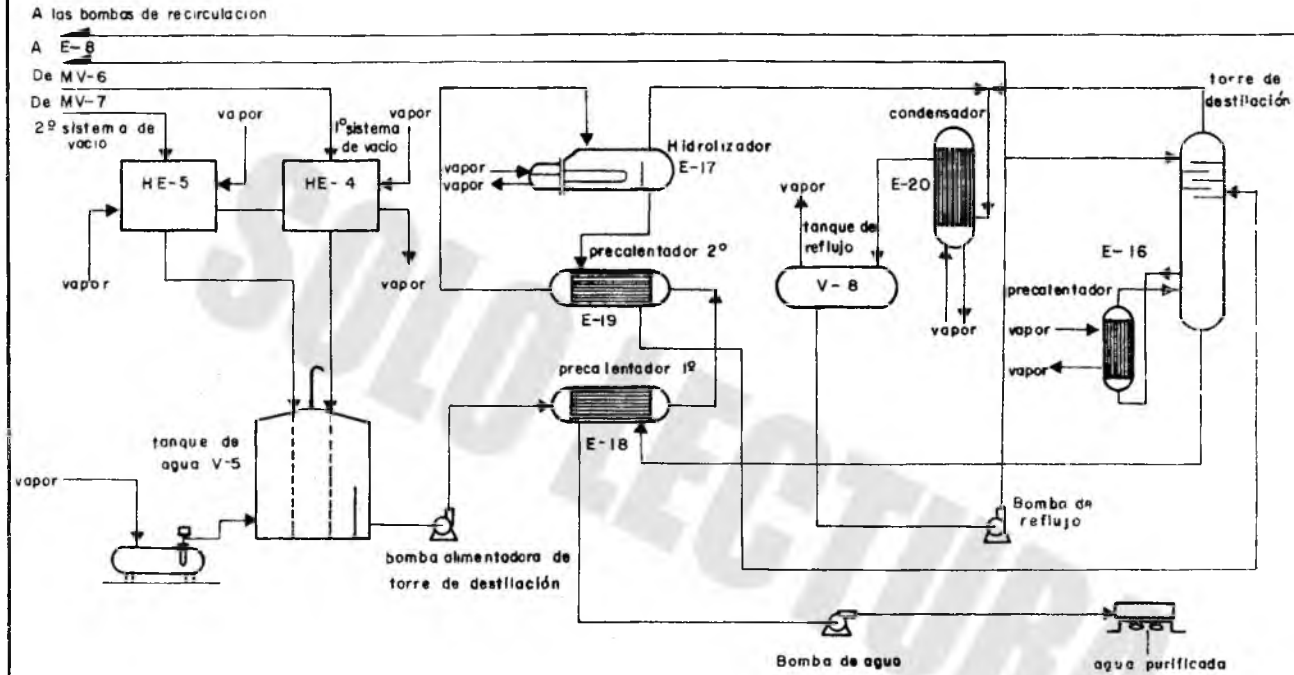
Prilado.- El prilado de la urea se lleva a cabo en una torre donde previamente se funde la urea y luego pasa a unas regaderas donde se distribuyen las gotitas que en contra corriente con el aire frío se solidifican y enfrían.

SOLO LECTURA

V.- SELECCION DEL EQUIPO

SOLO LECTURA

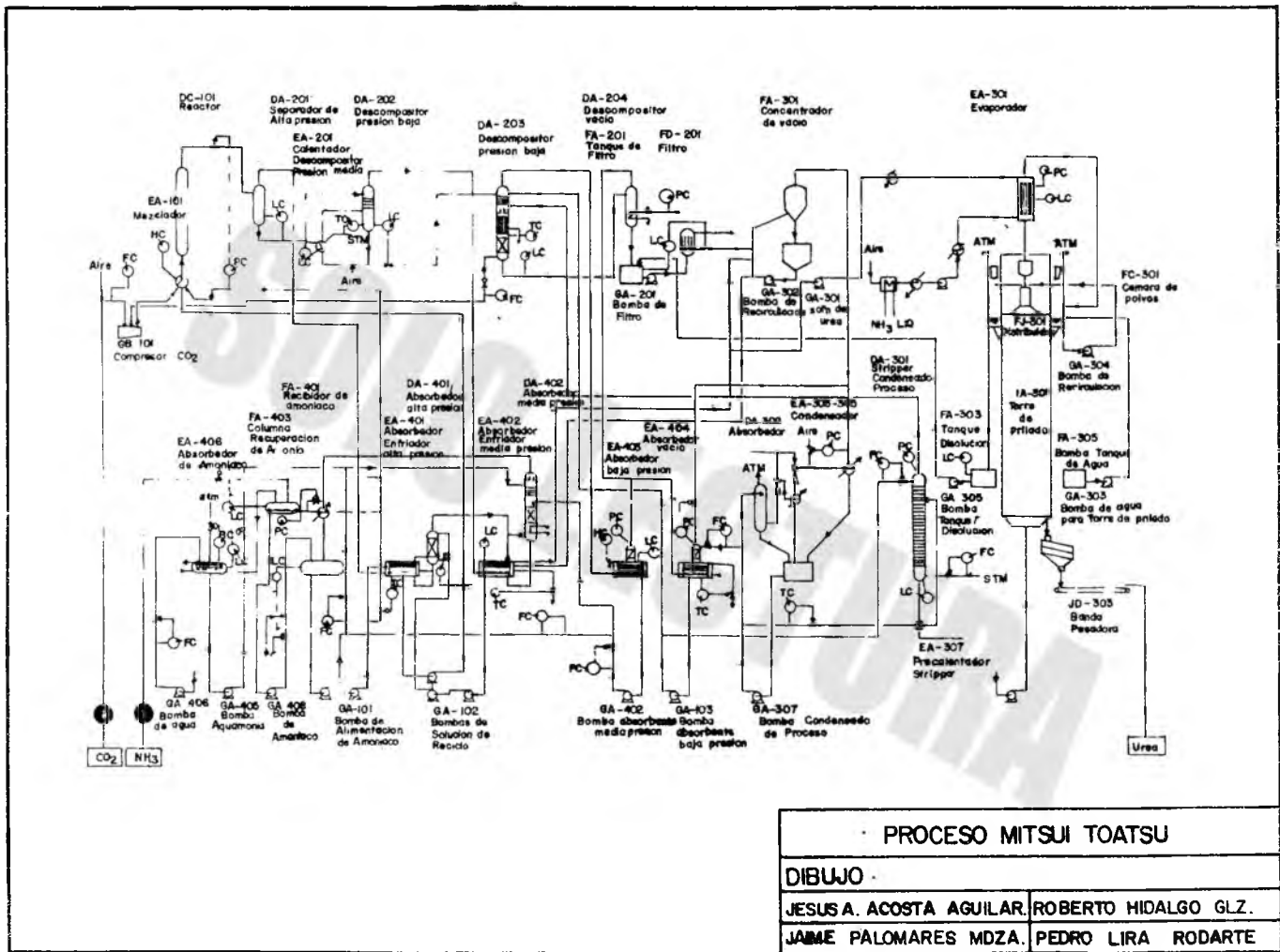




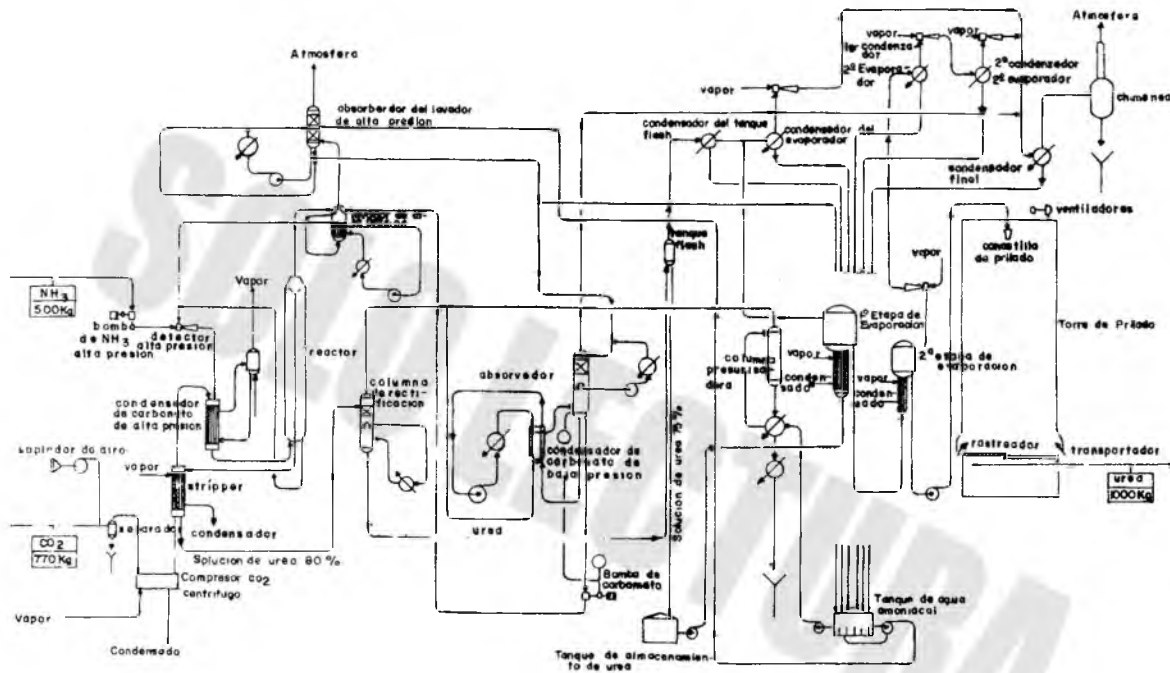
TRATAMIENTO DE EFLUENTES.

DIBUJO:

JESUS A. ACOSTA AGUILAR	ROBERTO HIDALGO GLZ
JAIME PALOMARES MDZA	PEDRO LIRA RODARTE



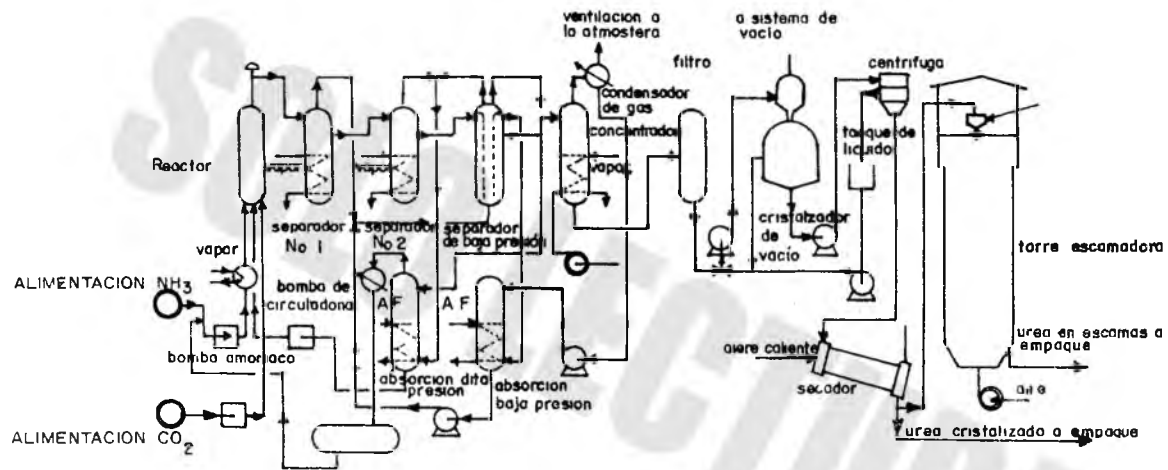
PROCESO MITSUI TOATSU	
DIBUJO	
JESUS A. ACOSTA AGUILAR.	ROBERTO HIDALGO GLZ.
JAMME PALOMARES MDZA.	PEDRO LIRA RODARTE



PROCESO STAMICARBON

DIBUJO:

JESUS A ACOSTA AGUILAR	ROBERTO HIDALGO GLZ
JAIME PALOMARES MDZA	PEDRO LIRA RODARTE



PROCESO TOYO KOATSU.

DIBUJO:

JESUS A. ACOSTA AGUILAR

ROBERTO HIDALGO GONZALEZ

JAIME PALOMARES MENDOZA

PEDRO LIRA RODARTE

VI.- CONTROL DE CALIDAD

SOLO LECTURA

La calidad de un producto se define mediante los valores - - numéricos o subjetivos de las diferentes propiedades que los caracterizan. La calidad será buena, mediocre o mala según sea el comportamiento de los valores obtenidos frente a los requerimientos previamente establecidos para cada propiedad.

Los requerimientos previamente establecidos para cada propiedad reciben el nombre genérico de especificaciones de dicha pro - piedad y pueden expresarse en forma numérica dimensional, adimensional o en forma subjetiva.

Una especificación puede ser uni o bilateral, según se esta -- blezcan uno o dos límites de tolerancias; esto es, un máximo - un mínimo o un máximo-mínimo.

En muchas Industrias el cuadro de especificaciones de los productos corresponde al transmitido por, o adoptado de, Empresas similares que fabrican el mismo producto. Esta situación es -- más frecuente en Industrias de origen transnacional que junto con su organización, Tecnología y Sistemas, imponen sus especi - ficaciones en forma lineal sin considerar diferencias nota - bles en muy diversos aspectos. Todo proceso Industrial se ve - modificado en más o en menos por factores de variabilidad, por lo que un cuadro de especificaciones para un mismo producto - no será 100% funcional en diferentes entidades productoras, y menos aún si estas se localizan a distancias mutuamente con - siderables. Es pues importante el formular o reestructurar las especificaciones que se deban aplicar a los productos.

6.1 FACTORES DETERMINANTES EN LA CALIDAD DE UN PRODUCTO:

Enseguida se describen los principales factores que son de fundamental importancia en la calidad final de los productos.

6.1.1 MATERIAS PRIMAS. Es deseable para toda Industria recibir materia prima, estrictamente dentro de especificaciones en todas y cada una de sus propiedades; ya que de ello depende la eficiencia y calidad de lo que se produzca.

6.1.2 PERSONAL. Podemos pensar en dos grupos básicos de personal que afectan la calidad o interpretación de la calidad en los productos de una Empresa, y son:

PERSONAL DE OPERACION. Dentro de éste grupo se considera en sus diferentes niveles, a producción, mantenimiento ingeniería y programación, quienes en forma directa o más o menos directa elaboran el producto, manejan las máquinas y/o las programan en su proceso.

Es posible mediante una adecuada capacitación y un rendimiento bien programado, lograr que el personal opere satisfactoriamente y con ello se obtengan productos que cumplan los alineamientos generales respectivos.

PERSONAL DE INSPECCION. Dentro de éste grupo se considera el personal de laboratorio, quien se encarga de la inspección, pruebas y análisis de los materiales. De la preparación y criterio de este personal dependerá la calidad real con que el producto ha sido fabricado.

6.1.3 EQUIPO, MAQUINARIA Y MEDIOS:

Son todos aquellos elementos con los cuales se elabora directa o indirectamente los diferentes productos. Del mantenimiento que se les de a éstos equipos dependerá el grado de calidad de los artículos, o productos que se elaboren.

6.1.4 EQUIPOS DE INSPECCION Y ELEMENTOS DE PRUEBA:

Son aquellos elementos materiales que se utilizan para verificar directa o indirectamente las diferentes propiedades cualitativas de un producto. Del grado de ajuste y calibración de estos aparatos dependerá la calidad real del producto elaborado.

6.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA UREA

La fig. 6.1. muestra el cuadro de especificaciones generales de la urea.

Con el objeto de tener un mejor control de éste producto en función de la calidad, se ordenaron sus propiedades en forma decreciente de acuerdo a su importancia relativa.

Las primeras propiedades pueden considerarse como críticas, por considerarse que imponen la condición de que los resultados presenten desviaciones pequeñas o insignificantes respecto a sus especificaciones, pues de lo contrario afectarán negativamente la calidad del producto y con ello la tranquilidad o confiabilidad del usuario.

Las últimas propiedades pueden considerarse como informativas debido a que tienen por objeto informarnos sobre ciertos valores numéricos del producto y que cualquier desviación más o menos mayúscula respecto a estas especificaciones puede ser aceptada en algunos casos, sin que se presente crisis de ninguna especie.

El formato de dicho cuadro puede variar según la Empresa, Estado, País u aplicación en particular, aunque siempre deberá contener las propiedades cualitativas y cuantitativas que hagan funcional al producto para el uso destinado.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA UREA

CONCEPTO	USO INDUSTRIAL	USO AGRICOLA		
		APLICACION AL SUELO SIN RECUBRIR	RECUBIERTA	APLICACION FOLIAR
Nitrógeno total (% mín.)	46.0	46.0	45.0	46.0
Biuret (% máx.)	1.0	1.0	1.0	0.3
Pérdida de peso (% máx.)	0.4	0.4	0.4	0.4
Acondicionador (% máx.)	-	-	3.0	-
Granulometría 3,360 u (% máx.)	1.0	1.0	1.0	1.0
840 u (% máx.)	-	-1.0	-1.0	-1.0
Hierro (ppmFe)	2.0	-	-	-
Alcalinidad (ppm NH ₃ máx.)	150.0	-	-	-
Turbidez (ppm SiO ₂ máx.)	35.0	-	-	-
Densidad aparente (g/l)	760 <u>+20</u>	-	-	-
Cenizas (ppm máx.)	50.0	-	-	-
Aceite (ppm máx.)	20.0	-	-	-
pH	7 9	-	-	-

I

CONCEPTO	ESPECIFICACION
Fórmula	NH_2CONH_2
Peso molecular	60
Peso específico	1.335
Punto de fusión	132: 7°C (270.90°F)
Punto de ebullición	Se descompone a la presión atmosférica antes de hervir.
Solubidad	Se disuelve fácilmente en agua.
Calor de solución	Menos de 57.8 Cal/g en agua.
Calor específico	0.320 cal/g de 0°C - - 20°C
Densidad aparente	0.67 Kg/lt(empacada sin comprimir).

TECNICAS DE MUESTREO

A continuación se describirán algunas técnicas de muestreo - las cuales cubren el mayor número de casos posibles en el -- proceso de obtención de urea.

La técnica de muestreo variará en cada caso, de acuerdo con - los siguientes factores:

a) Naturaleza física del material

Sólido

Líquido

Pastoso

Gas

b) Grado de peligrosidad del mismo

Tóxico

Explosivo

Inflamable

Irritante

c) Tipos de recipientes que lo contengan

Frascos de vidrio

Envases de cartón o madera

Cuñetes de fibra

Bolsas

A granel

TIPOS DE MUESTREO

Muestra Superficial

Es aquella que se toma 15 cms.abajo de la superficie libre - del material.

Muestra al Drenaje

Es la que se obtiene al nivel en que se encuentra la vena de salida,bien en la proximidad de la boca de descarga o distan te de la misma,pero al mismo nivel.

Muestra de Salida

Se toma accionando la válvula de salida o de descarga,del - - recipiente.

Muestra Contínua

Se toma durante el tránsito de material a través de un ducto o sistema de circulación continúa,bien accionando una válvula de muestreo, o una sonda intercalada.

Muestra a Granel

Es la formada por la acumulación de porciones de material to mado en diversas latitudes y profundidades,sin actitud discri minatoria respecto a tamaño de particula.Esto es,incluyendo- finos,medianos gruesos etc.

MUESTREO DE LIQUIDOS

Las materias primas en estado líquido pueden recibirse en -- carros-tanque de ferrocarril,pipas,tambores metálicos con -- capacidad aproximada de 200 lts.,o recipientes de menor capa cidad.

La técnica de muestreo variará en función del tipo de recipiente en que venga contenida la materia prima en cuestión.

1.- Carro-tanque de Ferrocarril y pipas.

El muestreo de tales recipientes puede efectuarse bien en forma continua si es que se dispone de derivaciones en el sistema de descarga, o bien por formación de muestras compuestas.

Si el muestreo se efectúa en forma continua, deberá disponerse de una válvula o sonda intercalada en el sistema de descarga.

Las parciales acumuladas se homogeneizarán, entregándose al laboratorio la cantidad requerida para su análisis. Tanto el recipiente acumulador como el de muestra representativa pueden consistir en bolsas de polietileno o de papel, teniendo especial cuidado en evitar contaminaciones.

2.- Muestreo de Polvos Untuosos.

Dentro de esta categoría de materiales consideraremos aquellos que siendo polvos se adhieren firmemente al recipiente o bien a sus partículas componentes a mantenerse siempre unidas.

Estos materiales pueden recibirse bien en bolsas de papel o polietileno, así como en cajas de cartón o cuñetas de fibra.

Para el muestreo de estos materiales deben abrirse los recipientes que los contengan, sea quitando la tapa en el caso -

de los cuñetes o descosiendo en el caso de las bolsas. El --
muestreo se hará utilizando una cuchara de aluminio, antimonio
o acero inoxidable.

Se tomarán muestras parciales tanto de la superficie libre --
como de la parte media y fondo del recipiente, operando conve-
nientemente la cuchara de que se disponga.

Las muestras parciales se homogeneizarán entregando al Laboratorio
la cantidad necesaria para su análisis.

3.- Muestreo de sólidos Enmarquetados.

Consideremos dentro de esta categoría a todos aquellos mate-
riales cuyas partículas se encuentran agrupadas en forma com-
pacta, tal como ocurre en las barras de parafina, blocks de --
hule sintético, etc.

Para este tipo de muestreo dispondremos de muestradores tipo
barreno cuyo diámetro variará en función de lo que se vaya --
a muestrear, pudiendo adoptarse universalmente un barreno con
diámetro de 3/4".

Las trayectorias a imprimir al barreno durante el muestreo --
serán en forma tal que se cubran el mayor número de latitu --
des y profundidades del recipiente.

Las barrenaduras parciales obtenidas se irán acumulando en un
recipiente de forma y tamaño adecuados, pudiendo consistir en-
bolsas de polietileno, de papel o cuñetes minúsculos de cartón.

Para homogeneizar convenientemente las barrenaduras acumula-
das, deberán seccionarse éstas utilizando un elemento como --

tijeras, cuchillo, etc.

Se entregará al Laboratorio la muestra necesaria para el análisis respectivo.

4.- Material a Granel

Los materiales recibidos en esta forma pueden venir en carros, tanque de ferrocarril abiertos o cerrados, así como en vehículos carreteros.

En el caso de carros abiertos se procederá como sigue:

a) Localización de los puntos de muestreo para lo cuál se miden o estiman la longitud, latitud y profundidad del material en el carro.

b) Con los datos del inciso anterior establecemos la localización de los planos de muestreo, normales al eje.

Se tomarán muestras parciales durante la descarga, bien a intervalos de tiempo constantes o bien al iniciarse y concluirse dicha operación.

Las muestras parciales acumuladas se homogeneizarán previamente a su entrega al Laboratorio.

Si el recipiente en cuestión tiene alguna abertura en la parte superior, lo cuál es común pueden tomarse muestras " a todos niveles" o muestras compuestas.

2.- Tambores Metálicos.

a) Para muestreo de este tipo de materiales dependerá del - -

grado de aglomeración de sus partículas componentes;ésto es - si se encuentra formando marquetas,trozos irregulares,polvo - fluible,polvo untuoso, etc.

También el muestreo tiene sus variantes según sea el tipo de recipiente en que vengan éstos materiales,pudiendo ser carros de ferrocarril tipo tolva,furgón o caja,a granel en camiones- en recipientes manuales(bolsas,cuñetes,cajas,etc.)

1.-Muestreo de Polvos Fluibles

Para este tipo de muestreo utilizaremos un muestrador de - punta y canal,insertándolo en el cuerpo del recipiente y cole^ugando el material por el extremo libre y externo de dicho - - muestrador longitudinal,estableciendo 3 de estos;1,en el punto medio de la longitud del carro y los otros 2 a un sexto -- de la longitud del carro.

c) Determinación de los planos de muestreo normales a la profundidad del carro, estableciéndose 3 de estos;1,en el punto medio de la profundidad del carro,conjugándolo con los planos centrales de los incisos anteriores,y los otros dos a un tercio y 2 tercios respectivamente de la profundidad conjugándolos a cada uno de los pares de los planos extremos de los incisos anteriores.

d) Localización de los planos de muestreo normales a la latitud del carro, estableciéndose 3 de estos; 1 en el punto me--

dio de la latitud de el carro, interceptando el carro central establecido en el inciso anterior, los otros 2 a un tercio y 2 tercios respectivamente de la latitud del carro, interceptando a los planos extremos del inciso anterior (1 a 1).

e) Una vez establecidos empíricamente los puntos de muestreo, se irá efectuando éste, conforme dichos puntos se vayan alcanzando durante la descarga de material, procurando evitar actitudes discriminatorias respecto los tamaños de las partículas; esto es, deberán incluirse los mismos materiales gruesos que finos y aún trozos en cada uno de los puntos de muestreo establecido.

f) Una vez concluido el muestreo se homogeneizará el material entregado al Laboratorio la cantidad necesaria para su análisis.

En el caso de carros cargados pero con ventanas de acceso en la parte superior, tal como ocurre con las cargas de carbonato se tomarán muestras en forma semejante a como se estableció en el caso anterior, pero ajustándonos a la localización de las ventanas de acceso.

En último caso el muestreo lo haremos utilizando un muestreo de caña con tubos concéntricos y ventanas múltiples.- La muestra obtenida se homogeneizará entregando al Laboratorio la cantidad requerida para su análisis.

VII.- CONSIDERACIONES ECONOMICAS

SOLO LECTURA

El siguiente análisis económico estimado fué hecho desde el punto de vista ilustrativo más que por proveer absolutos.

Los costos utilizados fueron tomados utilizando un caso base en 1981.

Para formar los costos de producción, se integran factores tales como la utilización de Materias Primas, Mano de Obra requerida, Costos de Servicios Requeridos, Supervisión, Impuestos y Seguros, Mantenimiento, Depreciación, Empacado y Miscelaneos. A continuación de manera breve se explica en que consiste cada uno de los conceptos mencionados.

7.1 Capital Requerido.

La Fig.7.1 nos muestra el capital requerido para las plantas de Urea con un rango de 500-1700 toneladas por día.

El costo del límite de batería va de un rango de 13 millones de dólares a 500 toneladas por día hasta 27 millones de dólares a 1700 toneladas por día. El costo total de la planta es tomado como 1.5 veces el costo del límite de batería.

7.2 Materias Primas

Las Materias Primas a utilizar son el Amoniaco y el bióxido de carbono. Los Factores de utilización considerados para la estimación de costos de producción están definidos en base a los consumos promedio que presentan las tecnologías referentes a la producción de Urea.

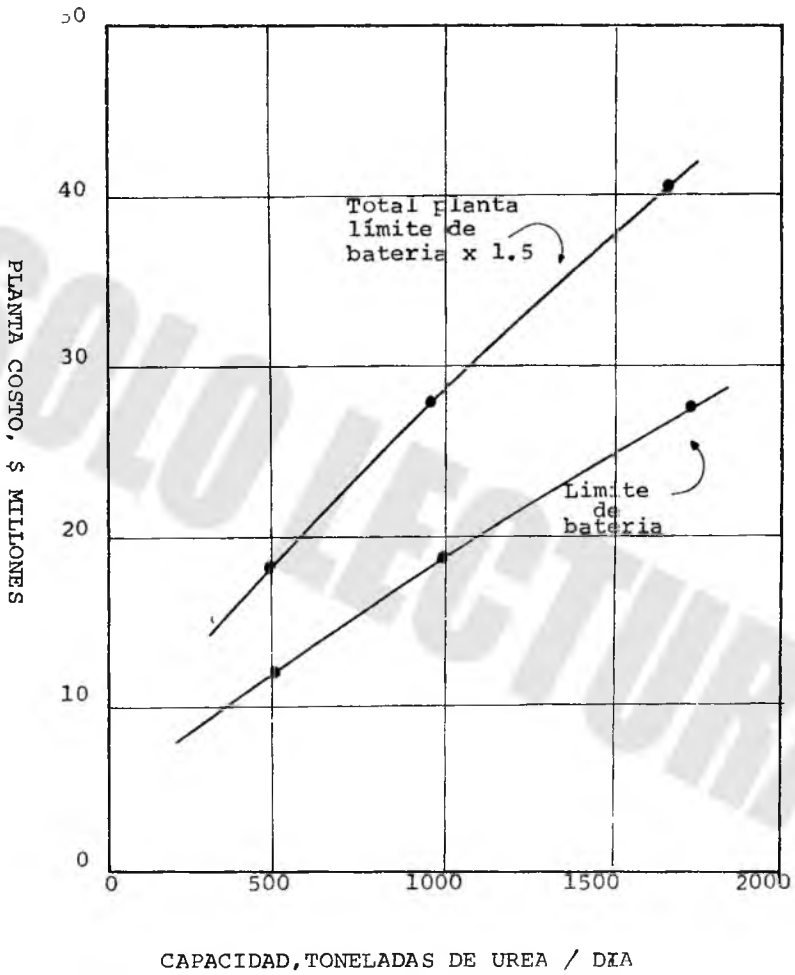


FIG. 7.1

7.3 Servicios Auxiliares.

Para operar una planta de Urea, se requiere dentro del renglón de servicios auxiliares; Agua de Enfriamiento y Agua Tratada, Vapor, Energía Eléctrica, Laboratorio y Mantenimiento. Los factores de consumo empleados han sido sacados de los factores garantizados por los poseedores de tecnologías propias para las plantas de Urea.

7.4 Mano de Obra.

La mano de obra requerida para el manejo de la planta de Urea fué estimada tomando como base la experiencia de las plantas que operan en la actualidad.

7.5 Almacenamiento

Los costos por concepto de almacenamiento son basados 45 días de producción de producto a granel a un costo de \$50-Ton. más 10 días de producto empacado a un costo de \$75/Ton.

7.6 Empacado

Se asume un costo de \$12/Ton. por bolsas y empacado. El costo de empacado dependerá del tipo de bolsas utilizadas. El costo de \$12/Ton. es considerando que se van a utilizar bolsas de 50Kg. de capacidad fabricadas con polipropileno en la parte interna.

TABLA 7 - 1

COSTO DE PRODUCCION ESTIMADO PARA
LA UREA 46% N

Capacidad ----- 1,000 Ton./día
 Capacidad Utilizada----- 90%
 Producción Anual----- 300,000 Ton.
 Inversión ----- \$ 29 millones
 Almacenamiento----- \$ 3 millones

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO/UNIT.\$</u>	<u>\$TON. UREA</u>
<u>Materias Primas</u>			
Amoniaco	0.575 Ton.	120	69.00
CO ₂	0.760 Ton.	0.5	0.38
<u>Auxiliares</u>			
Agua	70 cm ³	0.01	0.70
Vapor	1.2 Ton.	4.00	4.80
Electricidad	125 Kwh.	0.02	2.50
Mano de obra	0.40 hr/hombre	7.00	2.80
Supervisión	100% mano de o.		2.80
Control de Cal.	20% " " "		0.56
Impuestos y Seg.	2% de la invers.		2.13
Mantenimiento	5% de la invers.		5.33
Depresiación e Int.	10.67 " " "		11.38
Miscelaneos			1.00
SUBTOTAL			103.38
Gastos de Admón y Miscelaneos 5% del subtotal			5.17
Costo de Producción a Granel			108.55
Bolsas y Empacado			12.00
Costo de Producción Empacado			120.55
10% de retorno de inversión			10.67
Precio de Venta Empacado			131.22
Precio de Venta sin empacar			119.22

COSTOS DE PRODUCCION DE LA UREA A CAPACIDAD VARIABLE.

Estos costos se hicieron bajo las siguientes consideraciones:

- 1.- Costo de las materias primas, auxiliares se mantendrán constantes.
- 2.- Los costos de mano de obra y supervisión se incrementarán en proporción a la capacidad.
- 3.- Los costos por depreciación, mantenimiento, intereses, impuestos y seguros variarán en proporción al capital necesario - para la inversión.

El resultado de los cálculos indican que un incremento en la - escala de operación de 500 a 1700 Ton/día disminuirá al costo- de \$ 116.17 a \$ 104.11

TABLA 7 - 2

EFFECTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE UREA EN LOS COSTOS DE
PRODUCCION Y PRECIOS DE VENTA (90% de la capacidad utilizada)

	500 T/d	1,000 T/d	1700T/d
Costo de la planta \$mill.	19.50	29.00	40.20
Almacenamiento \$mill.	<u>1.50</u>	<u>3.00</u>	<u>4.40</u>
Inversión Total \$mill.	20.50	32.00	45.60
Costos por Tonelada por producto.			
Materias Primas y Auxiliares.	77.38	77.38	77.38
Mano de obra	3.69	2.80	2.26
Supervisión	3.69	2,80	2.26
Control de Calidad	0.74	0.56	0.45
Mantenimiento (5% inv.)	6.83	5.33	4.47
Impuestos y Seguros(2% inv.)	2.73	2.13	1.79
Depreciación e intereses 10.67% inv.	14.58	11.38	9.54
Miscelaneos	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>
SUBTOTAL	110.64	103.38	99.15
Admón.y misc.(5% subtotal)	<u>5.53</u>	<u>5.17</u>	<u>4.96</u>
Costo de producción a granel	116.17	108.51	104.11
10% Retorno de inversiones	<u>13.67</u>	<u>10.67</u>	<u>8.94</u>
Precio de venta a granel	129.84	119.22	113.05

Estimación del costo de producción del Nitrato de Amonio.

De la misma manera que se hizo el estudio económico para la Urea, se hizo el siguiente análisis para el Nitrato de Amonio y el Sulfato de Amonio.

TABLA 7 - 3

Estimación de los costos de producción y precios de venta del Nitrato de Amonio (34% N).

Capacidad----- 1,353 Ton/día
 Capacidad utilizada----- 90%
 Producción anual ----- 405,900 Tons.
 Inversión-----\$17.5 millones
 Almacenamiento-----\$ 4.0 millones

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO/UNIT.\$</u>	<u>\$TON. PROD.</u>
<u>Materias Primas</u>			
Amoniaco	0.210 Ton.	120	25.20
Acido Nítrico	0.773 Ton.	53.40	41.27
Estabilizador	4 Kg.	0.25	1.00
<u>Auxiliares</u>			
Vapor	0.2 Ton.	4.00	0.80
Agua	8 m ³	0.01	0.08
Electricidad	20 Kwh	0.02	0.40
Mano de obra	0.17 hr/hm.	7.0	1.19
Supervisión	100% M.de O.		1.19
Control del Cal.	20% M.de O.		0.24
Mantenimiento	5% Inversión		2.65
Impuestos y Seguros	2% "		1.06
Operación e Int.	10.67% "		5.65
Miscelaneos			0.50
SUBTOTAL			81.23
Gastos de Administración y miscelaneos	5%subtotal		4.06
Costos de producción a granel			85.29
Bolsas y Empacado			12.00
Costos y producción empacado			97.29
10% de retorno de Inversión			10.96
Precio de venta a granel			96.29
Precio de venta empacado			108.25

TABLA 7 - 4

Costos de producción y precios de Venta del Nitrato de Amonio

a diferentes Capacidades.

Capacidad de utilización 90%

CONCEPTO	<u>COSTO \$ / TON DE NITRATO DE AMONIO</u>		
	323 T/d	647 T/d	1,353 T/d
Inversión (millones)	(94.22)	(70.43)	(52.97)
Materias primas y Auxiliares.	68.75	68.75	68.75
Mano de obra	2.11	1.58	1.19
Supervisión	2.11	1.58	1.19
Control de Calidad	0.42	0.32	0.24
Miscelaneos	0.50	0.50	0.50
Mantenimiento 5% INV.	4.71	3.52	2.65
Impuestos y Seguros 2% INV.	1.88	1.41	1.06
Depreciación e Intereses 10.67% INV.	10.05	7.51	5.65
Subtotal	90.53	85.17	81.23
Gastos de Adm.y Misc. 5% subtotal	<u>4.53</u>	<u>4.26</u>	<u>4.06</u>
Costo de producción a Granel	95.06	89.43	85.29
Bolsas y Empacado	<u>12.00</u>	<u>12.00</u>	<u>12.00</u>
Costo de producción Empacado	107.06	101.43	97.29
10% Retorno de inversión	<u>9.42</u>	<u>7.04</u>	<u>5.29</u>
Precio de Venta (Empacado)	116.48	108.47	104.58
Precio de Venta (Granel)	104.48	96.47	90.58

Como se puede observar el Resultado de los Cálculos en la - -
tabla 7.4 Indican que un incremento en la escala de Opera - -
ción de 323 Ton/día a 1353 ton/día disminuirá el costo de - -
fabricación de a Granel de \$ 95.06 a \$ 85.29.

SOLO LECTURA

TABLA 7. 5

Costo de producción del Sulfato de Amonio en Cristales

(21.% N)

Capacidad 400 Ton/ día
 Capacidad utilizada 90%
 Inversión de la Planta \$ 9.4 millones
 Almacenamiento \$ 1.0 millones

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	\$/TON PRODUCTO
Materias Primas			
Amoniaco	0.258	120	30.96
Acido Sulfúrico	0.744	35	26.04
Electricidad	36 Kwh	0.02	0.72
Agua	50 m ³	0.01	0.50
Mano de obra	0.2 hrs.hm.	7.00	1.40
Supervisión	100% M.de O.		1.40
Control de Calidad	20% M.de O.		0.28
Mantenimiento	5% de la Inv.		4.33
Impuestos y Seguros	2% de la Inv.		1.73
Depreciación e Intereses	10% de la Inv.		9.25
Miscelaneos			1.00
Subtotal			77.86
Gastos de Adm. y Misc.	5% del Subtotal		<u>3.89</u>
Costos de Producción			81.75
10% Retorno de Inv.			8.17
Precio de Venta a Granel			90.42

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS DE PRODUCCION

UREA, NITRATO DE AMONIO, SULFATO DE AMONIO.

	COSTO DE PRODUCCION		PRECIO DE VENTA	
	\$/Ton. Prd.	\$ Kg. N	\$/Ton. Prd.	\$/Kg. N
UREA (46% N)	108.55	0.236	119.22	0.259
Nitrato de Amonio (34% N)	85.29	0.251	96.25	0.283
Sulfato de Amonio (21% N)	81.75	0.289	90.42	0.430

La comparación Indica que la Urea es más barata por Kg. de --
N que el nitrato de Amonio. Esto es de Acuerdo a los límites --
estimados. Además los costos por distribución deberían ser más
altos para el Nitrato de Amonio por Kg. de N y para el Sulfato-
de Amonio por tener un menor contenido de N.

CONCLUSIONES

El estudio desarrollado sobre la fabricación de los nutrientes de las tierras dedicadas al cultivo de todos los productos agrícolas; denominados fertilizantes nitrogenados; es el punto de partida para despertar la conciencia de todos los agricultores y puedan apreciar las riquezas que el subsuelo puede ofrecer si hacemos el uso adecuado de ellos.

Lo más importante es que la mayoría de los cultivos en la mayor parte de los suelos, responden provechosamente a la aplicación de fertilizantes.

Es por esto que al abordar el tema del presente trabajo, Titulo Fabricación de Fertilizantes Nitrogenados; se logra en su desarrollo saltar todos los obstáculos para dar una información somera y detallada de la importancia que revisten los Fertilizantes Nitrogenados y su aplicación al amplio campo de la producción Agrícola.

Nuestra gran responsabilidad ante esto, consistió en delinear en forma descriptiva y sistemática las acciones que deben tomarse para que, con la mejor y más estrecha vinculación se aprovechen los Valiosos Recursos de que disponemos con la mayor racionalidad, eficiencia y sentido de cooperación. Por lo que esperamos haber cumplido en uno de los renglones de suma importancia, el que un gran número de personas cobren conciencia de la conveniencia de utilizar los fertilizantes para colocar al país en un lugar preponderante en el área Alimenticia.

B I B L I O G R A F I A

Manual de fertilizantes

Soil Improvement Committe California Fertilizer Association

Using Commercial Fertilizers

Mc. Vickar tercera edición

World Fertilizer Atlas fifth Edition

Primer congreso latinoamericano sobre fertilizantes

Memoria. 20-22 agosto Oaxt. México.

Primera conferencia sobre uso de fertilizantes

ADIFAL-ISMA. junio 1978.

La fertilización en México

Gerencia de Planeación y Desarrollo FERTIMEX.

Econotecnia Agrícola

Publicación FERTIMEX. 1980.