PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROPECUARIA

MATERIAL DIDACTICO
(VERSION PRELIMINAR)

3

# SEMINARIO SOBRE MERCADEO DE INSUMOS PARA SUB-GERENTES DE PROVISION AGRICOLA

## - CAJA AGRARIA -

BOGOTA, DEL 2 AL 11 DE OCTUBRE, 1972



IICA CIRA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROPECUARIA

MATERIAL DIDACTICO
(VERSION PRELIMINAR)

3

# SEMINARIO SOBRE MERCADEO DE INSUMOS PARA SUB-GERENTES DE PROVISION AGRICOLA

## - CAJA AGRARIA -

BOGOTA, DEL 2 AL 11 DE OCTUBRE, 1972

IICA CIRA

## CAJA DE CREDITO AGRARIO

La CAJA DE CREDITO AGRARIO se creó por mandato de la Ley 57 de 1931, se constituyó como una Sociedad Anónima en 1932, con aportes de capital del Estado, de otros Bancos, de la Federación Nacional de Cafeteros y de particulares, para comentar sociedades seccionales de crédito con suscripción de acciones por los municipios, departamentos y por agricultores e industriales; en 1943 se liquidaron las seccionales y se crearon las oficinas propias de la Caja bajo su directa administración.

Posteriormente se le anexaron, las secciones de crédito industrial y préstamos para la minería y así completó el nombre que actualmente ostenta de CAJA DE CREDITO AGRARIO INDUSTRIAL Y MINERO.

## IICA-CIRA. PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROPECUARIA (PNCA)

El Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria es un instrumento funcional de capacitación, creado por convenio entre el Gobierno de Colombia y el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Este Programa tiene como principal objetivo atender a las necesidades específicas de capacitación que se presenten por las diferentes entidades del sector agropecuario y dar a éstas la asesoría que soliciten. Su Dirección y Administración están a cargo del Centro Interamericano de Desarrollo Rural y Reforma Agraria (CIRA).

# INTRODUCCION

En el año 1970, la Caja Agraria -conjuntamente con el PNCA- programó y ejecutó un primer curso sobre el tema; se estudiaron entonces los principales elementos para programación del mercadeo y se hizo énfasis en sus aspectos administrativos.

Continuando con esa política de capacitación, la entidad solicitante ha detectado la necesidad de instruir a su personal en las técnicas de análisis, investigación y programación de sistemas de ventas y distribución, mas acordes con las características de su mercadeo actual y potencial.

Durante las reuniones del Comité Técnico del PNCA, la Caja Agraria solicitó se incluyera, dentro del programa para el segundo semestre de 1972, un curso sobre mercadeo de insumos para Subgerentes de Provisión Agrícola de dicha institución. Esta actividad fue aprobada por la Junta Consultiva en la reunión del 9 de marzo del presente año.

Son objetivos básicos del curso:

1. Instruir a los participantes en aquellas disciplinas que les permitan analizar, investigar y programar las medidas tendientes a lograr una intervención, cada vez más eficiente, de la Caja en el mercadeo de insumos, a través de sus Oficinas de Provisión Agrícola.

2. Instruir a los participantes acerca de las propiedades, uso, aplicación y sustitución de cada uno de los productos y/o elementos que mercadea la Caja en su programa de provisión.

3. Corregir deficiencias del actual sistema de mercadeo y crear, en los asistentes actitudes favorables hacia el cambio y desarrollo institucional.

4. Ofrecer bases fundamentales para que los participantes puedan extender estos conocimientos y prácticas a otros funcionarios de la entidad.

César Rodríguez O
César Rodríguez
Mercadólogo PNCA.

CONTENIDO

# CONTENIDO

## DIRECTIVOS DE LAS ENTIDADES AUSPICIADORAS

| | |
|---|---|
| Dr. José Vicente Vargas Salgado | Gerente General de la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero. |
| Dr. Luis Ramiro Beltrán | Director del Centro Interamericano de Desarrollo Rural y Reforma Agraria (IICA-CIRA) |
| Dr. Eduardo Ramos López | Co-director del Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria (IICA-CIRA) |

## COORDINADORES DEL CURSO

| | |
|---|---|
| Dr. Luis Fernando Zea | Jefe del Departamento de Mercadotecnia de la Caja Agraria. |
| Dr. Libardo Solarte | Instructor Programador del Departamento de Desarrollo e Investigación de Personal de la Caja Agraria. |
| Dr. César Rodríguez | Mercadólogo del Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria, PNCA (IICA-CIRA). |

## CONFERENCIANTES

JORGE MESA, Ingeniero Agrónomo. Especialista en Fertilizantes. Profesor de Suelos y Fertilizantes de la Universidad Nacional de Colombia.

JORGE MONTERO, Administrador de Empresas. Especialista en Ventas e Instructor de la Facultad de Administración de la Universidad Nacional de Colombia.

## PARTICIPANTES

| | |
|---|---|
| Alvarez Faraco, Nelson | Subgerente de Provisión Agrícola, Villavicencio |
| Becerra Zomorano, Carlos | Subgerente Zona de Provisión Agrícola, Cali |
| Camacho Arias, Bernardo | Subgerente de Provisión Agrícola, Manizales |
| Del Castillo Ordóñez, Edmundo | Subgerente Provisión Agrícola, Pasto |
| Giraldo Patiño, Jairo | Subgerente de Zona Provisión Agrícola, Medellín |
| Gómez Giraldo, León | Subgerente Provisión Agrícola, Bucaramanga |
| Herrera Sierra, Joaquín Libardo | Subgerente Zona Provisión Agrícola |
| Jaramillo Hoyos, Luis Fernando | Supervisor Nacional Fertilizantes-Proagrícola |
| Espina Sánchez, Jesús María | Subgerente Zona Provisión Agrícola, B/quilla. |
| Etálora Hernández, Hugo | Subgerente Provisión Agrícola, Tunja |
| Páez Reyes, Humberto | Subgerente Provisión Agrícola, Neiva |
| Pinzón Quintana, Carlos Alberto | Subgerente Provisión Agrícola, Ibagué |
| Restrepo Rodríguez, Jaime | Subgerente Supernumerario Provisión Agrícola, Bogotá |
| Serrano González, Gerardo | Subgerente Provisión Agrícola-Zona Occidental, Bogotá |
| Sierra Forero, Rafael | Subgerente Provisión Agrícola-Zona Oriental "La Caro", Bogotá |

# PROGRAMA

I. Aspectos Generales de las Ventas
- Cliente o consumidor
- Productos
- Area de operaciones

- El precio
- Motivación
- Canales de distribución
- Comunicación
  - Publicidad
  - Promoción
- La función de ventas en la empresa

II. Organización en Ventas
- Organización general de la empresa (estructural)
- Organización física
- Organización de recursos humanos
- Sistema de ventas
  - Contado
  - Crédito

III. Investigación de Mercados
- La información
  - Fuentes primarias
  - Fuentes secundarias
- Estimación de ventas
- Planeación y programación de las ventas

IV. Inventarios
- Políticos
- Manejo de inventarios
- La función compras (adquisiciones)

CONFERENCIAS Y DOCUMENTOS

Nota: La responsabilidad del contenido de las Conferencias y Documentos es de sus Autores

AREA DE VENTAS

(Jorge Montero)

# AREA DE VENTAS

Jorge Montero*

## A. Aspectos Generales de Ventas

Definición de Mercadotecnia: "Es el desempeño de actividades de negocios que dirigen la corriente de bienes y servicios del productor al consumidor o usuario".

Según esta definición la mercadotecnia es VENTA, con una serie de actividades, tales como:

-Determinar compradores potenciales (investigación de mercados).

-Presentación adecuada del producto (publicidad).

-Acciones para el envío de las mercancías (distribución).

-Acciones para persuadir al cliente a comprar (esfuerzo de ventas), las cuales estaban todas encaminadas a llevar al cliente un producto el cual debía adaptar sus necesidades a él (al producto).

Esta orientación hacia el producto estaba de acuerdo a la situación de la economía caracterizada por una cierta escasez de bienes, por lo cual lo esencial era aumentar la producción; prevalecía el criterio de "que todo lo que se produce se vende".

Con el desarrollo de economía, la producción alcanza metas extraordinarias llegándose a una situación caracterizada por una cierta escasez de mercados lo que hace necesario para las empresas encontrar mercados para sus productos; por consiguiente el enfoque actual se ha centrado en el consumidor.

Dentro de este enfoque nuevo, todas las acciones deben actuar como una sola, surgiendo de estas interrelaciones una política integrada en lo que respecta al consumidor.

Esta nueva forma de ver el problema nos lleva a determinar una definición de lo que se conoce por mercadotecnia integral: "Es el análisis, organización, planeación y control de los recursos, políticas y actividades de la empresa que afectan al cliente, con miras a satisfacer sus necesidades y deseos, obteniendo con ello una utilidad".

* Administrador de Empresas Universidad Nacional de Colombia y Especialista en Teoría de Ventas.

El análisis no es otra cosa que definir el problema y debe apoyarse en un conocimiento profundo de las necesidades que hay que satisfacer y de la evolución de los mercados, y, debemos iniciarlo a través de tres elementos claves: el cliente, el producto y el área de operaciones.

1. El cliente o consumidor. El principal objetivo es conocer el cliente; es ante todo un estudio sobre el comportamiento humano. Toda empresa o negocio debe saber cómo funciona su mercado y para ello debe saber: quién es, qué desea, cómo compra, qué usos hace del producto etc. el cliente; todo ésto dentro de un marco de productos y mercados.

De la infinidad de actos humanos, el que interesa, en este campo, es el acto de la compra, el cual supone una decisión al respecto; veamos al cliente desde dos puntos de vista:

-La decisión de compra.

-Quiénes participan en esta decisión.

La decisión de compra es esencialmente un proceso y debemos tratar de comprenderlo para determinar sus necesidades.

| | |
|---|---|
| Necesidad, Deseo Motivación 1) | 1) El punto inicial es la necesidad de ser consciente o inconsciente, surgida espontáneamente o creada por procesos sociales. Esta necesidad puede tener una jerarquía a escala de importancia que mueve al individuo a satisfacerla. La necesidad hace "Sensible" al individuo a las indicaciones que puede llevarlo a satisfacerlos. |
| Búsqueda Alternativas Información 2) | 2) Una vez determinada la necesidad, se inicia la búsqueda en la cual hay un proceso de deliberación: Examinan anuncios, escuchan vendedores, consultan amigos que hayan adquirido el producto, etc.. |
| Evaluación de las Alternativas 3) | 3) Se evalúan las alternativas, se desechan unas. |
| Decisión de Compra Dónde, a Quién Cuándo, Marca, Tamaño 4) | 4) Se llega a la decisión que incluye todo un conjunto de decisiones sobre el precio, marca, tamaño, etc.. Este conjunto de decisiones es un proceso laborioso para el comprador para el vendedor "reemplazarlo" en la toma de algunas de estas decisiones presentando los productos en tal forma que le evite tomarlas facilitando asi este proceso. |

Uso del Producto 5)

5) Este proceso no termina con la compra pues la compra se hizo para satisfacer una necesidad. El uso del producto le permite obtener experiencias y le permite confirmar (o rechazar) su evaluación, ésto constituye un aprendizaje y se forma el hábito de compra. El hecho de confirmar su elección, aumenta las probabilidades de que repita la compra o la recomiende a otros. Esto es un proceso individual pero así como un cliente puede recomendar a otros su compra, él puede verse afectado en su decisión por la participación de otras personas, en sus compras, así, veamos: Quiénes participan en la decisión: Por lo general son varias las personas participantes en las compras y desempeñan diferentes papeles en una compra determinada.

Cómo conocer el papel que desempeña en este proceso? Mediante un sencillo esquema (o mapa de decisiones) podremos ver mejor la influencia de ciertos individuos y el rol que desempeñan.

| Decisiones Respecto A | Quien Influye (A Prueba) | Quien Decide (Dominio) | Quien Compra |
|---|---|---|---|
| Producto | | | |
| Tamaño | | | |
| Marca | | | |
| . . . . | | | |
| Almacén | | | |

Objetivo: Descubrir el líder

El conjunto de decisiones depende del producto.

Influyente. Es la persona que estimula, informa y/o persuade en cualquiera de las frases de compra.

Ejemplo: El vendedor de almacén por sus conocimientos del producto (características) lo hace una persona de confianza. Los conocimientos de un individuo (su profesión) lo convierten en un influyente muy importante.

Decisor. Es quien toma la decisión de compra pero puede estar condicionada por la información del influyente, es el blanco principal.

Comprador. Llevan a cabo la compra real, por lo general se mueven dentro de márgenes muy reducidas de acción respecto a algunas de las decisiones.

Estos papeles pueden estar reunidos en una sola persona, o presentarse algunos de ellos, así por ejemplo, un solo individuo puede ser decisor comprador o influyente comprador, etc.

2. El producto. El análisis del producto depende del tipo de producto y de negocio pero podemos determinar cuál es el carácter de la necesidad (o presencia de la necesidad), entonces distinguimos varias fases de la necesidad.

-Necesidad establecida (está plenamente definida por el consumidor y existe el producto para satisfacerla).

-Necesidad nueva (es una necesidad reconocida por el consumidor pero no hay el producto en el mercado).

-Necesidad latente (mal reconocida, mal identificada).

De acuerdo a la presencia de la necesidad podemos determinar cuál es la ventaja relativa del producto; si nuestros productos representan para el consumidor:

-Una alternativa más en el mercado.
Aquí se presentan en el mercado muchas alternativas para satisfacer la necesidad, entonces la estrategia es diferenciar.
-Un producto nuevo (o mejorado) en cualquier aspecto: menor precio, mayor facilidad de uso, usos del envase, etc. Es indispensable que estas nuevas características sean fácilmente reconocidas e identificadas por el cliente.

Hay que tener en cuenta que no sólo se compra el producto sino lo inmaterial de él; que es solamente un medio de satisfacer una necesidad, de lograr una satisfacción.

3. Area de operación

a. Bases para la segmentación de los mercados. Los ingresos y la edad las citamos únicamente por su condición de dos variables útiles para la segmentación. En realidad, las variables utilizadas con mayor frecuencia en la segmentación de mercados son las socioeconómicas, tales como: edad, sexo, nivel de ingresos, educación y ocupación. En muchos casos se utilizan porque han demostrado que son buenas para predecir la diferencia de respuesta de los compradores. En algunos casos se las utiliza debido a que son las únicas variables de las que hay datos disponibles. Sin embargo, sería una desgracia que los vendedores tomaran únicamente en cuenta estas variables cuando dividen sus mercados. Hay un gran número de otros tipos variables que también pueden servir de base útil para la segmentación de mercados.

No todas las variables para la segmentación son adecuadas para todos los mercados. Por lo general, los mercados industriales se segmentan sobre bases tales como: magnitud, emplazamiento, clasificación e índice de uso del cliente. Los mercados de consumo se segmentan por lo general, sobre bases

tales como: ingresos, edad y magnitud de la familia. Entran en juego otras variables mas cuando las mismas pueden arrojar mayor luz. En realidad, la segmentación creativa de mercados implica la búsqueda de nuevos modos de dividir mercados ya establecidos, con la esperanza de descubrir nuevas oportunidades para la mercadotecnia.

1) Variables socioeconómicas. Desde hace mucho tiempo, las variables socioeconómicas han sido las bases con mayor popularidad para hacer la distinción entre agrupamientos apreciables de la plaza del mercado. Un motivo de ello es que estas variables guardan buena relación con las ventas de muchos productos; otro motivo es que son mas fáciles de reconocer y de medir que la mayoría de los demás tipos de variables.

El ejemplo que sigue muestra la forma en que un fabricante de margarina puede segmentar el mercado a base de variables socioeconómicas. Supongamos que la investigación de mercados de la empresa pone al descubierto, en el índice de compras de margarina, diferencias apreciables por: edad del jefe de familia, magnitud de la familia y nivel de sus ingresos. La figura 3-2 muestra la forma en que puede hacerse una segmentación conjunta del mercado de acuerdo con dichas variables. Cada una de ellas está subdividida en el número de niveles que se ha juzgado serían útiles para el análisis. El resultado es 36 (4x3x3) segmentos distintos. Toda familia que utiliza margarina pertenece a uno de estos 36 segmentos. Cuando se ha conceptualizado el mercado de este modo, la administración puede pasar a determinar los distintos potenciales de ganancias correspondientes a cada uno de los segmentos.

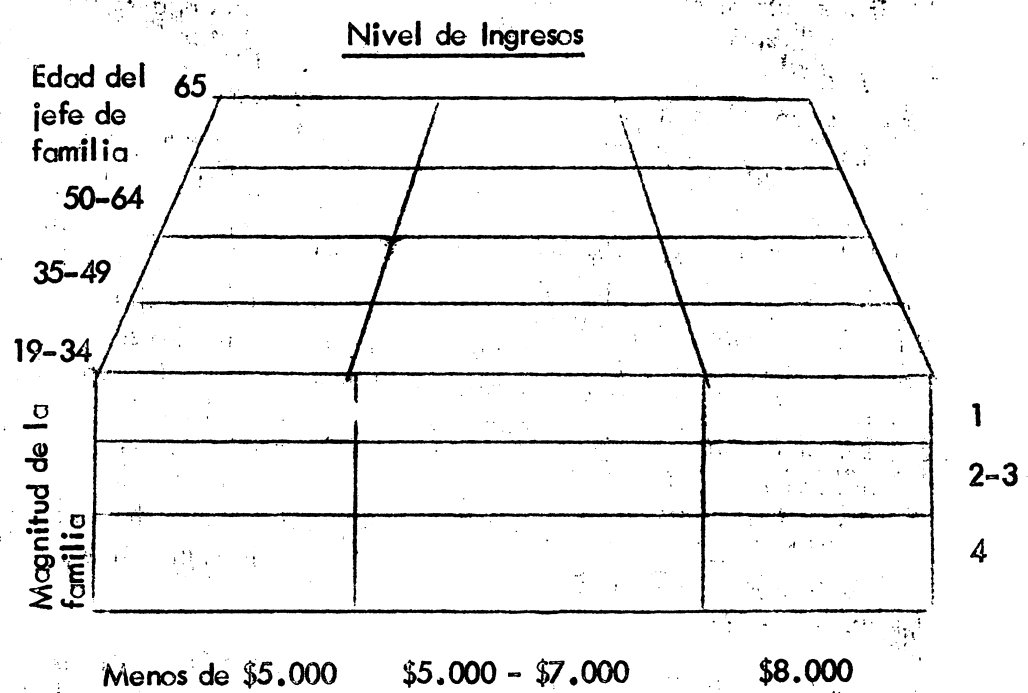



Figura 3-2 - Segmentación del mercado de margarina según tres variables socioeconómicas.

Esto implica calcular, respecto a cada uno de los segmentos: el número de familias, el índice promedio de compras y el grado de la competencia. Estos datos de información pueden sumarse para calcular el valor de cada uno de los segmentos.

2) Variables geográficas. La mayoría de los vendedores reconocen variaciones geográficas dentro de su mercado. Un pequeño comerciante al detalle puede distinguir entre clientes de la barriada y clientes mas distantes. Un vendedor local de fertilizantes puede distinguir entre clientes urbanos y clientes rurales. Un fabricante regional del oeste puede distinguir entre clientes del norte y del sur de California. Un fabricante de ámbito nacional puede clasificar sus clientes por territorios de ventas. En todos estos casos la unidad geográfica pasa a constituir la base para la labor diferencial de mercadotecnia.

Respecto a algunos productos y marcas, el fondo de las diferencias en el comportamiento del comprador puede radicar en variables de personalidad. Por ejemplo, se ha dicho que son personalidades diferentes las que se sienten atraidas a comprar automóviles Ford y Chevrolet. En encuestas de opinión se ha descrito a los dueños de automóviles Ford cual siendo "independientes, impulsivos, masculinos, al tanto de los cambios y con gran confianza en sí mismos", mientras que los dueños de automóviles Chevrolet son "conservadores, económicos, conscientes del prestigio, menos masculinos y que procuran rehuir los extremos".

En los últimos años cincuenta, Franklin B. Evans, se puso a investigar estas supuestas diferencias de personalidad. Reunió información basada en tests sicológicos y también información socioeconómica acerca de 146 dueños de automóviles Chevrolet y Ford, modelos 1955-1958, vecinos de Park Forest, Illinois. Cada uno de los dueños llenó el test de Preferencia Personal de Edwards, que intenta medir la necesidad que cada quien siente de: logros, deferencia, exhibición, autonomía, afiliación, concepto interior de si mismo, dominación, humildad, cambio, agresión y heterosexualidad. Evans examinó, respecto a cada una de estas necesidades sicológicas las diferencias en las medias de los grupos de dueños de Ford y Chevrolet y descubrió que solamente una de dichas necesidades, la de dominación, acusaba una diferencia que parecía ser significativa desde el punto de vista estadístico ( los dueños de Ford acusaban la necesidad más marcada). Por lo demás, llegó a la conclusión de que "las distribuciones de puntuación de todas las necesidades se sobreponen y entrecruzan a tal grado que la discriminación resulta virtualmente imposible".

Los críticos han puesto en tela de juicio la conclusión de Evans, debido a lo pequeño y muy localizado de su muestra, a su elección del test sicológico de Edwards, y a su metodología estadística. En especial, los dueños de agencias publicitarias creen que los factores de personalidad entran en juego en muchas

elecciones de marcas. La teoría que respalda la publicidad de productos tales como yodka Smirnoff y el agua técnica Schweppes es un llamado a tipos especiales de personalidad. Sin embargo, la prueba definitiva del grado de segmentación por personalidades tiene que basarse en pruebas estadísticas. Se necesita apremiantemente un mejor conjunto de tests para la medición de las diferentes personalidades. La labor posterior a la de Evans respecto a una gran variedad de productos o marcas ha puesto alguna que otra vez al descubierto diferencias de personalidad pero las más de las veces no ha dado este resultado. Valiéndose de una metodología algo rectificada, Ralph Westfall, no encontró diferencias de personalidad con significación estadística entre dueños de automóvil Ford y automóvil Chevrolet, ni tampoco entre dueños de vehículos estandar o vehículos compactos. Si hubo de encontrar, empero, algunas pruebas de diferencia de personalidad entre los dueños de automóviles convertibles y no convertibles, apareciendo los primeros cual siendo más activos, impulsivos y sociables. La Advertising Research Foundation (Fundación de Investigación Publicitaria) no pudo distinguir diferencias apreciables de personalidad entre los compradores de papel higiénico. Tucker y Painter encontraron algunas correlaciones de personalidad, de significación estadística, pero débiles, respecto a los nueve productos comprendidos en su estudio.

Estos estudios de investigación no están orientados a determinar si los productos y marcas tienen imágenes diferentes (las pruebas sugieren que muchos si las tienen), sino a determinar si diferentes personalidades de consumidor se sienten atraídas por estos productos. Cada uno de los productos tienen que estudiarse por separado respecto al posible vigor de los factores de personalidad en relación con el comportamiento en la compra. Los lazos teóricos entre imágenes del producto y tipos de personalidad tienen todavía que determinarse mejor.

Incluso cuando se descubren diferencias de personalidad en el comportamiento del comprador, las implicaciones de las mismas para la estrategia de mercadotecnia distan todavía mucho de estar claras. Supongamos que el automóvil Ford atrajese realmente a dueños más "independientes, impulsivos y masculinos". Debería la Ford intensificar sus esfuerzos por atraer este tipo de personalidad, en cuyo caso daría más cuerpo a su dominación de este segmento, o debería hacer un intento por atraer al tipo de personalidad más "conservadora, consciente del prestigio y menos masculina", con el fin de atraer a los dueños de automóviles Chevrolet ? Estas alternativas habrían de surtir, a largo plazo, efectos fundamentalmente distintos en la Ford y merecen un análisis más a fondo.

3) Variables del comportamiento del comprador. Las variables que describen un aspecto u otro de la relación del comprador con un producto específico podemos llamarlas variables del comportamiento del comprador. Variables tales como las de: índice de uso, motivo del comprador, lealtad a una marca y otras parecidas pueden ser muy útiles para la segmentación de un mercado.

Indice de uso. A menudo el vendedor encuentra que le es útil subdividir a las personas en: no usuarios, poco usuarios y muy usuarios de sus productos. Los no usuarios comprenden a su vez dos tipos de personas: las que generalmente no utilizan este producto (no son usuarios en potencia) y los que podrían utilizar el producto (usuarios en potencia).

Debe ponerse mucha cautela antes de incluir a personas en la categoría de los que no son usuarios en potencia. Algunos individuos pertenecientes a un grupo pueden comportarse de modo excepcional. Hay algunas mujeres que fuman en pipa, algunos indigentes que compran automóviles Cadillac y algunos hombres de edad mediana que corren en motonetas. Sin embargo, las más de las veces son demasiado pocos para que tengan importancia alguna. En segundo lugar, el propio grupo puede cambiar con el trascurso del tiempo, pasando de la condición de no ser usuarios en potencia a la condición de usuarios en potencia o de usuarios reales. El ejemplo clásico de ello lo tenemos cuando las mujeres comenzaron a fumar cigarros. La advertencia final es que de todos modos, los que no son usuarios en potencia pueden ser compradores. Esto sucede cuando tienen que hacer regalos y también cuando un usuario pide a alguien que no lo es, que haga la compra, dejando algunas veces que sea el segundo el que escoja la marca.

Por lo que respecta a los usuarios en potencia, cabe definirlos diciendo que son las personas que actualmente no utilizan el producto, pero que no se ven impedidas de utilizarlo por ningún motivo funcional, cultural ni económico. Los usuarios en potencia de cigarros son las personas adultas que los fuman y los usuarios de costosos automóviles de modelo deportivo son los económicamente capaces de tenerlos, pero que no los tienen. Puede haber personas que figuren en la condición de usuarios en potencia debido a un buen número de razones, entre las que se incluyen también el desconocimiento del producto, la inercia o la resistencia sicológica. Las causas posibles de la condición de comprador en potencia tendrán que ser objeto de una cuidadosa distinción por parte de la empresa interesada en convertir los usuarios en potencia a usuarios reales. El desconocimiento del producto reclama una extensa diseminación de información; la inercia exige una publicidad repetitiva; y la resistencia sicológica exige una sutil publicidad temática, destinada a vencer dicha resistencia.

A los propios usuarios reales cabe dividirlos entre poco usuarios y muy usuarios, y debe hacerse todo lo posible para determinar cuáles son las diferencias existentes, si es que existe alguna, entre los dos grupos. En la figura 3-3 presentamos datos de una lista de consumidores respecto al índice de uso de productos de consumo muy populares. Por ejemplo, la gráfica indica, respecto al uso de refrescos de limón y lima que el 42 por ciento de las personas que figuraban en la lista no consumían estas bebidas. El 58 por ciento que las consumía comprendía desde índices altos a índices bajos de uso. El 29 por ciento

más bajo quedó clasificado cual siendo de pocos usuarios, que solamente representaban el 9 por ciento del volumen total de ventas. La parte de grandes consumidores representó el 91 por ciento del volumen de ventas; es decir, diez veces más ventas que las hechas a pocos usuarios. Si examinamos los otros productos, vemos que, virtualmente en todos los casos los muy usuarios de productos compraron el 4 y 10 veces mas de los mismos que los adquiridos por los pocos usuarios. Asi pues, todo vendedor preferirá claramente atraer hacia su marca a un muy usuario, prefiriéndole a un poco usuario, o incluso a dos de estos últimos. Por desdicha, esta variable para la segmentación es fácil de apreciar pero difícil implantarla. Las características socioeconómicas y de personalidad han tendido a ser más bien débiles para la distinción entre pocos usuarios y muy usuarios, aunque el vendedor que llegue a deshacer este nudo gozará de gran ventaja sobre sus competidores.

4) Motivos del comprador. Puesto que un producto puede satisfacer cierta variedad de necesidades y motivos, a veces resulta útil dividir el mercado del producto de acuerdo con el motivo que puede ser predominante. La figura 3-4 muestra la importancia (hipotética) de tres motivos diferentes (economía, prestigio y calidad) para la compra de automóviles. De todos modos, tiene que observarse cierta cautela, ya que, sin duda alguna, hay otros motivos que influyen en el individuo cuando piensa en la compra de un automóvil. Además, cada persona rara vez intenta satisfacer un solo motivo; las mas de las veces procura satisfacer cierta combinación de motivos, algunos de los cuales pueden ser opuestos. De todos modos, incluso cuando son varios los

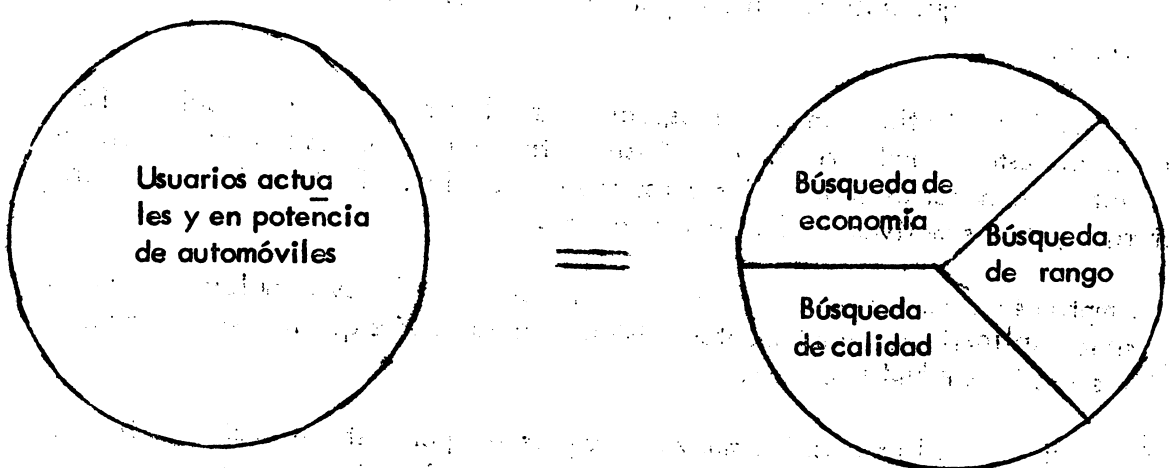



Figura 3-4 - Segmentación del mercado de automóviles por motivos primarios.

motivos que actúan en el mismo individuo, uno de ellos puede ser dominante y conformar la orientación del comprador. Este motivo predominante puede ser superficial y quizá encubra algo más profundo (en las compras de automóviles extranjeros un razonamiento de economía puede muy bien ocultar un motivo de rango o posición social), pero, de todos modos, la búsqueda de la economía constituye un dato para el fabricante que desea predecir los compradores o influir en los mismos. Aunque los diversos motivos que entran en acción en el mercado respecto a un producto particular cabe descubrirlos por medio de la investigación, resulta más difícil determinar el número relativo de personas correspondientes a cada uno de los segmentos por motivos, y el problema se complica aún más debido al hecho de que, con el trascurso del tiempo, también cambian las proporciones. Que éste es un problema difícil de calcular nos lo ilustra impresionantemente el fracaso de los fabricantes norteamericanos de automóviles que, en los años cincuenta, no supieron calcular acertadamente la importancia del motivo de la búsqueda de economía. La industria se opuso a producir automóviles compactos, basándose en que el segmento que iba en pos de la economía era demasiado reducido para que brindase las ventajas económicas dimanantes de la producción en serie. Sin embargo, las ventas de automóviles europeos en Estados Unidos siguieron subiendo y, por último, obligaron a que los fabricantes estadunidenses reconsiderasen la magnitud de dicho segmento.

## B. Análisis

1. Motivación. Hasta ahora hemos analizado el proceso de decisión y las personas que influyen en ella pero no hemos visto los motivos para llegar al acto de comprar.

Diremos que la venta tiene una razón especial para llevarse a cabo; es decir, existe una motivación. Esto ha dado origen al "análisis motivacional" que es la parte cualitativa cuyo objeto es conocer el gusto de los consumidores, su sicología de gasto y la importancia (o jerarquía) de los motivos por los cuales compra.

Esta compra es un acto humano, es decir, un proceso mental muy complejo, lo cual no ha sido posible explicarlo suficientemente; existen algunas teorías que tratan de dar una explicación sobre la conducta humana.

Habíamos dicho que la necesidad mueve a las personas pero estas necesidades tienen una escala de importancia. Maslov, ha hecho una jerarquización de ellas desde las mas elementales hasta las de orden "superior".

| | | |
|---|---|---|
| Auto-Realización | = | Satisfacción personal sentirse el mejor en su campo. |
| Estimación | = | Respeto de otros. |
| Participación y amor | = | Deseo de pertenecer. |
| Seguridad | = | Física, emocional. |
| Fisiológicas | = | Comida, techo, abrigo. |

Según Maslow, el hombre actúa de acuerdo a esta jerarquía y mientras no satisfaga las mas elementales, no se mueve por la necesidad superior, pero estas motivaciones no actúan aisladamente; solamente hay una predominante y todas se plantean en la mente del individuo con mas o menos intensidad pero tiende a satisfacerlas comenzando por las mas elementales.

La teoría del Método del Aprendizaje de Paulov, se basa en el estudio de los reflejos acondicionados la cual plantea esencialmente que el aprendizaje es un proceso ASOCIATIVO. Se basa en cuatro conceptos fundamentales:

a. Impulso. Es la necesidad o motivo que lleva a la acción.

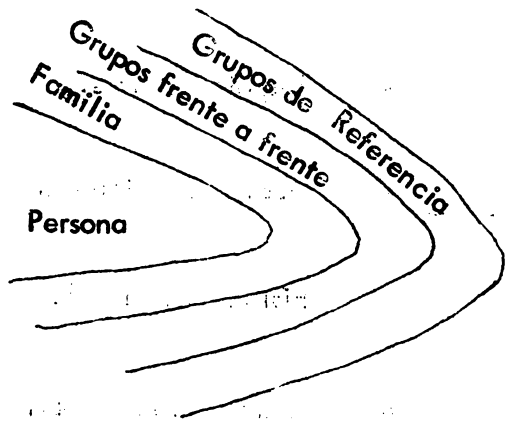
b. Indicación. Es un estímulo presente en el medio ambiente que determina cómo responde el sujeto (ejemplo: un anuncio de gaseosas puede servir de indicación que estimule el impulso de satisfacer la sed).

c. Respuesta. Es la reacción a las indicaciones (pero no todas las indicaciones producen la misma respuesta, ésto depende de la experiencia anterior).

d. Refuerzo. Si la experiencia ha confirmado la evaluación previa (es decir, es positiva), la respuesta se refuerza, cobra vigor y hay la tendencia a que se repita cuando aparezcan los indicadores.

Este refuerzo también depende de la frecuencia de los indicadores presentes en el medio (anuncios, publicidad etc.). Como la memoria del sujeto es débil, los indicadores deben tener una cierta frecuencia e intensidad para mantener vivo en el cliente este proceso de asociación

Otra teoría, la del modelo sicológico-social de Veblen, dice que el comportamiento está influenciado por los diferentes niveles de la sociedad; por el grupo a que se pertenece y por quienes pertenecen a los grupos a los que se aspira a pertenecer.




Grupos de referencia: son los grupos a los que no se pertenece, pero con los que se identificó el individuo y a los que aspira a pertenecer.

Grupos frente a frente: llamados así por su mayor proximidad y que ejercen una influencia mas inmediata e importante en los gustos y opiniones de los sujetos (ejemplo: familia, vecinos, compañeros de trabajo etc.).

2. Comunicaciones. Las comunicaciones se han convertido en un instrumento de la mercadotecnia y en una técnica administrativa la cual debe ser planeada, organizada y controlada como cualquier otra área de la administración.

La publicidad se ha definido de diversas maneras:

-Es el proceso de dar a conocer.

-Es un conjunto de técnicas para crear, mantener y desarrollar clientela.

Pero podemos definirla como el conjunto de comunicaciones cuyo objetivo es la creación de motivaciones de compra o de afecto hacia la empresa.

Pero la publicidad por si sola no vende, ésta se concibe para orientar al comprador en el mercado; en otras palabras prepara la venta (la facilita), lo que determina menores esfuerzos de la fuerza vendedora.

La publicidad cumple con la función económica de conquistar mercados y con la función social de informar y educar a la gente pero también tiene una base sicológica, se trata de influenciar la voluntad ajena; su objetivo es pues INFORMAR, PERSUADIR, RECORDAR a través de estímulos que son los anuncios.

Podemos definir el proceso de la comunicación como las relaciones entre un emisor y un receptor; el emisor trasmite un mensaje a través de un medio a un receptor del cual se espera una reacción o respuesta.

Este proceso de la publicidad se lleva a cabo a través de cuatro funciones principales que enunciaremos mediante una regla nemotécnica para facilitar su recordación:

A tención

I nterés

D eseo

A cción

Este proceso de informar, persuadir, recordar se lleva a cabo a través de los MEDIOS los cuales podemos clasificar en:

-Masivos: prensa (revistas), radio, T.V., cine, vallas, carteles, etc., y

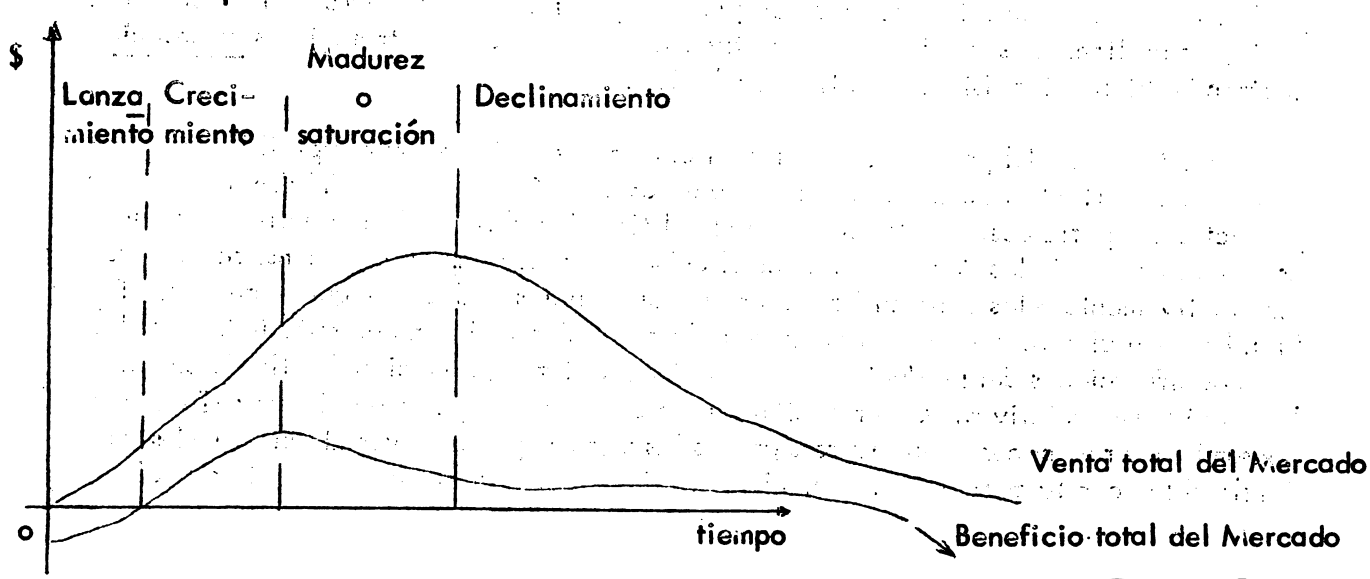
-Directos: correo, circulares, tarjetas, etc.

Pero la naturaleza de estas tareas depende de quién es informado y persuadido y acerca de qué producto es informado y persuadido.

Pero la naturaleza del esfuerzo publicitario depende de varios factores:

La importancia del negocio: Para una empresa grande, todos los medios pueden estar a su alcance pero para una empresa pequeña la conveniencia de usar un medio (ejemplo: la televisión) puede ser real pero se ve limitada por los costos y deberá recurrir a otros menos caros aunque menos efectivos.

El ciclo de vida del producto: Nos muestra su comportamiento en el mercado a través del tiempo.



En la fase de lanzamiento la publicidad busca la aceptación del producto, por lo general el producto no es rentable todavía, es una inversión para beneficios futuros.

La fase de crecimiento se caracteriza por una publicidad persuasiva con énfasis en la marca; las ventas crecen rapidamente.

La fase de saturación presenta ya muchos productos competitivos con pocas diferencias básicas, por lo cual la diferenciación del producto se busca en lo sicológico con grandes campañas estimulando los motivos emocionales. Los productores que entraron primero al mercado están en su publicidad buscando recordación (reforzando según Paulov), los beneficios empiezan a disminuir.

En la última fase decrece el monto de lo gastado en publicidad; la competencia se basa en menores precios, calidad, servicio; los productos no rentables empiezan a ser retirados del mercado.

La extensión total del ciclo puede variar de pocos días (ventas navideñas) hasta varios años (en nuestro medio los automóviles). Al período de declinación de las ventas depende solo del tiempo y del progreso tecnológico.

Los consumidores a quienes se dirige: Que pueden ser varios grupos: consumidores o usuarios, mayoristas, minoristas.

En relación a los consumidores en la fase de lanzamiento la tarea principal es informar acerca de la existencia y méritos del producto. Es una tarea esencialmente educativa; se trata de inculcarle, de "venderle" una nueva idea sobre un producto; este concepto de producto es muy amplio y podemos tomar nuestro negocio también como un producto que hay que promocionar, los almacenes de autoservicio debieron recurrir a esta estrategia al mostrarle a los clientes las ventajas de servirse por si mismos y hacer economías. Esta función de información apela esencialmente a motivos racionales.

Cuando las ofertas en el mercado son varias (competencia) la naturaleza de la publicidad cambia; no sólo se limita a informar sino que debe persuadir a adquirir una marca con preferencia a otra, en esta fase entra en juego la publicidad sobre marca e imagen del producto, es un llamado sobre la base de motivos emocionales. La estrategia es diferenciar mostrando diferencias físicas o de tipo sicológico.

La naturaleza del producto: En el cual entran dos factores: su complejidad y el grado en que es importante la marca. Si el producto es muy técnico y bien diferenciado de los productos competidores, puede ser adecuado el tipo de publicidad informativa; pero si no es muy diferente de los demás, entonces el esfuerzo publicitario puede consistir en persuadir efectivamente a los consumidores sobre las diferencias reales, aunque pequeñas. También la persuasión se hace necesaria porque la sola información no permite indicar todas las especificaciones del producto y debe ayudar a la tarea promocional a fin de expandir las cualidades subjetivas. Con relación a la marca, es de esperar que la mayoría de los consumidores reconocerán en diversos grados las marcas; podemos ver algunos grados de familiaridad con la marca: el reconocimiento de la marca significa solamente que el

consumidor ha visto u oído hablar de ella con anterioridad, ésto puede ser un logro significativo para los vendedores pero preferirán alcanzar el grado de preferencia de marca lo que hará que el consumidor, ante marcas diferentes lo reconocerá y eligirá el producto por costumbre o experiencia. La meta ideal es la insistencia en la marca; si el consumidor insiste en la marca, puede ir a buscarla a otras establecimientos. Este grado es la meta de la mayoría de las actividades de diferenciación del producto y segmentación del mercado.

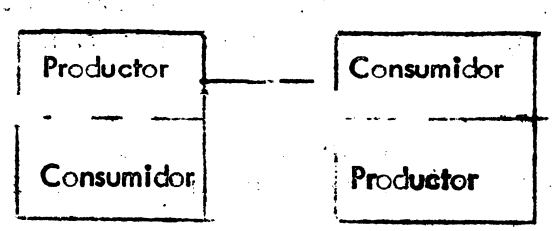
Tenidas en cuenta estas consideraciones se elabora el mensaje el cual debe guiar al consumidor a través del concepto de AIDA, es decir llamar la atención, que sea "diferente" que despierte sentimientos adecuados; debe despertar interés, una vez que llame la atención del sujeto el interés está relacionado con el tema del anuncio, si no el interés se pierde. Ejemplo: una cierta compañía fabricante de autos lanzó unos anuncios donde se presentaba el producto y a su lado una dama vestida muy atractivamente; sin embargo, las ventas no mostraron reacción alguna; hecha una investigación, ésta mostró que los observadores del anuncio, en su mayoría hombres, fijaban su atención en la dama por su gran atractivo, olvidándose del producto anunciado.

El conjunto del anuncio también debe conducir a crear apetencias (deseos), despertar "imágenes" de su utilidad o beneficio, lo cual lleva al deseo de comprar, de satisfacer estas imágenes con los objetos o productos que se le presentan al consumidor.

3. Investigación de mercados. Una de las funciones de la mercadotecnia que ha adquirido gran importancia en los últimos años es la investigación de mercados, pero pensemos un poco acerca de esa importancia: Qué factores han motivado ese auge especialmente en los últimos años ?

Remontémonos un poco en el tiempo y veamos cuál era la situación de los negocios:

Historia: Si miramos un poco la época feudal, vemos que la característica en el sistema de producción es la artesanía; ésto es, los productos son realizados por maestros o artesanos quienes intercambiaban sus productos según sus necesidades; para estos hombres no existía el problema de colocar sus productos en un mercado puesto que todos los integrantes de la comunidad conocían sus mutuas necesidades y se dedicaban a producirlos según sus habilidades, asi por ejemplo: un artesano confeccionaba textiles los cuales servían para sus necesidades personales y de su familia y para cambiar por otros productos que necesitaba. No había una clara división del trabajo y su mercado era ampliamente conocido.




Con la llegada de la Revolución Industrial, en la cual el hombre hizo uso de la técnica para mejorar su rendimiento se inicia una nueva etapa en la cual se presentan ciertas características:

-Los poseedores de capital tuvieron fácil acceso a esta técnica que se ofrecía, con lo cual se crearon grandes fábricas lo que disminuyó los costos de producción y se aumentó la producción.

-Los artesanos que no podían modernizar sus instalaciones se vieron desplazados porque sus productos resultaban mas caros, por lo cual se vieron forzados a ingresar a estas fábricas como empleados y ya no eran poseedores del producto que ayudaban a fabricar.

-Este incremento del rendimiento trae como consecuencia una producción masiva, la cual supone un mercado también masivo.

-Pero si este rendimiento mayor trae por un lado menores costos de producción, por otro se aumentan los de distribución, pues colocar estos productos en ese nuevo mercado ampliado se hizo una tarea prácticamente imposible para el productor por lo cual se vió obligado a hacerlos llegar a los consumidores a través de organizaciones especiales: mayoristas, agencias de trasporte, minoristas, etc.

Se crea así una cadena o canal a través del cual pasan los productos hasta quien los compra.

Productor → Mayorista → Minorista → Consumidor

La consecuencia principal de este proceso es que el productor ha perdido la visión de quien es el que compra sus productos.

No conociendo el productor quién es el que los compra, qué tipo de persona compra, por qué lo hace etc., surgió el interrogante de tratar de averiguar más sobre este individuo para tratar de conocer sus gustos, necesidades etc.

Ahora ya podemos tratar de dar una definición sobre la Investigación de Métodos.

Definición: Es la aplicación de principios científicos a los métodos de observación con el objeto de descubrir el comportamiento de los consumidores y del mercado para una mas eficiente comercialización de los productos.

Es decir, la Investigación de Métodos tiende a dar resultados sobre gustos, motivaciones, comportamiento, precios, marcas y en general sobre posibilidades de acción empresarial (vendedora).

En general se plantean dos inquietudes: (a) averiguar lo que desea el comprador; (b) informar al consumidor sobre productos que pueden satisfacer sus necesidades.

a. La información. Cuando se plantea la necesidad (en cualquier organización) de una investigación de mercados surge el interrogante de si lo que se desea averiguar está a nuestro alcance o se hace necesario ir al propio terreno para extractar los datos que necesitamos.

Existe un principio muy importante en toda investigación de mercados y es el de que "Una mala investigación es peor que no hacerla".

Pero antes de iniciar una Investigación de Mercados (cualquiera que sea) debemos fijar muy claramente los propósitos que se persiguen con dicha investigación, a fin de no desviarse del plan en el curso de ella y de evitar gastos innecesarios y recopilación de información que resulte poco satisfactoria para los fines buscados.

Por lo tanto al planear una Investigación de Mercados debemos tener en cuenta:

-Fijación clara de los objetivos de la investigación.

-Identificación del tipo de datos a obtener.

-Determinar las fuentes de información.

-Hacer un ensayo del plan.

-Determinar el plan definitivo.

Una vez que hayamos tenido en cuenta estos aspectos de planeación veamos de dónde podemos obtener la información.

b. Fuentes de información.

1) Fuentes Internas de información (o fuentes secundarias). También se llaman fuentes secundarias no por el orden de su importancia sino porque ya se encuentran elaboradas; la información se obtiene en forma indirecta (no del consumidor directamente).

| | | |
|---|---|---|
| a) | Dentro de la empresa | Datos de ventas.<br>Rentabilidad de los productos.<br>Informes de viajeros, vendedores.<br>Datos contables, etc. |
| b) | Organismos externos | DANE<br>Informes oficiales.<br>Datos de censos.<br>Revistas especializadas.<br>Asociaciones, etc. |

Ejemplo: los registros de ventas nos permiten ver los volúmenes logrados en un determinado tiempo con relación al mismo del año anterior y la variación nos puede indicar datos valiosos; si aumentó probablemente se deba a alguna coyuntura de tipo económico, o debido a políticas oficiales, etc.

-En qué períodos del año las ventas experimentan un alza significativa y en qué productos principalmente; ésto puede deberse a actividades especiales en esas épocas del año. Ejemplo: cosechas, siembras, etc.

-Podemos determinar también la rentabilidad de los artículos, ésto nos puede llevar a tomar una decisión: reducir el número de productos a los mas rentables aunque ésto suponga sacrificar parte del mercado potencial ?; esta determinación puede afectar la venta de algunos de ellos al suprimir algunos productos complementarios o de línea ?

-Podemos determinar los productos que se venderán con mayor facilidad en cierta época del año si observamos la actividad de la zona donde operamos (ejemplo: una región agrícola con alto índice de siembras de determinado producto; podemos determinar las épocas de siembras, de recolección etc. y determinar las necesidades para estas actividades).

-Los datos de entidades oficiales también pueden ser útiles para este tipo de investigación, ejemplo: datos de censos rurales donde podemos obtener datos sobre área (tamaño) promedio de hacienda, su dedicación (tipos de cultivos, etc.) ingresos promedios de sus dueños, etc. ésto nos dirá cuáles son las necesidades de la región, su capacidad de compra para determinar los tipos de productos a ofrecer en venta y sus tamaños, pues puede ser que el producto se necesite pero no lo compran porque el tamaño que ofrecemos es demasiado grande.

2) Fuentes externas de información. (o fuentes primarias) Esta información que acabamos de ver se presta para la solución de gran número de problemas, pero hay muchas inquietudes que el administrador quisiera resolver y que solo es posible solucionarlas adentrándose en el mercado.

Volvemos a recalcar aquí que el elemento clave de toda investigación de mercados es el consumidor.

Veamos ahora cuál es el proceso de una investigación de mercados.

**Decisión** → Partimos de una necesidad y después de fijar claramente los objetivos que se persiguen para no desviarse de los objetivos en el curso de ella.

↓

**Necesidades para Información** → Qué tipo de información vamos a buscar (para eliminar gastos innecesarios y datos poco útiles).

↓

Dentro de la Empresa / Organismos externos. — **Fuentes Secundarias** — **Información Disponible** → Dónde buscarlas u obtenerlas, es decir determinar las fuentes de esa información.

↓

**Fuentes primarias**

a) Investigación del Consumidor
- Encuestas
  1) entrevistas personales
  2) por correo
  3) por teléfono
  4) observación
- Panels de consumidores.

b) Investigación del Producto
- aceptación
- lanzamiento, etc.

El interés principal es y seguirá siendo el consumidor final y este tipo de investigación es la mas conocida dentro de la investigación de mercados.

Veamos ahora algo sobre los diversos tipos de encuentas:

<u>Entrevista personal</u>

Puntos esenciales en esta técnica:
(a) el entrevistador;
(b) el cuestionario;
(c) la muestra.

El propósito es conseguir que el interrogado conteste a una serie de preguntas y debe procurarse la mas exacta información con un mínimo de preguntas.

Como la memoria del entrevistado puede ser deficiente se recurre a <u>ayudas</u> para darles agilidad.

-Puede mostrársele una serie de marcas para que diga de cuál marca fue su última compra (como ejemplo).

-Puede presentársele escalas de intensidad para sostener una opinión, etc.

| Ventajas | Desventajas |
| --- | --- |
| Se obtienen respuestas mas sinceras. | Costo |
| Pueden obtenerse informaciones por observación. | El entrevistador puede parcializarse. |
| Pueden corregirse errores formulando de nuevo la pregunta. | La presencia del entrevistador puede coaccionar. |
| Mas preguntas. | Una muestra amplia es costosa. |

Encuesta por correo

Con esta técnica se busca, en primer lugar, tratar de reducir el costo que implica la entrevista personal pero debe enviarse muchos mas cuestionarios para obtener un volumen aceptable de respuestas.

También resulta costoso por la impresión y el franqueo postal, además, para incrementar las respuestas se acostumbra acompañar la encuesta de un obsequio.

Requiere mayor tiempo para obtener la información.

Se puede seleccionar mejor la muestra (mas homogénea) y puede tener mayor amplitud.

| Ventajas | Desventajas |
| --- | --- |
| Amplitud geográfica. | Se limita a preguntas breves. |
| Evita parcialidad del encuestador. | No se obtienen informes por observación. |
| Respuestas mas sinceras. | Costo. |

Panel de Consumidores

-Se escoge un grupo de consumidores que pudieran estar dispuestos a dar información continuada sobre sus hábitos de compra.

-Se seleccionan mediante entrevista personal.

-Deben representar una muestra estratificada de la población.

-Se les entrega un diario en el que están impresos los bienes que comprende la encuesta.

-Anotar las compras, especificando marca, precio, tamaño, lugar donde los compra, etc.

| Ventajas | Desventajas |
|---|---|
| Se elimina el factor memoria. (no siempre) | Alto costo. |
| No hay parcialidad del entrevistador. | Los integrantes llegan a ser atípicos. |
| | Retiros (mortalidad). |
| | Pérdida de interés. |
| | Los premios pueden alterar los hábitos. |

C. Organización y Planificación - Recursos

El hombre ha comprendido que es relativamente poco lo que puede conseguir por si solo en la mayoría de sus empresas, por esta razón, ha considerado conveniente, y a veces necesario, unirse a otros semejantes para alcanzar sus objetivos cualquiera que sean. Pero la sola unión no es suficiente, se hace necesaria una coordinación del esfuerzo humano, esta coordinación del esfuerzo es tan antigua como la propia humanidad; pensemos en la construcción de las pirámides, sin coordinación y dirección de esfuerzos no se hubieran podido llevar a cabo. La dirección es, pues, la función que hace posible realizar cosas por medio de personas, dirigiendo los esfuerzos de los individuos hacia un objetivo común.

La organización militar ofrece un buen ejemplo de principios y orientaciones de dirección y organización. El principio jerárquico tan importante para todo director es la base de toda organización militar y de ella lo ha tomado y adaptado la empresa; por escala jerárquica entendemos la graduación de los deberes, no según las diferentes funciones sino con arreglo al grado de autoridad y responsabilidad correspondiente.

La revolución industrial, a finales del siglo XVIII, trajo grandes cambios en la estructura social; los dos puntos que caracterizan ese desarrollo son: la habilidad del obrero se trasfirió a la máquina y el poder del músculo fue reemplazado por la potencia de la máquina de vapor. Los artesanos que no podían comprar su propia maquinaria se vieron obligados a trabajar para otro artesano que las poseyera, así encontramos a cierto número de operarios asalariados trabajando en un lugar común (casa o taller), de aquí surgió el sistema de empresas. Con el desarrollo de las actividades comerciales tuvo efecto un aumento de los problemas de dirección. En esta época de la revolución industrial poco o nada se hizo en favor de una teoría de dirección, el principal interés radicaba en obtener mejoras mecánicas y tecnológicas pero se olvidaron casi por completo los aspectos directivos.

Con este retraso en este aspecto, algunos directores trataron de obviar sus problemas basando sus decisiones en los principios utilizados para las organizaciones militares y eclesiásticas feudales, y probablemente se inspiraron mas en la organización militar por su familiaridad con ésta.

El estudio científico sobre los principios relacionados con la organización, la verdadera iniciación de la administración como ciencia no tuvo lugar hasta finales del siglo XIX y principios de este siglo; entre los estudiosos de esta materia sobresalen:

Frederick Taylor, a quien se considera como el padre de la administración científica. Hasta la época de Taylor había sido el propio trabajador quien debía concebir el procedimiento más adecuado para ejecutar su labor. El obrero no sabía lo que podía y debía esperar de él la dirección y por tanto, en su propio interés, trataba de prolongar el trabajo todo lo que podía. Taylor aplicó los métodos científicos para tratar de determinar la cantidad de trabajo que había de realizar un obrero.

Henry Fayol, basaba su teoría en la importancia especial que tiene la dirección en el gobierno de las empresas. Al tratar de los principios y elementos de la dirección, Fayol divide el conjunto de las actividades de una empresa en seis grupos: técnicas, comerciales, financieras, de seguridad, de contabilidad y directivas. En términos generales divide las funciones de la dirección, en cinco categorías, a saber: planificación, organización, mando, coordinación y control. Muchos de los dogmas que reconocemos hoy como principios inalterables de la dirección de empresas, fueron formulados originalmente por Fayol y son tan válidos hoy día como lo fueron en su época.

1. Planificación. Es decidir de antemano lo que ha de hacerse; es escoger la alternativa óptima, sin embargo la planificación, por sí sola, no trae consigo los resultados deseados, lo que hace la planificación es dirigir la acción hacia los fines que se persiguen. La planificación es un proceso esencialmente intelectual que implica la toma de decisiones; cuando el jefe planifica, decide cuál de los posibles métodos de acción ha de seguirse y qué políticas, procedimientos, etc. deberá implantar. Solamente después de haber hecho sus planes podrá organizar, dotar de mandos, dirigir y controlar. Aunque el jefe debe planificar antes de llegar a organizar, dirigir, etc., es concebible que pueda iniciar la puesta en práctica de la función siguiente, incluso aunque la anterior no esté totalmente terminada pues estas funciones quedan necesariamente superpuestas; continuamente habrá necesidad de una planificación adicional, de revisar los planes.

A qué nivel se debe llevar a cabo la planeación ? Debe hacerse a todo nivel pero la importancia y la magnitud de esta planeación depende del nivel a que se realice, así vemos que esta tiene una jerarquía:

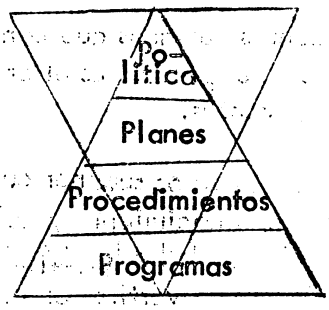
a. Objetivos: es algo cuantitativo, que se persigue.

b. Políticas: es cualitativo, es establecer cursos de acción.

c. Planes: es la cuantificación de la política (es la ruta seleccionada como la mejor de acuerdo a la política).

d. Procedimientos: delineación de los pasos a seguir en los planes.

e. Programas: es la última expresión de la política.




niveles de la organización

En este cuadro podemos ver la amplitud de la planificación, de acuerdo a su importancia, en los diferentes niveles de la organización.

2. Organización. Organizar es el proceso de definir y agrupar las actividades de la empresa estableciendo relaciones de autoridad entre ellas. Es el esquema estructural dentro del cual se coordinan y se relacionan entre sí la totalidad de los diversos esfuerzos. Esto supone determinar obligaciones y asignarlas, así como establecer y mantener relaciones de autoridad entre los grupos de acción.

Para que el director pueda organizar con éxito, es de suma importancia que tenga bien presentes ciertos principios:

-Amplitud del control: el director podrá controlar eficazmente a un cierto número de subordinados; este número depende de la complejidad del trabajo, de la importancia de las actividades, de la competencia y experiencia de los subordinados, etc.

-Unidad de mando: debe determinarse que cada subordinado debe tener un solo jefe y que éste debe saber quién es su jefe inmediato.

-Homogeneidad de las tareas: las funciones de los subalternos deben ser afines; en la asignación de obligaciones debe tenerse en cuenta la igual capacidad y no reunir individuos de diferentes niveles en la línea.

-Delegación de autoridad y responsabilidad: se hace necesaria una descentralización de las tareas lo cual lleva a asumir una responsabilidad que debe estar respaldada por suficiente autoridad.

Las otras funciones tan solo las enunciaremos:

El control es comprobar si las cosas se hacen como se habían planeado y la actuación indispensable para corregir las desviaciones que se presenten. Los presupuestos son instrumentos muy importantes de control porque permiten confrontar lo obtenido con lo planeado, hacer conecciones, observar el desenvolvimiento de las actividades en el trascurso del tiempo y tomar medidas a tiempo y también como un elemento de control de la gestión empresarial.

3. Recursos humanos. Los vendedores son los elementos humanos que contemplaremos como otro de los recursos de la empresa. Es el enlace entre el negocio y el cliente y de allí su importancia para lograr ventas.

Si queremos contar con un buen personal de vendedores debemos suponer que es una actividad que al igual que las demás de la empresa requiere de conocimiento y de pericia para poder desempeñarla a cabalidad; hoy en día la función de vendedor ha dejado de considerarse como el "refugio de los que no saben hacer nada" para convertirse en una profesión.

Dónde podremos conseguir nuestro personal de vendedores ?

En la propia empresa: ésto representa una ventaja por el conocimiento que ya poseen de ella; sus políticas, objetivos, productos, etc.; además el status del cargo puede facilitarnos la labor, pues si este representa un ascenso en traslado se interpretará como un reconocimiento a su labor y ésto ayuda a elevar la moral y la lealtad hacia la empresa. Pero trasladar un individuo a otro cargo supone proveerlo de ciertos conocimientos para el desempeño normal de sus nuevas funciones.

En los establecimientos de la competencia: este personal se supone, tiene una formación previa que disminuye nuestros gastos de adiestramiento pero también supone ciertos riesgos; esta formación puede que no encuadre con la orientación que queremos darle y siga actuando según normas diferentes; pueden haber adquirido una lealtad hacia la empresa que dejan (por cualquier motivo) lo que les impide acoplarse a otra cuyas políticas sean diferentes.

Escuelas: la principal ventaja es que estas personas han recibido una formación técnica lo que les capacita para acoplarse en menor tiempo a las condiciones de la empresa.

Anuncios: por este medio tenemos la ventaja de que se ofrecen muchos aspirantes lo que nos permite seleccionar aquellos que presenten los requisitos mas atractivos.

Por cualquier medio que reclutemos nuestra gente deberemos darle los conocimientos mínimos sobre la empresa, nuestros productos, etc., es decir, deberemos adiestrarlos.

La publicidad es una comunicación con el cliente potencial, pero la presentación personal podría ser un método mas eficaz de comunicación, ya que puede tratarse individualmente a cada consumidor; su desventaja principal es el alto costo si se utiliza como única técnica de promoción.

Hay algunos puntos básicos sobre el arte de vender que debe seguir cada vendedor en la mayoría de las situaciones de venta:

-Buscar o encontrar posibles compradores.

-Ayudarlo y aconsejarlo en una elección, es decir, "ayudarlo" a comprar.

-Contestar preguntas sobre dudas y objeciones particulares.

-Exhibir muestras y demostrar el uso del producto.

-Cerrar la venta.

-Hacer sugerencias sobre productos adicionales o complementarios, etc.

Esto es más fácil de decir que de hacer. El visitar a todo el mundo o pensar en toda la población como clientes potenciales sería un error y resultaría imposible por su costo pero la investigación de mercados puede ayudar a desarrollar una red precisa para cada producto. Loc lientes una vez localizados se manejan mas fácilmente haciendo uso de la sicología; estudios de este tipo han demostrado que los individuos reaccionan de manera diversa ante diferentes estímulos, por ello se necesitan vendedores alertas y sensitivos. Muchos clientes reaccionan con los atractivos emocionales, pero parecen desear una justificación racional para su decisión; un vendedor alerta, no sabiendo que atraerá a cada comprador individual, intentará una amplia variedad de atractivos (emocionales o racionales) con el objeto de obtener una reacción positiva pero para llegar a esta actuación requiere un adiestramiento. Este no es mas que organizarle sus ideas para que pueda utilizarlas ventajosamente al hablar con los clientes; es proporcionarle el punto de vista del comprador.

Para que este adiestramiento sea provechoso debemos preguntarnos sobre qué aspectos debemos reforzar sus conocimientos, por ello se hace necesario conocer qué hace, cuál es la labor del vendedor, cuáles sus obligaciones, sus deberes, etc. Para conocer estos aspectos de la profesión deberemos hacer una descripción del trabajo del vendedor que no es otra cosa que un registro de sus deberes, responsabilidades y habilidades que requiere dicho cargo. Esta descripción de tareas es útil también para programas de selección, remuneración, trasferencias y ascensos y para controlar al personal de ventas.

Consideremos que nuestros vendedores deben poseer conocimiento sobre:

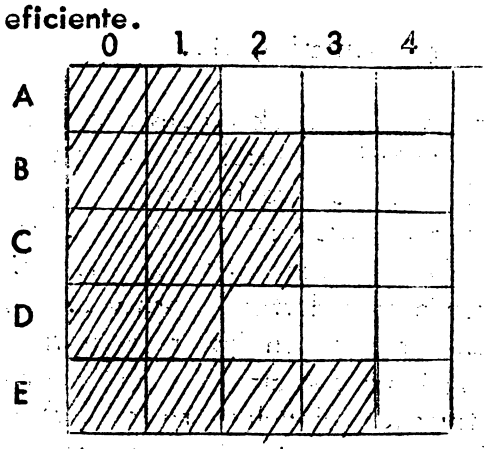
A) Empresa
B) Productos
C) Clientes
D) Competencia
E) Procedimientos de ventas.

Podemos clasificar estos conocimientos de acuerdo a unos requisitos mínimos (grado de profundidad) y darles una ponderación.

| | Conocimientos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Empresa | | | | | |
| B | Productos | | | | | |
| C | Clientes | | | | | |
| D | Competencia | | | | | |
| E | Proced. de Vtas. | | | | | |

Grado de profundidad sobre estos conocimientos

Esta clasificación nos permite establecer un perfil de nuestro vendedor ideal y podemos confrontar los conocimientos del candidato con este perfil, con ello determinamos las áreas en las que su conocimiento es deficiente y podremos elaborar un programa de intercambio mas eficiente.




Perfil de nuestro vendedor ideal; si determinamos el perfil del candidato y lo superponemos, observaremos las áreas en las cuales cuenta con conocimientos insuficientes.

El lugar para realizar este adiestramiento depende del tipo de negocio pero se recurre generalmente a sesiones en el puesto de trabajo, conferencias, folletos y por lo general se combinan todas estas posibilidades para una mayor efectividad; pero lo esencial de este entrenamiento es que sea permanente, manteniendo actualizado al vendedor mediante publicaciones y folletos explicativos sobre los nuevos productos, campañas, cambios de estrategia, etc.; esta es una labor de "mantenimiento".

Para que estas medidas redunden en actitudes positivas deben ir acompañadas de incentivos que pueden dividirse en motivaciones de tipo económico tales como sueldos y comisiones, participación de utilidades, comisiones sobre volúmenes de venta, etc. y las de tipo sicológico; reconocimiento de méritos, mejora de status en la organización, premios, etc.

## D. Utilidad en Ventas - Concepto de su Formación.

De qué recursos dispone la empresa ? podemos llamarlos internos y externos:

Internos:
- Recursos humanos
- Recursos físicos (edificios, equipos)
- Recursos monetarios (financiación).

Externos:
- Medio económico
- Gobierno (legislaciones)
- Competencia
- Consumidores, etc.

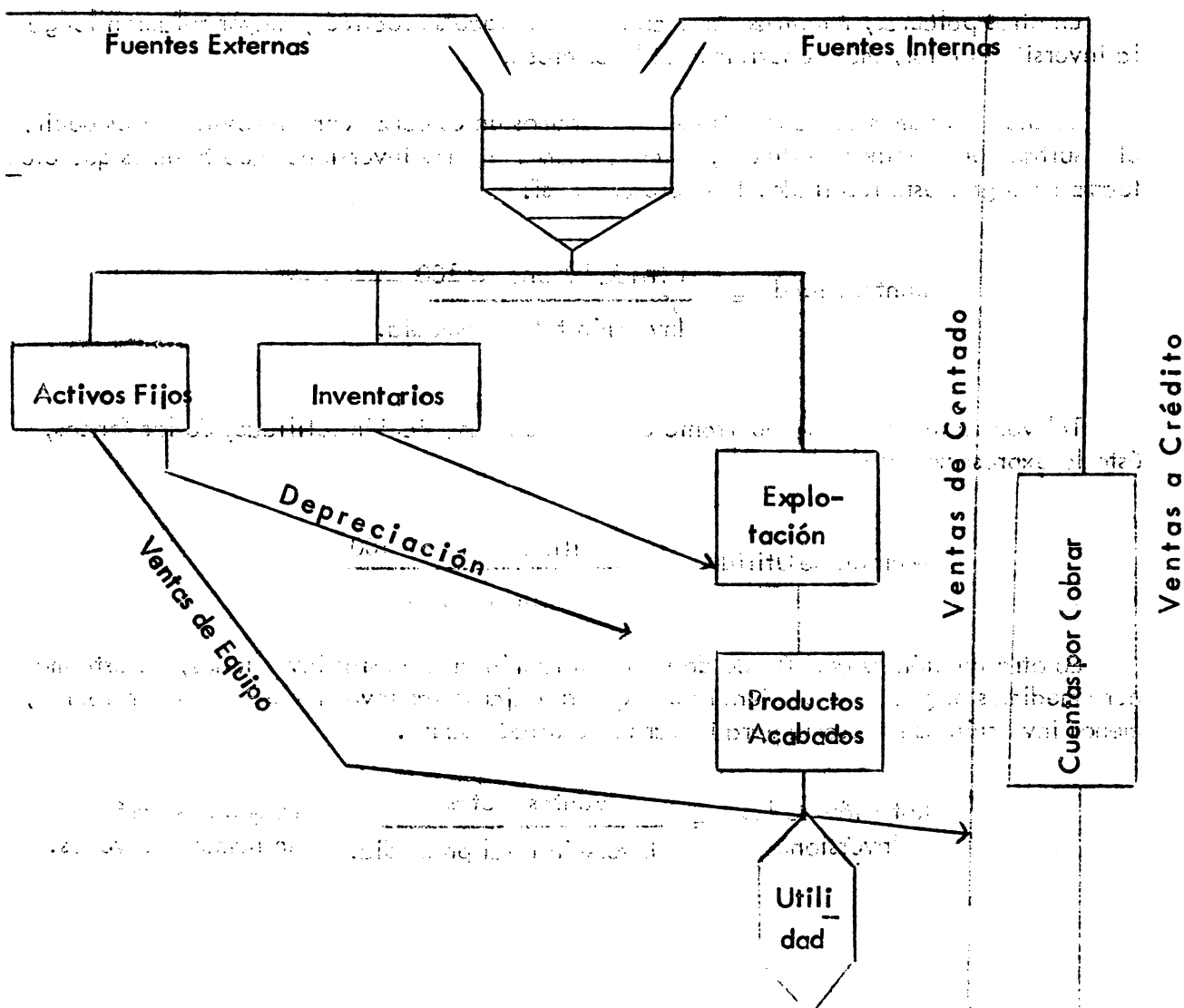
Imaginemos la formación de una empresa: partimos de un proyecto, para llevarlo a la práctica necesitamos dinero, el cual puede ser propio o debemos interesar a otras personas o entidades, éstas serán nuestras fuentes externas porque tienen su origen fuera de las actividades del negocio. Ahora necesitaremos equipos (activos fijos) y materiales (inventarios) para empezar nuestras actividades, al comprar estos elementos estamos haciendo una inversión es decir, estamos haciendo una aplicación de nuestros fondos, y estos

fondos los sacamos de nuestro depósito inicial; cuando empezamos la explotación debemos hacer unos gastos como sueldos, arriendos, etc., los cuales cargamos a la explotación, además trasformamos parte de nuestros inventarios que se convertirán en productos acabados, los fondos representados en inventarios, equipos, etc. están sufriendo trasformaciones y están sujetos a demoras en estos tanques. Los productos los vendemos pero su precio deberá ser mayor al que nos costó producirlo es decir: Precio Venta = Precio de Costo mas beneficio; al cual llamaremos margen de utilidad.

Precio de Venta - Precio de Costo = Beneficio

Con ésto hemos determinado una función básica en nuestra gestión: obtener una utilidad.

Cuando vendemos recuperamos nuestro dinero invertido y vuelven a nuestro tanque inicial; estos fondos son fuentes internas porque son generados por las operaciones normales de la empresa. Este ciclo que cumplen los fondos se llama flujo de fondos.



La depreciación es otro elemento considerado como fuente de fondos. Pero, qué es la depreciación? Cuando fijamos el precio a un producto, esperamos recuperar los gastos en que incurrimos para crearlo, pero estos gastos son los inmediatos, así como los que hicimos en épocas pasadas pero que no se recuperan inmediatamente, sino que los cargamos al precio del producto poco a poco, es decir trasferimos una parte de los fondos estacionados en activos al de explotación; es solamente un cambio de forma de estos fondos, por ello sería más conveniente llamarlo trasferencia interna de fondos.

Si obtenemos en esta actividad una utilidad, sería deseable que estos fondos dieran tantas vueltas por el circuito como fuera posible, ésto es lo que se conoce como rotación de las inversiones.

Luego las dos funciones básicas son:

-Margen de utilidad.
-Rotación de las inversiones.

En otras palabras, mientras más margen de utilidad se realice y mayor rotación tenga la inversión inicial, más beneficiosa es la empresa.

Cuando hablamos de Rentabilidad comparamos un esfuerzo con un resultado; es decir, el resultado en términos de dinero, lo comparamos con las inversiones que tuvimos que efectuar para lograr este resultado, lo expresamos así:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad Neta} \times 100}{\text{Inversión total promedia.}}$$

Tal vez la función más importante es lograr una ampliación (utilidad) de los fondos, ésto lo expresamos así:

$$\text{Margen de Utilidad} = \frac{\text{Utilidad Neta} \times 100}{\text{Ventas Netas}}$$

La otra función es aquella de darle una rotación alta a estas inversiones, de esta manera medimos el grado de eficiencia con que trabajaron las inversiones (a mayor rotación, menor inversión es necesaria para lograr un resultado dado).

$$\text{Rotación de las Inversiones} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Inversión total promedia.}}$$

la que nos dará en número de veces.

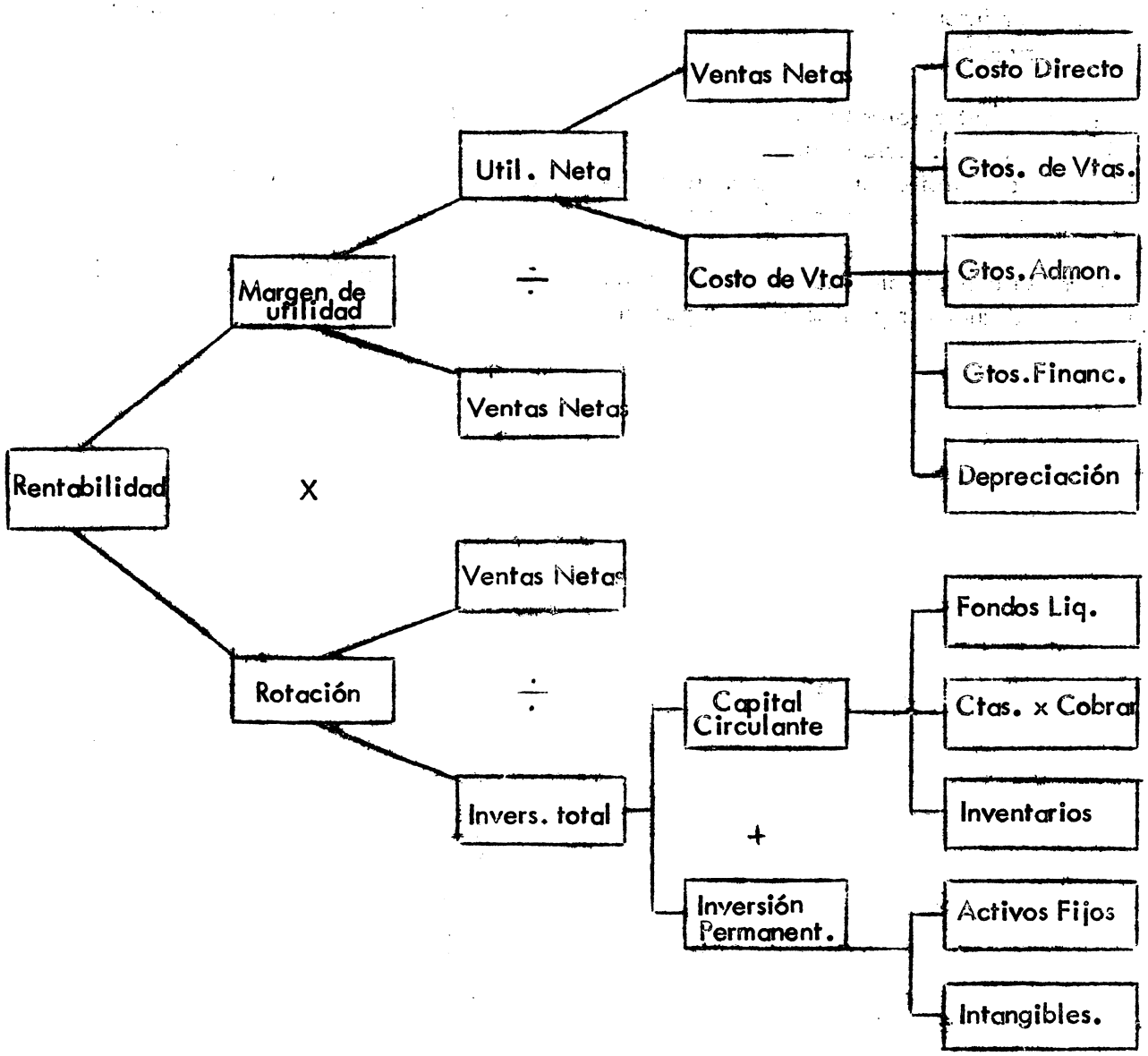
Si multiplicamos el margen de utilidad por la rotación llegamos al concepto de rentabilidad.

$$\frac{\text{Utilidad Neta} \times 100}{\text{Ventas Netas}} \times \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Invers. total}} = \frac{\text{Utilidad Neta} \times 100}{\text{Invers. total}} = \text{Rentabilidad}$$

Margen de Utilidad x Rotación = Rentabilidad.

Luego la rentabilidad nos muestra el éxito financiero, como resultado de la ampliación que se logró dar a las inversiones y de la eficiencia con que se trabajaron dichos fondos.

Veamos en una forma mas práctica estos conceptos mediante un cuadro sinóptico usado por la empresa DU PONT DE NEMOURS.



Aquí podemos hacer referencia a los estados financieros; el Balance y el Estado de Pérdidas y Ganancias.

El balance refleja la situación financiera en un momento dado y se compone del Activo y Pasivo.

BALANCE

| ACTIVO | PASIVO |
|---|---|
| ← | ← |
| APLICACIONES | FUENTES |
| Destino | Procedencia |

Es mejor interpretarlo de derecha a izquierda determinando la procedencia de los fondos y observando cuál fue el destino o la aplicación de dichos fondos.

Podemos interpretar los resultados de la empresa mediante una técnica conocida como el flujo de fondos. Este se utiliza para mostrar el movimiento de fondos corrientes en un período y es un instrumento de análisis y previsión. Podemos saber cuáles fondos han entrado y cuáles han salido y por cuáles razones.

Para su construcción necesitamos conocer el balance del principio y final del período que vamos a analizar y el estado de operaciones de ese período.

Veamos unos ejemplos:

| | | 1 | 2 |
|---|---|---|---|
| | Caja y bancos | 12.648 | 17.321 |
| 3) | Cuentas por cobrar | 64.510 | 57.100 |
| 6) | Inventarios | 47.800 | 56.950 |
| 2) | Inversiones (bonos) | 10.000 | 8.000 |
| | Activo corriente | 134.958 | 139.371 |
| 4) | Vehículos | 76.200 | 54.000 |
| 7) | Muebles | 18.050 | 27.462 |
| | | 94.250 | 81.462 |
| | Deprec. (Acum.) | (43.600) | (48.705) |
| | Activo neto | 50.650 | 32.757 |
| | Activo total | 185.608 | 172.128 |
| 5) | Proveedores | 43.467 | 47.500 |
| 8) | Cuentas por pagar | 12.301 | 8.845 |
| 9) | Empréstito | 35.000 | 30.000 |
| | Fuentes ajenas | 90.768 | 86.345 |
| | Capital | 43.000 | 43.000 |
| | Utilidad acumulada | 51.840 | 32.968 |
| | Utilidad | — | 9.815 |
| | Fondos propios | 94.840 | 85.783 |
| | Pasivo total | 185.608 | 172.128 |

Operaciones

| | | |
|---|---|---|
| | Ventas netas | 87.138 |
| | Costo directo | (41.721) |
| | Margen bruto | 45.417 |
| | Gastos generales | (23.597) |
| 1) | Utilidad industrial | 21.820 |
| | Depreciación | (5.105) |
| | | 16.715 |
| 10) | Intereses | (1.400) |
| | Utilidad antes imptos. | 15.315 |
| 11) | Impuestos | (5.500) |
| | Utilidad neta | 9.815 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Construcción del estado** | | | | |
| | Caja saldo inicial | | | 12.648 | 18% |
| | **Fuentes** | | | | |
| 1) | Fondos generados en las operaciones | 21.820 | 31% | | |
| 2) | Reembolso bono | 7.410 | 13% | | |
| 3) | Disminución cuentas por cobrar | 2.000 | | | |
| 4) | Venta vehículo | 22.200 | 32% | | |
| 5) | Aumento proveedores | 4.033 | 6% | 57.463 | 82% |
| | Fondos disponibles en el periodo | | | 70.111 | 100% |
| | **Aplicaciones** | | | | |
| 6) | Aumento de inventarios | 9.150 | 13% | | |
| 7) | Compra muebles | 9.412 | 13% | | |
| 8) | Pago de cuentas | 3.456 | 12% | | |
| 9) | Reembolso empréstito | 5.000 | | | |
| 10) | Pago intereses | 1.400 | 10% | | |
| 11) | Pago impuestos | 5.500 | | | |
| 12) | Repartición dividendos | 18.872 | 27% | 52.790 | 75% |
| | Saldo al final del periodo | | | 17.321 | 25% |

Explicación 12)

| | |
|---|---|
| Fondos propios | 94.840 |
| Utilidad neta | 9.815 |
| Fondos propios iniciales | 104.655 |
| Fondos propios finales | 85.783 |
| Repartición dividendos | 18.872 |

Este es un ejemplo sobre el flujo de Caja. El flujo de fondos se elabora mediante la misma técnica pero en base al capital de trabajo.

Ejemplo:

| | 1 | 2 |
|---|---|---|
| Líquido | 15.000 | 8.000 |
| Cuentas por cobrar | 25.000 | 22.000 |
| Inventario | 23.000 | 25.000 |
| Equipo neto | 52.000 | 45.000 |
| Terrenos | 20.000 | 26.000 |
| Activo total | 135.000 | 126.000 |
| Cuentas por pagar | 25.000 | 20.000 |
| Bonos por pagar | 30.000 | 35.000 |
| Capital | 50.000 | 62.000 |
| Utilidad acumulada | 30.000 | 9.000 |
| Pasivo total | 135.000 | 126.000 |

Margen bruto $50.000, depreciación $5.000 y demás gastos $58.000.

Los dividendos que incluyen 10% del Capital en forma de acciones suman $8.000 en total.

| | | 1 | 2 | |
|---|---|---|---|---|
| Capital de trabajo | | 38.000 | 35.000 | (3.000) |
| | Fuentes | | | |
| 1) | Venta equipo | 2.000 | | |
| | Emisión bonos | 5.000 | | |
| 2) | Emisión acciones | 7.000 | 14.000 | |
| | Aplicaciones | | | |
| 3) | Pérdida general | 8.000 | | |
| | Compra terreno | 6.000 | | |
| | Dividendo en efectivo | 3.000 | 17.000 | |
| | Disminución neta del Capital de trabajo | | (3.000) | |

| Explicación: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) | Equipo | 52.000 | 2) | Capital | 50.000 |
| | Depreciación | 5.000 | | Dividendo acción | 5.000 |
| | | 47.000 | | | 55.000 |
| | Diferido | 45.000 | | Capital segundo período | 62.000 |
| | Venta | 2.000 | | Emisión de acciones | 7.000 |

| | | |
|---|---|---|
| 3) Utilidad acumulada | | 30.000 |
| Margen bruto | 50.000 | |
| Gastos | (58.000) | |
| Pérdida general | 8.000 | |
| Depreciación | 5.000 | |
| Pérdida total | | (13.000) |
| | | 17.000 |
| Dividendos en acciones | | 5.000 |
| | | 12.000 |
| Dividendos en efectivo | | 3.000 |
| | | 9.000 |

1. El punto de equilibrio. Después de los conceptos de rentabilidad, generación de fondos, valor agregado, tenemos que examinar el Punto de Equilibrio como un instrumento mas para el análisis y la planeación empresarial.

En nuestra opinión, la ventaja de este método es doble: primero sirve para respaldar la toma rápida de decisiones en situaciones poco complejas; segundo permite captar con mayor facilidad muchos aspectos económicos de los negocios. Sin embargo, el sistema del Punto de Equilibrio es en sí bastante esquemático, y sus aplicaciones a problemas prácticos siempre necesitan adaptaciones al particular, y también prudencia.

El Punto de Equilibrio se puede definir como el nivel de ventas en que no hay ni pérdidas ni ganancias; en otras palabras, las unas y las otras se equilibran. Antes de alcanzar el Punto de Equilibrio, la empresa está en período de pérdida; después de este punto, logra utilidades.

Antes de pasar a un primer ejemplo sencillo, hace falta examinar los conceptos de gastos fijos y gastos variables:

a. Los primeros representan la carga de estructura, es decir lo que nos cuesta sostener la empresa, se realicen operaciones o no; se trata, por ejemplo, de:

-Arriendos de locales.
-Sueldos.
-La mayoría de los gastos administrativos.
-Cuotas de seguro.
-Gastos de mantenimiento entre ciertos límites.
-Intereses.
-Depreciación.

b. Los gastos variables, o proporcionales, son los que varían en relación con las operaciones, como:

-El costo directo de los productos.
-Las comisiones sobre ventas.
-Una parte de los gastos de distribución.

En la práctica hay gastos semi-variables, gastos en parte fijos y en parte variables. Además, esta clasificación depende en muchos casos de la actitud de la gerencia: por ejemplo, ésta puede decidir de diferir las aplicaciones de fondos en investigaciones hasta que desemboquen en un resultado tangible; o puede decidir de depreciar dichos diferidos progresivamente, en qué caso aparecerán dentro de los gastos fijos; también pueden cargarlos de una vez, sea como gastos fijos, sea como gastos variables dentro del costo directo de la producción.

Como se ve, no hay criterios absolutos para clasificar los gastos. En este campo, uno debe utilizar su juicio y las recomendaciones de los contadores.

Ejemplo: una empresa vende 44.400 unidades a $5. o sea, una cifra anual de $222.000; los gastos fijos suman $105.400 y los variables $1.90 por unidad, o sea $84.360 en total. Cuál es el volumen de ventas en que se alcanza el Punto de Equilibrio ?

Solución matemática:

$$\text{Volumen}_{PE} \times \text{Precio}_{\text{Venta}} =$$

$$(\text{Volumen}_{PE} \times \text{Costo}_{\text{Var.}}) + \text{Gastos fijos}$$

de donde

$$\text{Volumen}_{PE} (\text{Precio}_{\text{Venta}} - \text{Costo}_{\text{Var.}}) = \text{Gastos fijos}$$

$$\text{Volumen}_{PE} \; ( \$5.00 - \$1.90 ) = \$110.000$$

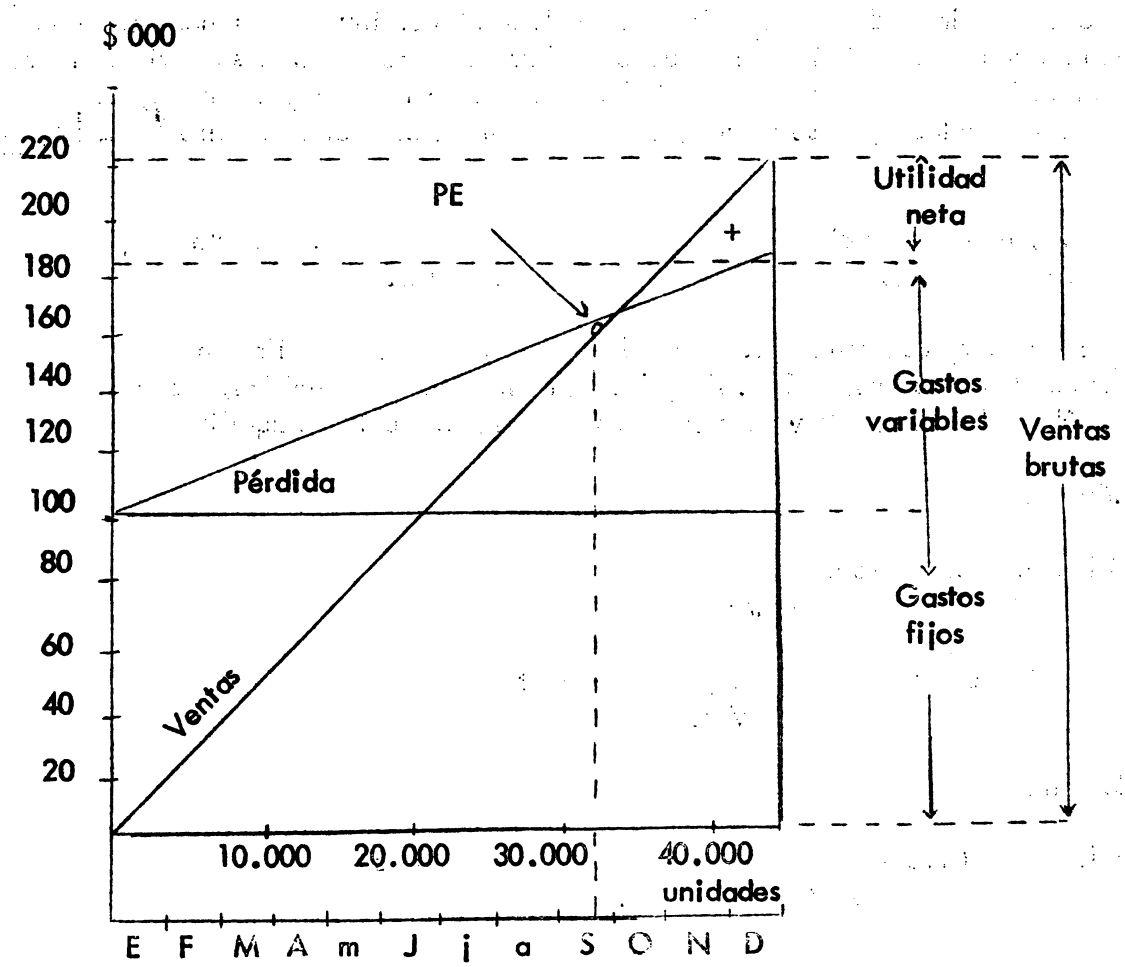
$$\text{Volumen}_{PE} = \frac{\$105.400}{\$3.10} = 34.000 \text{ unidades}$$

Si las ventas son uniformes a lo largo del año -pero sólo en este caso- se puede evaluar el momento del período cuando se alcanza el Punto de Equilibrio:

$$12 \text{ meses} \times \frac{34.000 \text{ unidades}}{44.000 \text{ unidades}} = 9.2 \text{ meses}$$

es decir, en los primeros días del mes de octubre.

Solución gráfica:

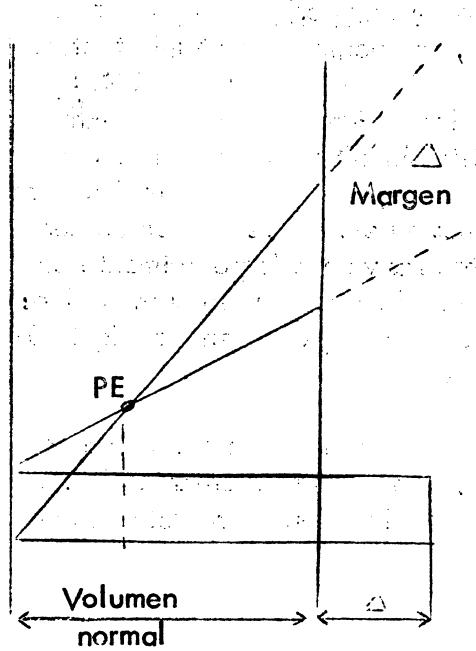


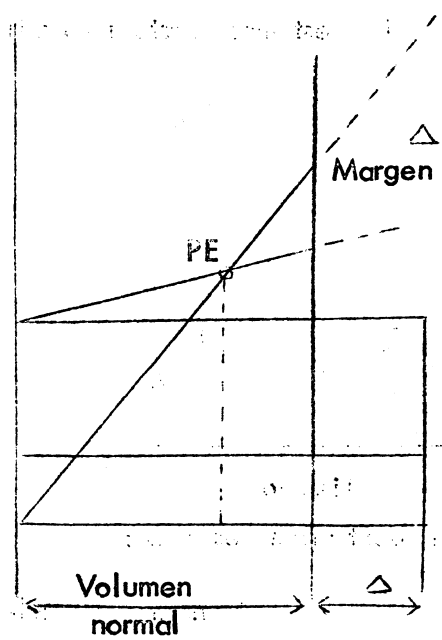
La solución gráfica es muy ilustrativa

La solución gráfica es muy ilustrativa y permite a menudo comprender mejor ciertas situaciones. Sobre todo, salta a la vista que una empresa siempre intenta llegar a su Punto de Equilibrio lo mas temprano posible en el período. En muchos casos, la fecha de equilibrio representa una meta para alcanzar. Por ejemplo, una compañía aérea suramericana que empata a fines de octubre sabe que va a terminar bien el año, porque vende muchos pasajes en noviembre y diciembre, que son meses de veraneo, hasta tener que duplicar los vuelos.

Veamos a continuación algunas formas de dinamizar el método gráfico.

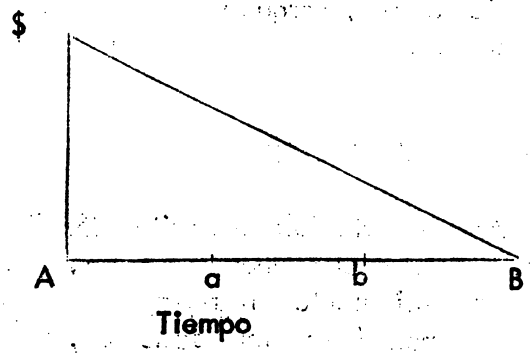
Se ve que cuando mayores son los gastos fijos, tanto menos flexible es la situación financiera de la empresa, porque hace falta un alto volumen de operaciones para absorverlos. Ellos representan un elemento que tiende a elevar, y por consiguiente a retrasar, el momento de equilibrio. Por otra parte, muchos gastos fijos son a menudo -no forzosamente-, sinónimos de alta capacidad de la planta, o de producción a bajo costo: en tales casos es mas pesada la carga de estructura y es mas difícil realizar una utilidad, pero si se logra incrementar el volumen de ventas, el margen de utilidad crece en mayor proporción. A este respecto podemos comparar las dos situaciones siguientes donde las ventas normales son iguales; sólo que la empresa A produce con pocos gastos fijos pero altos costos directos, mientras que en B hay mucha capacidad y bajos costos directos. Se nota en seguida que A es menos vulnérable a una situación de depresión, pero que en cambio B tiene mayor potencial de utilidad en situación de expansión:



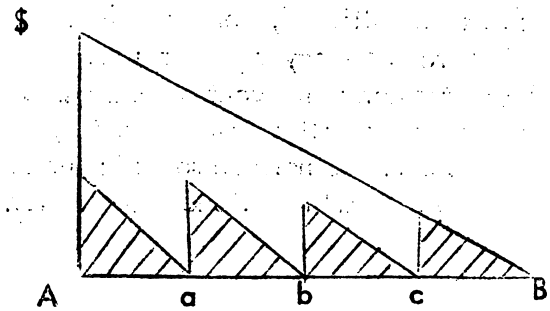



Cabe observar que las funciones no corresponden siempre a líneas rectas. En la práctica, existen gastos cuya variación no es mas o menos que proporcional a las ventas, o que aumentan por escalón.

E. Control

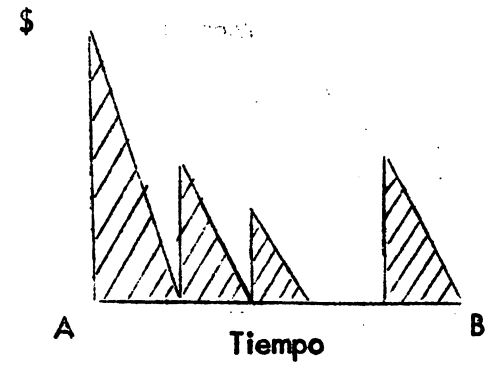



Inventarios: Si tomamos el inventario representado en esta gráfica, en el tiempo A llenamos nuestras bodegas, con mercancías, las cuales vamos a consumir uniformemente a lo largo del período A-B, la inversión total corresponde a la superficie del triángulo. Para lograr disminuir esta inversión, podríamos comprar para períodos mas cortos (mas a menudo).




La inversión del período se ha reducido a la superficie total de los cuatro triángulos pequeños (sin embargo, el precio de compra de los inventarios puede ser mas bajo si compramos por mayores cantidades; la cuestión es saber si este menor precio compensa tener un dinero inmovilizado durante un período muy largo).

Estamos suponiendo una disminución uniforme de los inventarios y esta disminución raramente lo es; hay períodos de mayor demanda que otros; también si no estamos abastecidos a tiempo, se pueden presentar faltantes.




En ciertos casos se pueden aguantar faltantes, sustituyéndolos por otros productos o demorando los despachos a la clientela, pero en situaciones especiales se pueden perder completamente las ventas (especialmente cuando existen problemas de orden cronológico: por ejemplo: abonos que deben ser adquiridos en ciertos períodos).

Por esta razón debemos calcular stocks mínimos, que pueden fluctuar según las necesidades estacionales. Para determinarlos debemos tener en cuenta factores como:

-Consumo probable.
-Margen de seguridad necesario.
-Tiempo entre el pedido y la entrega.
-Costos de los faltantes.

Veamos un ejemplo, de cómo determinar en qué nivel se ha de reabastecer el inventario, siendo:

C = consumo total (#) durante el período considerado

R = reserva mínima

P = plazo normal de entrega (conocido por experiencia)

Np= nivel del inventario en que se ha de pasar un nuevo pedido para no tener que tocar la reserva.

Supongamos que:

C = 18.000 unidades

R = 2.100

$P = 2.5 \quad \frac{12}{2.5} = 4.8$

$\frac{c}{p} = \frac{18.000}{4.8} = 3.750$

$Np = R + \frac{c}{p}$

$\frac{c}{p}$ = consumo durante el período del pedido, en este caso 3.750 unidades.

$Np = 2.100 + 3.750 = 5.850$

Cuando nuestro inventario llegue a 5.850 unidades debemos hacer el nuevo pedido.

Inventario Físico: es el conteo físico de los productos que se tienen en existencia en un momento determinado; pero debido a la fluctuación de precios, el costo unitario de los materiales comprados puede variar con el tiempo, y el inventario puede contener artículos idénticos adquiridos a diferentes precios.

Cuando los productos almacenados son pocos, puede hacerse una identificación específica colocando etiquetas con los precios de costo y una vez que se llevan a ventas, usar esta etiqueta para los fines de la contabilidad.

Pero cuando hay gran cantidad de productos almacenados debe adoptarse un sistema para acreditar el inventario.

Sistema FIFO: (primero en entrar primero en salir) significa que los costos unitarios de los primeros materiales comprados que están todavía en inventario, son los que se utilizan en primer lugar para costear los materiales consumidos durante el período.

Ejemplo:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Enero 1 | inventario inicial (comprados 28 diciembre) | 5 unidades $5.00 c/u | $5 |
| Enero 2 | compra | 70 unidades $0.90 c/u | $63 |
| Enero 5 | salidas | 20 unidades ? | ? |
| Enero 12 | compra | 40 unidades $1.20 | $48 |
| Enero 25 | salidas | 10 unidades a ? | ? |

Resumen:

| | |
|---|---|
| Total del material entrado | 115 unidades a $116 |
| Contabilizado como salidas | 30 unidades a ? |
| Contabilizado como inventario final | 85 unidades a ? |

Contabilizado costeo del inventario bajo el método FIFO

Costo de los materiales salidos

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Enero 5 - 20 unidad | 5 unidad | $1.00 | $ 5.00 | |
| | 15 unidades | $0.90 | $13.50 | |
| Enero 25 - 10 unidad a $0.90 | | | $ 9.00 | $27.50 |

Saldo en el inventario final

| | | |
|---|---|---|
| 45 unidades a $0.90 | $40.50 | |
| 40 unidades a $1.20 | 48.00 | $88.50 |
| Total de costos a contabilizarse | | $116.00 |

Sistema LIFO: es lo contrario del sistema FIFO. Bajo este método, las emisiones de materiales durante un lapso de tiempo se costean según el costo de la última compra. Realícese el ejercicio anterior bajo este sistema.

Promedio móvil: Bajo este sistema se determina un costo unitario después de cada compra y los materiales que salen se costean según ese precio promedio.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entradas | 100 | $10 c/u | $1.000 |
| Entradas | 200 | $12 | $2.400 |
| Saldo | 300 | $11,33 | $3.400 |

# AREA DE FERTILIZANTES

(Jorge Mesa)

## AREA FERTILIZANTES

### A. Factores que Afectan el Crecimiento de las Plantas

1. Introducción.

2. Factor Genético.

3. Factores Ambientales (Ecológicos).

   a. Temperatura.

   b. Luz.

   c. Humedad.

   d. Reacción del suelo.

   e. Contenido de gases en el suelo.

   f. Composición de gases en la atmósfera.

   g. Factores bióticos.

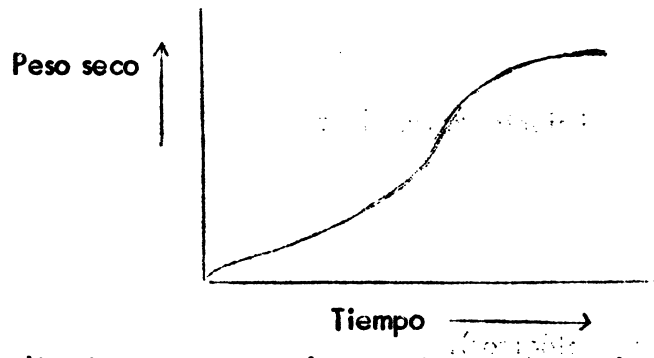
   h. Abastecimiento de elementos nutrientes minerales.

1. Introducción. En sus términos mas simples el éxito de la explotación agrícola depende en gran parte del crecimiento de las plantas cultivadas. Si el crecimiento es normal y el rendimiento es económico, el agricultor puede llegar a ser próspero. Así, que desde el punto de vista de la agricultura práctica el crecimiento es factor tan importante, como cada causa que lo afecta.

Expresiones sobre el crecimiento. El término crecimiento puede definirse como "el desarrollo progresivo de un organismo", en el caso de las plantas hay diferentes maneras por medio de las cuales puede expresarse este concepto, puede ser: el desarrollo de unos órganos de la planta, el desarrollo total de la planta, lo cual se puede expresar en alturas, peso, diámetro, etc.

* Material de la Universidad Nacional de Colombia "Asignatura de Suelos".

El crecimiento en relación con el tiempo. Puede evaluarse midiendo el incremento en aumento de peso seco, aumento en altura, aumento en área foliar, etc., en un tiempo determinado.




Curva generalizada que muestra el crecimiento de una planta normal.

Las curvas del crecimiento son naturalmente útiles porque ayudan en la interpretación de las normas generales sobre el desarrollo de las plantas. Sin embargo, no indica nada sobre los factores que lo afectan, tales como el abastecimiento o disponibilidad de elementos nutritivos, luz, $CO_2$, agua, etc.

El crecimiento en relación de los factores que lo afectan. El desarrollo total logrado por una planta será el resultado de su constitución genética y de su medio ambiente.

El carácter genético de la planta, representa una magnitud fija y determina su potencialidad para el crecimiento máximo, bajo condiciones favorables del medio ambiente. En otras palabras, el crecimiento de las plantas, es una función de varios factores del medio ambiente.

Factores ambientales. Se pueden considerar como variables cuya magnitud y combinaciones afectan el crecimiento. Escrito matemáticamente se tiene:

$$C = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \ldots\ldots X_n).$$

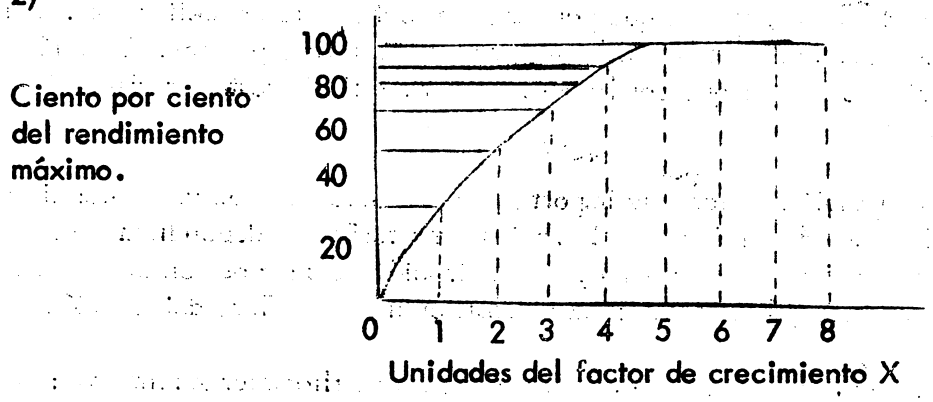
Donde C = Crecimiento.

$X_1, X_2, \ldots\ldots X_n$ = Los diversos factores de crecimiento como plantas, clima, suelo, organismos, tiempo, etc.

En un experimento sobre fertilización nitrogenada, exclusivamente, el crecimiento dependerá de:

C = f (nitrógeno), tiempo, planta, clima, otras propiedades del suelo. Los factores constantes se anotan como subindices.

Sin embargo, esta expresión no es una relación lineal ya que como ha sido demostrado varias veces, la adición de incremento sucesivo de un factor de crecimiento, resulta de un aumento menor del desarrollo, al obtenido, con los incrementos precedentes. (Ver gráfica No. 2)




De los factores que afectan el crecimiento de las plantas, probablemente no todos han sido identificados. Sin embargo aquellos que han sido definidos, pueden clasificarse como de origen genético y del medio ambiente.

2. Factor genético. Se refiere a la capacidad intrínseca de la planta para producir cosecha. Los genes de los cromosomas controlan la síntesis de enzimas, las que a su vez regulan los procesos fisiológicos de la planta, consecuentemente una variedad puede ser mas rendidora que otra por tener un mas eficiente sistema enzimático o bien por tener mejores características anatómicas, por ejemplo un sistema radical mas amplio o mas eficaz para tomar agua y nutrientes. Una de las características anatómicas, por ejemplo un sistema radical mas amplio o mas eficaz para tomar agua y nutrientes. Una de las características deseables en los injertos es que el tocón tenga alta capacidad de absorción de agua y nutrientes.

Algunos cultivos como el maíz, muestran altas interacciones de fertilidad: variedad y fertilidad; densidad de población, en cambio en otros como el trigo estas interacciones son muy bajas.

En los ensayos de rendimiento de los programas de fitomejoramiento, se proporcionan a los lotes experimentales las óptimas condiciones ecológicas controlables, ésto es, fertilización y humedad adecuadas, control de plagas y malas hierbas, con objeto de que el factor determinante del rendimiento sea la capacidad productiva de cada variedad. Siendo el clima un factor incontrolable bajo condiciones de campo, hay necesidad de hacer este tipo de ensayos de rendimiento en diferentes regiones para encontrar las variedades mejor adaptadas a cada condición climática, y aun para una misma región si la precipitación es deficiente, las variedades recomendadas para cultivo de riego serán diferentes de aquellas para cultivo de temporal.

En algunos cultivos el problema de las enfermedades es tan serio que la residencia o susceptibilidad de las plantas, a las mismas, dan la diferencia entre el éxito o el fracaso del cultivo. Asi sucede con el tizón de la papa y con el carbón del trigo, por lo que en estas plantas lo primero que se busca es resistencia a estas enfermedades.

Aunque los insectos son menos difícilmente controlables que las enfermedades, no se descuida en los programas de fitomejoramiento la selección de aquellas variedades que por alguna característica muestran resistencia a algunos insectos.

Por ejemplo aquellas mazorcas que por estar perfectamente envueltas por las brácteas, son resistentes al ataque del gusano de la mazorca de heliotis y pájaros. También aquellas variedades de caña de azúcar que por la dureza de sus tallos muestran resistencia al ataque de barrenadores.

La calidad es también factor muy importante en la selección de una determinada variedad. Esta calidad estará definida por diferentes características dependientes del cultivo; ejemplo: contenido de proteínas en trigo, concentración de sacarosa en el jugo de la caña o la remolacha azucarera; longitud, fineza o resistencia en la fibra del algodón, etc.

Otras de las cualidades buscadas en los programas de fitomejoramiento son: uniformidad en la maduración para facilitar la cosecha; resistencia del trigo al acame y al desgrane; resistencia de la cebada al descabece; altura uniforme de las mazorcas de maíz para facilitar la cosecha mecánica, etc.

Algunas de estas características, aunque en gran parte dependientes de la variedad, pueden estar influenciadas por la humedad, el clima o la fertilización.

Interacciones entre variedad y nivel de fertilidad. Ha sido demostrado con frecuencia que algunas variedades de plantas responden en forma diferente de otras a la aplicación de nutrientes. En general las variedades de adaptación limitada o reducida tienden a mostrar interacciones significativas entre variedad y fertilidad del suelo, a diferencia de aquellas que son de mas amplia adaptación.

En el Valle del Cauca por ejemplo, Raigras anual (Lolium multiflorum Lam.) se adapta desde 2.200 metros sobre el nivel del mar a 3.200 metros sobre el nivel del mar y tiene una mayor interacción con aplicación de fertilizantes. El pasto gordura (Melinis minutiflora Beaur) posee un rango mas amplio de adaptabilidad desde 400 metros sobre el nivel del mar a 2.500 metros sobre el nivel del mar.

3. Factores ambientales (Ecológicos). Ambiente: conjunto de todas las condiciones externas que afectan la vida o desarrollo de un organismo.

Deberá observarse que los diferentes factores ambientales no actúan en forma independiente. Un ejemplo es la relación inversa que existe entre el contenido del aire y la humedad del suelo, o entre el oxígeno y el $CO_2$ de la atmósfera del suelo o bien el $p^H$ del suelo y la disponibilidad de algunos elementos nutrientes. A continuación se discutirán cada uno de dichos factores.

a. Temperatura. La temperatura es una medida de la intensidad de la forma de energía conocida como calor. Desde el punto de vista biológico los seres vivientes se han encontrado entre temperaturas de 35 a 75 grados centígrados.

Sin embargo, la variación del crecimiento máximo para la mayoría de las plantas cultivadas, es mucho mas reducida, siendo quizá entre 15 y 40 grados centígrados. A temperaturas mucho más bajas o arriba de ese límite la proporción del crecimiento disminuye rápidamente.

La temperatura afecta directamente en la planta las funciones de fotosíntesis, respiración, permeabilidad de las paredes celulares, absorción de agua y nutrientes, la traspiración, la actividad enzimáticas y la coagulación de proteínas.

En la mayoría de las plantas cultivadas, la fotosíntesis tiene lugar más rápidamente entre 10 y 35 grados. En general la respiración de las plantas es más lenta a bajas temperaturas y aumenta al subir ésta.

Para muchas plantas cultivadas en la zona templada, la temperatura óptima para la fotosíntesis es menor que aquella de la respiración. La temperatura influye en la traspiración o pérdida de vapor de agua por los estomas de las hojas. La traspiración a bajas temperaturas es reducida y aumenta con la temperatura. Bajo condiciones de traspiración excesiva, las pérdidas de agua pueden excederse a la absorbida por la planta, resultando de inmediato el marchitamiento.

La absorción del agua por las raíces de las plantas es afectada por la temperatura. Este efecto puede explicarse en parte como consecuencia de los cambios en la viscosidad del agua, cambios en la permeabilidad de las paredes de las células y cambios en la actividad fisiológica de las mismas células de las raíces.

En efecto de la temperatura sobre el crecimiento puede manifestarse a través de su efecto en la absorción del alimento mineral.

Numerosas experiencias han indicado que en varias especies de planta, la absorción de solutos por las raíces es retardada a bajas temperaturas del suelo. Puede ser ésto el resultado de la actividad respiratoria deficiente, permeabilidad limitada en las membranas celulares, así como el efecto de otros factores. La temperatura ejerce también su influencia indirecta sobre el crecimiento de las plantas a través de su efecto sobre la proliferación microbiana del suelo.

b. Luz. (Energía radiante). La luz tiene importancia en el desarrollo vegetal a través de sus tres características: intensidad, calidad y duración.

La intensidad de luz, puede medirse en bujías, entre la unidad de su superficie, usualmente reportada como bujías por pie cuadrado. La intensidad de la luz en los cultivos en general puede considerarse fuera de control, excepto en cultivos de sombra como café o cacao, o bien en cultivos de invernadero. La óptima intensidad luminosa parece ser de 25 por ciento a 33 por ciento

de aquella en un día bien soleado a esta latitudes. La máxima intensidad luminosa recibida del sol sobre la superficie de la tierra es de unas 10.000 bujías/pie cuadrado. La intensidad de luz recibida por una planta puede hasta cierto punto controlarse indirectamente a través de las podas o de la densidad de población.

Calidad. Se refiere a la longitud de onda. Aunque todo el aspecto visible es útil para la fotosíntesis, se observa una mayor eficiencia entre los 4.000 y 4.300 Å (violeta) y entre los 6.000 y 6.300 Å (anaranjado).

Duración. El número de horas de incidencia de luz solar en un día se conoce como fotoperiodo. El comportamiento de las plantas al fotoperiodo es llamado fotoperiodismo. En este aspecto existen tres clases de plantas:

1) De fotoperiodo. Aquellas que para fructificar requieren de un número corto de horas luz al día. Ejemplo: algunas variedades de tabaco, caña de azúcar, fresa, camote, soya, maíz, habas, sorgo, algodón.

2) De fotoperiodo largo. Más de 12 horas, de fotoperiodismo. Las que para fructificar requieren de un fotoperiodo largo. Ejemplo, algunos tréboles, espinacas, lechugas, papa, cereales, zanahoria, remolacha, alfalfa girasol.

3) Indiferentes. Aun cuando la luz es esencial para la fotosíntesis, existen plantas cuya floración y fructificación no está influenciada por cortas variaciones en el fotoperiodo. La mayoría de las plantas para su óptimo desarrollo requieren 17 a 19 horas de luz diariamente. Tomate, tabaco, plantas bulbosas, árboles frutales de duración precoz.

Se ha comprobado experimentalmente que lo importante para las plantas del numeral 1) es la duración del periodo diario de obscuridad, en lugar del periodo diario de luz, pues plantas de fotoperiodo corto han fallado de florecer si el periodo de obscuridad es interrumpido por un corto periodo de luz.

c. Humedad. (Disponibilidad de agua). El crecimiento de las plantas, dentro de ciertos límites es proporcional a la cantidad de agua disponible. Se considera como humedad disponible o aprovechable de un suelo aquella que se encuentra dentro de los límites de la "capacidad de campo" y del "porcentaje de marchitamiento permanente".

El agua es requerida por las plantas para la manufactura de carbohidrato, para mantener la hidratación de protoplasma y como vehículo para la traslocación de alimentos y elementos minerales. La tensión interna de la humedad causa reducción en la división como en el alargamiento celular, de ahí que se ve afectado el crecimiento.

La humedad influencia indirectamente el crecimiento de las plantas a través de su efecto sobre el comportamiento de los microorganismos del suelo. A niveles de humedad extremadamente reducida, o extremadamente alta, la actividad de las bacterias nitrificantes, se reduce con el resultado de que las plantas no pueden tener a su disposición un adecuado abastecimiento de nitrógeno y otros nutrientes. También se ha observado que la absorción de nitrógeno y potasio por las plantas se ve reducida a contenciones de humedad muy altas, y que la utilización de los fertilizantes aplicados en condiciones de sequía muy acentuada, difícilmente responden por una cosecha económica. Lo contrario también es perjudicial ya que altas precipitaciones en suelos sujetos a un lavado excesivo, los fertilizantes son arrastrados por las aguas de drenaje antes de ser utilizados por las plantas, a menos, de que se apliquen en forma conveniente, y en las cantidades adecuadas.

d. Reacción ($p^H$) del suelo. El aprovechamiento y el efecto de muchos nutrientes vegetales particularmente del ácido fosfórico y de los elementos menores, dependen ampliamente del $p^H$ prevaleciente en el suelo. El ácido fosfórico, dentro de los límites de intensa acidez, es precipitando en forma de fosfato de hierro o de aluminio irreversible, en tanto entre los límites de alcalinidad, existe el peligro de que sea fijado en forma de fosfato tricálcico. En suelos con reacción alcalina, los elementos menores pueden convertirse en el factor limirante, en tanto que los fertilizantes amoniacales son capaces de producir efectos tóxicos debido al desprendimiento de amonio libre.

Los valores comprendidos entre el $p^H$ 6,0-7,0 resultan ser los favorables para el aprovechamiento y la efectividad de la mayoría de los nutrientes vegetales. En los suelos ácidos deberá dársele prioridad a los fertilizantes fisiológicamente alcalinos, (nitrato chileno, cianamina de calcio, escorias básicas, harina de hueso, fosfatos Rhenania), en tanto que los suelos de reacción alcalina habrán de emplearse preferentemente ácidos, (tales como el sulfato de amonio y superfosfato).

Actividad de microorganismos. La que a su vez influye sobre la incidencia de enfermedades, descomposición de la materia orgánica, fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, nitrificación, etc. Algunas enfermedades como la sarna de la papa y la pudrición de la raíz del tabaco se presentan con mayor insistencia en suelos alcalinos, de tal suerte que una forma de controlarlas es bajando el $p^H$ del suelo. La descomposición de la materia orgánica a $p^H$ ácidos es llevada a cabo principalmente por hongos, ( que son más eficientes en la producción de humus) mientras que a $p^H$ neutros o alcalinos es realizada en su mayor parte por bacterias. La actividad de las bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno atmosférico asi como de las responsables de la nitrificación, es favorable a $p^H$ alrededor de la neutralidad.

e. Aire del suelo. Para la normal respiración de las raíces de las plantas se requiere de un determinado porcentaje de oxígeno en la atmósfera del suelo. La concentración óptima de oxígeno varía de acuerdo al cultivo; es baja para arroz y alta para tabaco, soya, ajonjolí, fríjol.

Una insuficiencia de oxígeno en el sistema radical interfiere con la absorción de agua y nutrientes, pudiendo ocasionar marchitez de las plantas o deficiencias de algunos elementos.

El contenido de oxígeno libre en el suelo depende de:

1) Textura y estructura. Estas características del suelo tienen influencia sobre la porosidad y distribución de agregados en el suelo.

2) Porcentaje de humedad. Al regar un suelo, el agua ocupa los poros del mismo desalojando el aire; por esta razón el contenido de aire en el suelo varía en relación inversa el porcentaje de humedad.

3) Contenido de $CO_2$. La suma de $CO_2$ más oxígeno es más o menos constante en la atmósfera y en el aire del suelo; sin embargo la concentración de $CO_2$ en el suelo es de 10 a 1.000 veces mayor que en la atmósfera debido a la respiración de las raíces y microorganismos, y a la descomposición de la materia orgánica. El vapor de agua es el constituyente más variable en el aire del suelo y el de la atmósfera.

Pruebas experimentales han reportado que para el desarrollo de las raíces es más conveniente disponer de una cantidad constante de oxígeno, que inyecciones periódicas de este elemento.

f. Composición de la atmósfera. El contenido de $CO_2$ de la atmósfera, usualmente es de 0,03 por ciento por volumen y juega un papel de gran importancia en el mundo biológico. A través de la actividad fotosintética el $CO_2$ se liga químicamente con las moléculas orgánicas de la planta.

El $CO_2$ es continuamente regresado a la atmósfera como un producto de la respiración de los animales y las plantas. La descomposición de los residuos orgánicos a través de la actividad de los microorganismos, es una fuente importante de este gas y uno de los efectos benéficos de la descomposición del estiércol y residuos orgánicos puede ser la liberación del $CO_2$.

Mientras que el volumen normal es de 0,03, tal proporción puede variar de un medio varias veces esa cantidad. En un campo de maíz, y en un día de calma el contenido de $CO_2$ puede ser menor durante las horas del día cuando el proceso de la fotosíntesis es más activa. También en un bosque muy poblado el contenido puede crecer considerablemente. Fue un invernadero cerrado el $CO_2$ puede disminuír en forma apreciable.

No cabe duda que un aumento en la concentración de este gas en la proporción de varias veces el valor promedio produce un efecto favorable sobre la fotosíntesis. Sin embargo pueden resultar efectos detrimentales si una concentración alta persiste por varios días.

El aire atmosférico puede contener algunos gases tóxicos como $SO_2$, CO, HF. Su concentración puede llegar a ser de importancia en las proximidades de las fábricas y otras fuentes de producción de estos gases.

g. Factores bióticos.

1) Enfermedades. Se ha observado una interacción positiva entre la fertilización y la infestación de mildiu en el trigo, y entre fertilización y pudrición de las bellotas de algodón. En cambio la interacción fue negativa, para fertilización e infestación de carbón de la espiga del maíz. La densidad de población y la humedad del suelo son también factores que han mostrado influencia sobre la incidencia de algunas enfermedades en las plantas.

Los nemátodos que producen las nudosidades en las raíces atacan ciertos cultivos deteriorando el mecanismo de absorción de las raíces, por lo que es necesario una mayor concentración de elementos nutritivos, en el suelo para provocar un crecimiento razonable.

2) Insectos. La humedad y fertilización han mostrado influencias sobre la intensidad de ataque de algunos insectos, bien sea por la producción de tejidos más suculentos, o por la prolongación del ciclo vegetativo de las plantas cultivadas.

3) Malas hierbas. Aun cuando este aspecto será discutido más ampliamente en otro capítulo, cabe mencionar aquí que las malas hierbas reducen la eficiencia de los fertilizantes en los cultivos, por competir con las plantas cultivadas de la absorción de agua, nutrientes y la luz solar.

h. Elementos nutrientes minerales. Una gran parte del curso se ocupará de este tema discutiendo las funciones de cada uno de los elementos esenciales a las plantas. Los factores que regulan su concentración y aprovechabilidad en el suelo, y las formas que pueden aplicarse artificialmente en caso necesario. Aquí solo se mencionará en términos generales su forma de retención en el suelo y los mecanismos de absorción por las raíces.

La mayoría de los elementos nutrientes minerales normalmente son tomados del suelo, a través de las raíces; aunque pueden ser absorbidos por cualquiera otra parte vital de la planta, como lo demuestra la eficiencia de los fertilizantes foliares. El oxígeno y el carbono son tomados de la atmósfera; el carbono en forma $CO_2$, algo de azufre puede tomarse en forma gaseosa como $SO_2$ ó $H_2S$. Los elementos nutrientes minerales pueden encontrarse en tres formas en el suelo:

1) En minerales primarios y secundarios. En esta forma no son inmediatamente asimilables, sino hasta después de la intemperización de estos minerales, con lo que los nutrientes pasan a formas solubles.

2) Cationes absorbidos a los coloides del suelo. En esta forma los nutrientes pueden ser asimilados mediante intercambio catiónico.

3) En la solución del suelo. Los nutrientes presentes en la solución del suelo son asimilables en forma iónica o en forma molecular de bajo peso.

Mecanismos de absorción de cationes. Los iones presentes en la solución del suelo pueden penetrar por difusión pasiva, hasta un cierto sitio dentro de la raíz, llamado espacio externo. El volumen del espacio externo varía con las especies, en cebada ocupa aproximadamente la cuarta parte del volumen radical total.

El paso de los iones del espacio externo al espacio interno se conoce como acumulación de iones o trasporte activo. El trasporte activo es un fenómeno metabólico que para efectuarse requiere de energía liberada en la respiración, como lo demuestran las siguientes evidencias experimentales.

a) El proceso se inhibe si las raíces carecen de oxígeno.

b) Se trata de un proceso químico, puesto que tiene un Q10 de valor de 2 a 3.

c) El proceso puede llevarse a cabo contra un gradiente de concentraciones. En Nitella se observaron concentraciones de potasio, calcio y fósforo disueltos que fueron 2.000, 13 y 870 veces mayores respectivamente, que en la solución externa.

## B. Necesidades Alimenticias de la Planta

Desde los trabajos de Liebig en 1840, se sabe que la planta se nutre de elementos minerales que extrae del suelo, disueltos en el agua, la cual es, además, indispensable para todas sus funciones fisiológicas.

Los elementos nutritivos se pueden clasificar así:

Elementos mayores, llamados Macronutrientes o Plásticos, que entran en proporción importante en la composición de los tejidos vegetales y que, por consiguiente, la planta extrae del suelo en gran cantidad, ellos son:

-Nitrógeno (N)
-Fósforo (F)
-Potasio (K)
-Calcio (Ca)
-Magnesio (Mg)
-Azufre (S)

Los "microelementos" que solo intervienen en la vida de la planta en concentraciones muy débiles. Estos elementos que la planta necesita apenas en cantidades muy reducidas, son:

- Hierro (Fe)
- Zinc (Zn)
- Manganeso (Mn)
- Cobre (Cu)
- Boro (B)
- Molibdeno (Mo)
- Cloro (Cl)

Enumerados ya los elementos vitales para la planta, es necesario ver por que cada una de estas sustancias es indispensable a la planta, es decir qué papel juega en sus tejidos y en sus funciones fisiológicas.

1. El nitrógeno (N). Como el nitrógeno entra en la composición de los prótidos, que son elementos básicos de la materia viviente, su papel es de primordial importancia. En efecto, el nitrógeno es necesario siempre que haya "crecimiento", es decir, formación de materia viviente. En el curso de su vida, la planta necesita nitrógeno en una forma permanente, en primer lugar para formar sus órganos vegetativos y luego para elaborar sus reservas y formar sus órganos de reproducción. Durante el periodo vegetativo de la planta, la mayor demanda de nitrógeno, se presenta hasta el momento de la floración, lapso durante el cual el crecimiento es mas significativo para después disminuir paulatinamente y hacerse nulo cuando comienza a formar los órganos de reproducción.

Un exceso de Nitrógeno facilita el ataque de enfermedades, volcamiento de la planta y retroceso en la floración y fructificación.

Las cantidades de Nitrógeno presentes en la planta varían de acuerdo a la especie y el órgano de que se trate; en las hojas del tabaco dicha concentración es de 5 por ciento, mientras que en ciertos árboles solo es de 0,2 por ciento.

Los principales fertilizantes nitrogenados son de tipo amoniacal y nitrogenados. De los primeros el mas importante es la urea, de los segundos son los nitratos de sodio, calcio y potasio.

2. El fósforo (P) (En forma de $P_2O_5$). Es importante en la traslocación o movimiento de la energía, debido a que hace parte de compuestos altamente energéticos, como los ácidos nucleicos y azúcares fosforitados.

Desde el punto de vista fisiológico, tiene un efecto opuesto al del nitrógeno, ya que acelera la floración y fructificación de la planta. Se encuentra concentrado en los tejidos jóvenes y en la semilla.

Este elemento interviene en las reacciones químicas que se efectúan en el interior de la planta, permitiendo el trasporte de ciertas sustancias que al combinarse con el nitrógeno constituyen las proteínas (prótidos).

También favorece el desarrollo de las raíces. Esto justifica la práctica de "localizar" el fertilizante fosfatado cerca al grano (abano "starter"), con el objeto de obtener un buen enraizamiento.

Como el fósforo acelera el proceso de maduración de la planta (aumenta la precocidad), su acción sirve para remediar los efectos nocivos de las inadecuadas aplicaciones de nitrógeno.

El fósforo ejerce una acción muy fuerte sobre los fenómenos de reproducción y, por lo tanto, sobre la formación de los frutos.

En general, se puede decir que el fósforo influye en la calidad de las cosechas y en la dureza de los tallos. Este último es importante, ya que con la aplicación de este elemento nutritivo se reduce el peligro de vuelco.

En los animales, el fósforo interviene en la formación de los huesos, en la producción de la leche y en la reproducción.

Los forrajes ricos en fósforo facilitan la explotación del ganado.

3. El potasio (K) (Como el fósforo generalmente se designa por su óxido: $K_2O$, la potasa). Las cenizas vegetales son ricas en potasa (25 a 50 por ciento) y por eso se utilizaron en otro tiempo para hacer jabón. Su acción fertilizante es conocida desde la mas remota antiguedad.

Su papel en la planta es variado:

-Es un alimento base como el nitrógeno y el fósforo.

-Interviene en la función clorofiliana, favoreciendo la formación de azúcares y su trasporte a los órganos de reserva. Es por eso que la fertilización potásica mejora la calidad de las cosechas de las plantas que se utilizan por sus reservas de azúcares siemples o compuestos (caña de azúcar, papa, remolacha, uva, etc.).

-Interviene también en la formación de los prótidos. Esto fue confirmado por la observación, muchas veces repetida, de una ligación entre la acción del potasio y la del nitrógeno (interacción).

-Regulariza la utilización del agua por la planta y permite economizarla. Los abonos potásicos favorecen la resistencia de las plantas a la sequía.

-Aumenta la concentración de los elementos minerales en la savia, con lo cual les da resistencia a las heladas.

En fin, lo mismo que el ácido fosfórico, desarrolla el sistema radicular, fortalece los tejidos y aumenta la resistencia de la planta a los accidentes atmosféricos y a las enfermedades.

-De una manera general, se puede decir que el potasio es para la planta un factor de equilibrio y de salud.

4. Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). Estos elementos son tan importantes como los tres primeros, pero intervienen mas raramente en la fertilización por ser menos frecuentes las deficiencias de estos elementos. Forman parte de lo que se llama elementos "plásticos", es decir, que entran en la composición de los tejidos.

El calcio existe en cantidades importantes en las plantas. Una cosecha de alfalfa, por ejemplo, extrae del suelo 200 kilos de cal por hectárea. Este elemento juega igualmente un papel importante en la fisiología de los vegetales, pues favorece el crecimiento, da resistencia a los tejidos e influye sobre la formación y maduración de los frutos pero, en general, el suelo contiene siempre cantidades suficientes para atender a las necesidades de las plantas. Por otra parte, desempeña un papel importante en el mismo suelo, del cual se hablará mas adelante.

El magnesio entra en la constitución de la clorofila e interviene en el trasporte del ácido fosfórico en la planta. En Colombia, la necesidad del magnesio aparece en varios cultivos, en particular en el del café y en algunos frutales.

El azufre entra en la composición de todas las plantas pero abunda sobre todo en ciertas familias como las leguminosas y las crucíferas. La necesidad de usar fertilizantes azufrados ha sido establecida en el caso del algodón, en ciertas regiones de Africa, del Brasil y de los Estados Unidos. Pero, en general, el azufre se encuentra en cantidades suficientes en los superfosfatos y en el sulfato de potasa.

5. Elementos menores. Estos elementos, indispensables para la vida de la planta, son utilizados en cantidades pequeñísimas. Su ausencia determina "carencias", que se reconocen por signos exteriores (necrosis, manchas, deformaciones, etc.). Esas "carencias" a veces son difíciles de reconocer porque a menudo, son complejas, es decir, causadas por la ausencia simultánea de varios elementos.

Es necesario tener en cuenta que el aporte al suelo de los elementos menores necesita constante cuidado, pues la mayor parte de ellos son tóxicos cuando se aplican en dosis no mucho más elevadas que la necesaria para el buen funcionamiento de la planta.

Siendo este un problema muy complejo, vamos a ver el papel que juega cada uno de estos elementos en la planta:

El hierro (Fe): es importante en la síntesis de la clorofila. La clorosis férrica, debida a una deficiencia en hierro, se manifiesta por el amarillamiento de las hojas.

El boro (B): su papel fisiológico no se conoce muy bien, pero se sabe que su ausencia provoca enfermedades características en la remolacha y la alfalfa. La necesidad de las aplicaciones del boro ha sido reconocida en Colombia, especialmente en el Valle del Cauca y en la Sabana de Bogotá.

El manganeso (Mn): juega, como el hierro, un papel en la síntesis de la clorofila, en la reducción de los nitratos y en la respiración.

El cobre (Cu): su papel no se conoce bien y sólo se dice que interviene en las oxidaciones y reducciones. Parece también que interviene en la síntesis de la Vitamina A.

El zinc (Zn): aunque no es bien conocido su papel, las enfermedades por carencia de este elemento han sido observadas especialmente en los frutales y en el maíz.

El molibdeno (Mo): interviene en la absorción de los nitratos y también en la fijación del nitrógeno atmosférico por los nódulos de las leguminosas.

Hay que citar todavía, el cobalto (Co), el yodo (I), el fluor (F), el vanadio y el wolframio cuya presencia en el suelo es indispensable a la planta.

Veremos que los problemas de carencia de los elementos menores vienen a menudo de las malas condiciones químicas y físicas del suelo. La verdad es que, excepto en los casos en que los agrónomos hayan diagnosticado con certeza una carencia típica, el agricultor tiene que preocuparse de estos problemas solamente después de que se les haya proporcionado a las plantas cal, nitrógeno, fósforo y potasio. También hay que pensar que el estiércol y algunos abonos, como las escorias Thomas, generalmente aportan las cantidades de oligoelementos necesarios a la planta.

Vistos los alimentos necesarios para la planta, pasemos ahora a la manera como toman las plantas esos alimentos.

## C. Cómo Satisface la Planta sus Necesidades de Elementos Minerales.

Es bien conocido el hecho de que la planta toma del aire, por su sistema foliar, el oxígeno que necesita para la respiración. Por otra parte, las hojas son capaces de fijar el gas carbónico de la atmósfera (asimilación clorofiliana) para sintetizar los compuestos orgánicos necesarios a la planta. Algunas plantas como las leguminosas son capaces de fijar el nitrógeno del aire por los nódulos de sus raíces. También se anota que la parte aérea de los vegetales puede absorber los elementos nutritivos aplicados en forma de fertilizantes, pero normalmente los toman del suelo por medio de sus raíces. Es, pues, preciso estudiar el estado de estos elementos minerales en el suelo.

1. El nitrógeno existe en el suelo en tres formas: (a) orgánica; (b) amoniacal y (c) nítrica, que pueden transformarse una en otra de acuerdo con un ciclo.

a. El nitrógeno orgánico. La materia orgánica de origen vegetal forma en el suelo, por procesos bioquímicos, una sustancia de color café que se llama "humus". Este humus contiene aproximadamente 5 por ciento de nitrógeno. La trasformación tiene lugar bajo la influencia de bacterias, hongos, levaduras y animales microscópicos que se designan, en general con los términos de flora y fauna microbiana del suelo.

Por otra parte, los mismos microbios que intervienen en este proceso son cuerpos que contienen nitrógeno. Cuando mueren estos organismos, su cuerpo se descompone y libera nitrógeno utilizable por las plantas.

El nitrógeno orgánico (humus y cuerpos microbianos) no es directamente asimilable por las plantas, sino que al descomponerse pasa por otras formas que sí son utilizables. La cantidad de nitrógeno orgánico (nitrógeno total) en el suelo no presenta, pues, ningún interés directo para el agricultor. Lo interesante, es saber si este nitrógeno puede asimilarse rápida o lentamente.

b. El nitrógeno amoniacal. El amoníaco es un compuesto de nitrógeno y de hidrógeno. Es una forma transitoria; en efecto, proviene de la descomposición de nitrógeno orgánico y su oxidación da origen a la forma nítrica.

Sin embargo, el amoníaco se fija sobre las partículas del suelo y de esta manera puede conservarse en el suelo durante cierto tiempo. Algunas plantas utilizan directamente el amoníaco, en ciertas condiciones.

c. El nitrógeno nítrico. Es la última forma por la cual pasa el nitrógeno en el curso de sus descomposiciones sucesivas. Como es en esta forma que la planta absorbe más facilmente el nitrógeno, por eso los nitratos constituyen la base de la alimentación nitrogenada de la planta.

Desafortunadamente, esta forma del nitrógeno no permanece mucho tiempo en el suelo, por ser muy soluble. En ciertas condiciones, pronto es arrastrada por las lluvias. Por ejemplo, Fernando Suárez de Castro y Alvaro Rodríguez han demostrado que en suelos de café sin cobertura en Chinchina, las pérdidas podían ser muy grandes. Al contrario, en pastos, las pérdidas son reducidas.

Por otra parte, en ciertos casos, cuando el suelo tiene una buena estructura y cuando hace calor y tiempo seco, el sol "bombea" a la superficie del suelo el agua que se halla en profundidad, la cual al subir, arrastra los nitratos. Pero de una manera general, el nitrógeno nítrico tiende a perderse en la profundidad del suelo, donde no puede ser absorbido por la planta.

2. Acido fosfórico. Proviene de las rocas madres que dieron origen al suelo, como la apatita, rocas que se hallan frecuentemente en depósitos marinos. Los suelos colombianos son por lo general pobres en ácido fosfórico aprovechable. Este elemento se presenta bajo distintas formas más o menos utilizables por la planta. Por ejemplo, puede estar en solución en el agua del suelo. Pero la verdad es que las cantidades de ácido fosfórico en solución son siempre muy pequeñas.

El fósforo también puede fijarse a las partículas del suelo por intermedio del calcio; en este caso puede volver a pasar a solución trasformándose así en utilizable por la planta. Pero también se puede fijar sobre ciertos compuestos químicos, los hidróxidos de hierro y de aluminio que lo detienen más enérgicamente. Cuando esto sucede el fósforo es poco utilizable por la planta.

Finalmente, el fósforo puede ser residual o retrógrado, es decir formar con el calcio cuerpos muy estables (fosfato tricálcico), que no se descomponen fácilmente y que, por lo tanto, son difícilmente utilizables por la planta.

También es muy importante notar que buena parte del ácido fosfórico puede incluso hallarse en cuerpos orgánicos que al descomponerse liberan ácido fosfórico fácilmente utilizable por la planta. Estos compuestos orgánicos son, como para el nitrógeno, reservas y fuentes regulares y seguras de ácido fosfórico.

3. La potasa. Como el ácido fosfórico, la potasa presente en el suelo también proviene de las rocas madres que dieron origen al suelo. Las rocas más ricas en potasa son las rocas cristalinas (granito) y las volcánicas. Pero estas rocas son compuestos químicos muy resistentes que se descomponen lentamente, en el curso de los siglos, bajo la acción de los agentes atmosféricos, de las raíces y de los fenómenos bioquímicos. A pesar de ésto, los suelos derivados de esas rocas son relativamente más ricos en potasa que los suelos que provienen de depósitos marinos calcáreos. Muchos de los suelos colombianos son relativamente ricos en potasa.

Se presenta en el suelo bajo tres formas:

-En solución en el agua del suelo, de la cual se nutre la planta.

-Fijada sobre la superficie de las partículas del suelo. En este estado puede pasar a solución con relativa facilidad.

-Inhibida, es decir, fijada al interior de las partículas de otros compuestos del suelo, especialmente en el interior de la arcilla. En este caso su aprovechamiento es más difícil, pero también la potasa inhibida puede ser liberada en provecho de la planta más o menos fácilmente, según la naturaleza del suelo.

De hecho, hay un cambio continuo de una forma a otra, lo cual permite establecer un equilibrio entre las tres formas.

4. Calcio, magnesio, azufre. El calcio puede encontrarse en los suelos bajo la forma de compuestos químicos, como el carbonato de cal, pero la mayor parte del calcio de los suelos colombianos está combinado con los minerales arcillosos. Puede ser fijado también a la superficie de las partículas del complejo arcilloso-húmico. Las cantidades de calcio que existen bajo esta última forma tienen una importancia muy grande, pues acondiciona una característica fisioquímica del suelo muy importante como es el pH. Cuando las partículas de calcio disminuyen, el suelo se acidifica. Esto puede ser debido a que las plantas extraen calcio del suelo o a la acción de las lluvias.

El arrastre del calcio por las lluvias puede ser facilitado por ciertos abonos que favorecen su solubilización.

El magnesio, lo mismo que el calcio, se encuentra en el suelo bajo la forma de compuestos químicos fijados sobre las partículas de suelo. Pero estos compuestos químicos son mucho menos solubles que los del calcio y por eso son menos susceptibles de ser arrastrados por las lluvias. Por otra parte, como las cantidades de magnesio son inferiores a las del calcio, su influencia sobre el pH es más débil. Sin embargo, las cosechas se llevan cantidades bastante importantes de magnesio y frecuentemente se pueden observar carencias de este elemento.

El azufre entra en la composición de ciertos minerales presentes en el suelo que se descomponen más o menos fácilmente. Los compuestos químicos son igualmente más o menos solubles. Por otra parte, muchos microorganismos utilizan el azufre y los compuestos orgánicos así formados dan, al descomponerse, azufre fácilmente utilizable por la planta. Por tanto, una vida microbiana activa en el suelo es factor importante para la buena nutrición azufrada de las plantas.

El azufre puede provenir de la atmósfera y penetrar al suelo disuelto en las aguas lluvias.

La formación en el suelo de ciertos sulfatos solubles pueden dar lugar a pérdidas importantes de azufre, por disolución en las aguas lluvias y arrastre en los estratos profundos del suelo (colada), exactamente como ocurre con el nitrógeno bajo la forma de nitratos.

5. Elementos menores. Se encuentran en el suelo en muchas formas. Es inútil tener en cuenta la lista de las formas en que se encuentran los elementos menores, pero sí es importante saber que las condiciones físicas y químicas del suelo, especialmente la acidez y la actividad microbiana influyen en el aprovechamiento de ellos por las plantas.

D. El pH del Suelo y la Asimibilidad de los Nutrientes Principales.

Nitrógeno. La química del nitrógeno está principalmente relacionada con reacciones microbiológicas. Estas reacciones son:

a. La amonificación. En la cual el nitrógeno de fuentes orgánicas es convertido a $NH_4^+$ por un número diferente de microorganismos. El pH del suelo (en suelos sin problemas especiales) parece tener pequeños efectos en el proceso de amonificación aunque inmediatamente después del encalado, la velocidad de obtención de amonio ($NH_4^+$) puede incrementarse temporalmente.

b. La nitrificación. En la cual el amonio es convertido a nitratos también por medio de la acción de microorganismos.

c. La fijación del nitrógeno. En la cual el nitrógeno de la atmósfera es fijado en forma simbiótica o asimbiótica.

d. Denitrificación. En la cual los nitratos son reducidos a formas gaseosas por los microorganismos bajo condiciones de reducción.

En las reacciones anteriores, el pH actúa generalmente ayudando la reacción cuando se incrementa su valor. Un pH de 6.5 o superior es especialmente importante para la fijación de nitrógeno en cultivos tales como la alfalfa y trébol dulce. Otras leguminosas pueden no necesitar pH tan altos como para la fijación del nitrógeno.

Fósforo. El efecto del pH en la aprovechabilidad del fósforo es muy marcado. Una gran parte del fósforo puede existir en la materia orgánica del suelo. En suelos ácidos, el fósforo inorgánico existe primordialmente en combinación con hierro y aluminio y en suelos alcalinos en combinación con calcio (generalmente apatita).

La liberación del fósforo de la materia orgánica es generalmente muy lenta, pero es más rápida en suelos neutros o ligeramente alcalinos que en la mayoría de los suelos ácidos.

El fósforo enlazado al calcio es más soluble cuando el pH se baja. El pH en el que se efectúa una máxima solubilidad del fósforo se encuentra dentro de los límites de 6.5 a 7.5. Una mayor explicación de ésto se dará cuando discutamos la química del fósforo.

Potasio. La influencia del pH sobre este nutriente es casi nula. Es imposible afirmar que la influencia es indirecta, a través de la capacidad de intercambio de cationes, que como sabemos sí es afectada por el pH del medio. También vimos como a pH muy ácidos, el ión aluminio compite por los sitios de intercambio desalojando a otros cationes entre los cuales se puede incluír a potasio. Pero para propósitos agrícolas, los efectos son muy pequeños para que se de importancia.

Calcio. A pH elevados, el $CaCO_3$ es precipitado pero el calcio es la solución de equilibrio y es lo suficientemente alto para permitir un buen desarrollo de las plantas. Se recalca que ésto es cierto siempre y cuando no esté presente el carbonato de sodio ya que en ese caso el pH se encontrará muy por encima de 8.5.

A pH bajos, el contenido de calcio intercambiable puede ser bajo debido a los efectos del lavado ácido. Sin embargo la disponibilidad del calcio que se encuentra presente en suelos de un pH desde 4.0 a 7.5 no es afectado por el pH excepto en la forma indirecta que se explicó para el potasio.

Magnesio. Cuando el suelo tiene un pH cercano a 9.0 el magnesio no está afectado en su disponibilidad para las plantas excepto en la forma indirecta que se anotó para el potasio. Por encima de 9.0 de pH el magnesio puede empezar a precipitar como $MgCO_3$ pero este compuesto es lo bastante soluble como para que no se presenten deficiencias de magnesio.

Azufre. El azufre es asimilable prácticamente a cualquier pH del suelo, sin embargo, en ocasiones se manifiestan deficiencias en suelos ácidos debido a que se ha perdido por lixiviación.

Hierro. La disponibilidad o aprovechamiento del hierro disminuye a medida que aumenta el pH como consecuencia de lo siguiente:

$$Fe^{+++} \quad 3OH^{-} \text{ ---------- } Fe\ (OH)3$$

Por consiguiente es posible hallar deficiencias de hierro en suelos altamente alcalinos.

Manganeso. La aprovechabilidad o disponibilidad del $Mn^{++}$ es muy similar en todo a la del hierro, siendo alta en suelos ácidos y baja en suelos alcalinos.

La siguiente reacción ilustra esta idea:

$$Mn^{++} + 4OH^{-} \text{ ---------- } MnO2 + 2H2O$$

En suelos muy ácidos, la concentración del manganeso ($Mn^{++}$) puede ser lo suficientemente alta como para causar efectos tóxicos en muchas plantas. En los suelos alcalinos puede haber deficiencias de manganeso.

Cobre y zinc. La química de estos dos elementos es tan similar que podemos considerarlos en conjunto. Las formas útiles de estos dos elementos, por lo común están asociados con los sitios de quelatación de la materia orgánica del suelo. En vista de que los hidrogeniones compiten por los pares electrónicos de los quelatos, la solubilidad del $Zn^{++}$ y del $Cu^{++}$ será mayor mientras más ácido sea el suelo, puede haber deficiencia a pH de 7 o mayores a bien si el suelo es rico en M.O.

He aquí la reacción que se opera:

$$ZnX_q + 2H^{+} \text{ ---------- } Zn^{++} + H_2X_q$$

Donde $X_q$ = agente quelante.

Boro. Casi todo el boro contenido en la solución del suelo se encuentra como $H3BO3$ y en consecuencia será sumamente soluble.

La información contenida en la bibliografía indica que por arriba de pH 7.0 disminuye la disponibilidad del boro, especialmente en suelos ricos en materia orgánica. El mecanismo según el cual interviene el boro en estas condiciones no se conoce.

Molibdeno. La química del molibdeno es muy complicada. Sin embargo se piensa que este elemento en los suelos ácidos se encuentra principalmente como ión molibdato, unido al hierro y al aluminio.

A medida que aumenta el pH el hierro y el aluminio son convertidos a hidróxido y el molibdeno liberado pasa a la solución. Consecuentemente la química del molibdeno en los suelos ácidos es muy similar a la del fósforo.

Ejemplo:

$$Fe_2(MoO_4)_3 + 6OH^- \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3MoO_4^{=}$$

Cloro. Este elemento casi nunca es deficiente en condiciones de campo según nuestros conocimientos actuales. Los efectos del pH en la disponibilidad o aprovechamiento del cloro son despreciables, excepto quizá en aquellas relaciones que guarda el pH con la capacidad de intercambio aniónico.

Aluminio. Aun cuando este elemento no es esencial para el desarrollo de los vegetales, su actividad en la solución del suelo si es importante, por causa de sus posibles efectos tóxicos. La solubilidad del aluminio aumenta a medida que disminuye el valor del pH y sin embargo, su actividad no alcanza niveles tóxicos hasta que el valor del pH es inferior a 5.5.

De acuerdo con la discusión anterior, se concluye que en general el pH más adecuado para el mejor aprovechamiento de todos los elementos nutrientes es de 6.5 a 7. A pH mayores los elementos menores se precipitan en forma de carbonatos, óxidos o hidróxidos.

En ocasiones se observan deficiencias de elementos menores a pH ácidos porque las sales formadas (nitratos, cloruros o sulfatos) son muy solubles y por lo tanto fácilmente pérdidas por lixiviación.

Algunos cultivos como alfalfa y trébol dulce desarrollan mejor a pH mayores de 6.5. En ocasiones es preferible mantener el pH alcalino a estos cultivos y suplir las posibles deficiencias de elementos menores mediante aspersiones foliares u otros medios.

El pH y la capacidad de intercambio catiónico de los suelos.

La capacidad de intercambio y la capacidad para retener cationes en una forma no lixiviada, disminuye a medida que baja el pH, debido a que el hidrógeno se enlaza en forma covalente en los sitios de carga que dependen del pH, no pudiendo en consecuencia intercambiarse en los cationes metálicos.

Influencia del pH en las enfermedades de las plantas.

El efecto del pH en las enfermedades de las plantas varía conforme las características del organismo causante de la enfermedad. De este modo, la incidencia de la roya de la papa, causada por Streptomyces scabies, se reduce mucho bajando el pH del suelo, en tanto que las enfermedades de origen fungoso son por lo general más prevalentes en suelos ácidos que en suelos neutros. Ejemplo de ésto es la enfermedad del "club root" de muchas brasicáceas, causada por Plasmodiophora brassicae.

Resumen

La importancia del pH en las plantas puede resumirse de la manera siguiente:

1. Efecto sobre el aprovechamiento de los nutrientes.

   a. La liberación de casi todos los elementos nutritivos unidos o enlazados en forma orgánica, al descomponerse la materia se ve favorecida por un aumento en el valor del pH, aun cuando el efecto en la amonificación pueda ser tan solo de carácter temporal.

   b. Los procesos de nitrificación son favorecidos por un pH desde neutro hasta ligeramente alcalino.

   c. Entre los elementos cuya disponibilidad o aprovechamiento aumenta, al aumentar el valor del pH, podemos mencionar el nitrógeno, azufre, molibdeno y fósforo. (más de pH 7.0)

   d. Entre los elementos cuyo aprovechamiento disminuye al aumentar el pH tenemos: fósforo (a pH mayor de 7.0) hierro, manganeso, cobre, zinc, boro.

   e. Entre los elementos cuyo aprovechamiento está poco afectado por los cambios en el valor del pH dentro de los ámbitos normales de pH encontrados en los suelos, tenemos al potasio, calcio, magnesio, cloro.

2. Efecto sobre las sustancias tóxicas. Las condiciones de acidez dan lugar a una solubilización del manganeso y del aluminio, que entonces pueden ser tóxicos para las plantas. Hay más ejemplos de ésto.

3. Efectos en las enfermedades de las plantas. Elevando el pH puede aumentar o disminuír la incidencia de enfermedades trasmitidas por el suelo, dependiendo de las características de los microorganismos causantes de la enfermedad.

Comportamiento de varias plantas al pH del suelo.

Algunas plantas desarrollan mejor bajo pH ácidos por diferentes razones. Por ejemplo melón, fresa y pepino, por sus bajos requerimientos de calcio y magnesio. Papa, porque a pH ácidos se controlan sus enfermedades ocasionadas por actinomicetos. Algunas plantas ornamentales se prefiere cultivarlas a pH ácidos por lograrse así flores de colores más vivos.

Algunas otras plantas desarrollan mejor en pH alcalinos. Dentro de esta categoría se encuentran la mayoría de las leguminosas, algodón, trigo, avena y cebada.

## E. Fertilizantes Minerales

Los fertilizantes minerales contienen uno o más nutrientes los cuales están generalmente en forma fácilmente disponible para la planta. Si los fertilizantes minerales contienen uno, dos o tres elementos mayores a la vez, se hará entonces referencia a fertilizantes simples o compuestos, respectivamente.

A continuación se dan algunas definiciones:

Análisis. Denota la concentración de nutrientes para la planta.

Grado. Define el contenido de nutrientes expresado en porcentaje. Por ejemplo 10-10-10 denota un fertilizante que contiene 10 por ciento N, 10 por ciento $P_2O_5$ y 10 por ciento K20; 45-0-0 para úrea, 18-46-0 para fosfato diamónico, generalmente en el grado solo aparece, los elementos N - P - K expresado como N-$P_2O_5$ - K20.

Unidad. Se refiere al 1 por ciento de una tonelada del fertilizante. Así 0-20-0 contiene 20 unidades de $P_2O_5$ por tonelada.

Fórmula. Es la lista de clase, contenido de nutriente y cantidad de manterial para producir un peso dado de fertilizantes mezclados. Generalmente se refiere a una tonelada de fertilizante.

Fertilizante complejo. Es el fertilizante en el cual un gránulo de éste contiene los elementos garantizados. En general en su fabricación ocurren una serie de reacciones químicas.

Fertilizante mezclado. Es un fertilizante multinutricional hecho por mezcla mecánica de dos o más materiales fertilizantes granulados o en polvo.

Acondicionador o acondicionamiento. Es el tratamiento de un fertilizante para reducir higroscopocidad y compactación. Generalmente el proceso envuelve recubrimiento de las partículas de fertilizante con materiales finamente divididos tales como arcilla.

Fertilizante granular. Es un producto en que la mayor parte consiste de partículas esféricas con un diámetro de 1-4 milímetros.

Fertilizante líquido. Es un fluído en que los solutos (material fertilización) están disueltos en agua.

Suspensión fertilizante. Es un fluído consistente de una fase líquida, en la cual se encuentran sólidos dispersos en la forma de materiales fertilizantes no disueltos, y en algunos casos materiales sin valor como fertilizantes pero que son necesarios para evitar la precipitación de los nutrientes. En ciertos casos se permite la adición de insecticidas y fungicidas compatibles.

Problemas especiales en las mezclas.

A continuación se discutirán en forma individual cada uno de los más importantes materiales fertilizantes, señalando sus compatibilidades o incompatibilidades con los demás materiales fertilizantes.

1. Sulfato de amonio.

   a. No se recomienda la mezcla del sulfato de amonio con materiales calcáreos o alcalinos como CaO, $CaCO_3$, escorias básicas, cianamida cálcica o nitrato de calcio, ya que se propicia la formación de carbonato de amonio que posteriormente puede descomponerse perdiéndose nitrógeno en forma de amoniaco que se volatiliza.

   b. La mezcla de sulfato de amonio con materiales de reacción alcalina es factible si se les agrega un neutralizante (ácido).

   c. El sulfato de amonio puede mezclarse con urea siempre y cuando la mezcla se aplique al suelo de inmediato, antes que la urea pase a carbonato de amonio por efecto de las ureasa.

   d. Al mezclar sulfato de amonio con superfosfato ocurre una reacción de doble descomposición que genera sulfato de calcio y fosfato monoamónico. Esto trae un endurecimiento de la mezcla; sin embargo el valor fertilizante de la mezcla continúa siendo el mismo.

2. Nitrato de amonio.

   a. Este fertilizante no debe mezclarse con azufre debido al peligro de incendio y explosión.

   b. No se recomienda la mezcla de nitrato de amonio con superfosfato ya que el ácido sulfúrico residual en este último fertilizante propicia la formación de ácido nítrico que es inestable pudiéndose perder nitrógeno en forma de NO:

$$2NH_4NO_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2HNO_3$$

$$HNO_3 \rightarrow HNO_2 \rightarrow NO_2, \ NO$$

   Para evitar la formación de ácido nítrico es necesario neutralizar con amonio todo el ácido sulfúrico o fosfórico residual contenido en el superfosfato de calcio.

   c. El nitrato de amonio mezclado con superfosfato y materiales orgánicos como cáscara de cacahuate, genera ácido nítrico que después oxida a la materia orgánica elevando la temperatura. Si ésta sube hasta 90 grados centígrados puede haber incendio y explosión.

d. Las mezclas que contienen nitrato de amonio deben hacerse siempre a un bajo porcentaje de humedad y sin acondicionadores oxidables.

e. No se recomienda mezclar el nitrato de amonio con nitrato de sodio, nitrato de potasio, cloruro de sodio (impureza en el KCl), cloruro de magnesio o urea, ya que ocurren reacciones entre ellos que generan nuevos compuestos más higroscópicos.

f. No debe almacenarse en estibas altas ni por mucho tiempo.

g. En caso de endurecimiento debe desmoronarse con pizón de madera.

h. Puede mezclarse con sulfato de amonio sin crearse ningún problema.

3. Urea.

a. La urea no debe mezclarse con nitrato de amonio ya que la higroscopicidad de la mezcla es mayor que la de cada uno de estos fertilizantes separadamente.

b. Debe mantenerse la temperatura siempre abajo de 45 grados centígrados para evitar la descomposición de la urea con la consiguiente pérdida de amoniaco por volatilización:

$$CO\ (NH_2) + H_2O \quad 2NH_3 + CO_2$$

c. Si se mezcla la urea con superfosfato simple neutralizado, el posible amoniaco desprendido puede retenerse en la mezcla.

d. Debe emplearse siempre superfosfato neutralizado en la mezcla con urea, para evitar malas condiciones físicas en la misma.

e. La urea permite la elaboración de mezclas usando superfosfato neutralizado, KCl, $K_2SO_4$, $(NH_4)_2SO_4$, etc., en pequeñas cantidades.

4. Nitrato de calcio. En general no se recomienda emplear este fertilizante en la elaboración de mezclas debido a su alta higroscopicidad. Sin embargo pueden fabricarse algunas mezclas si es que van a aplicarse al terreno inmediatamente.

5. Cianamida cálcica ($CaCN_2$).

a. Por su reacción alcalina no debe mezclarse con sulfato de amonio para evitar pérdida de nitrógeno en forma de amoniaco.

b. En mezclas de cianamida cálcica con superfosfato no debe usarse más del 3 por ciento de aquella para evitar reversión de fosfato y producción de dicianodiamida fitotóxica.

c. En una mezcla de sulfato de amonio y superfosfato puede agregarse cianamida cálcica en una proporción que no exceda del 3 por ciento.

d. Al utilizarse cianamida cálcica para preparar mezclas de fertilizantes se eleva la temperatura en 5/9 grados centígrados por cada ilo de cianamida agregado a una tonelada de mezcla. Esta elevación de temperatura es favorable porque deshidrata las mezclas mejorando su condición física.

6. Superfosfato de calcio.

a. Puede mezclarse el superfosfato de calcio con calcita siempre y cuando la proporción de ésta no exceda del 2 por ciento, para evitar reversión de fosfatos. Si se usa dolomita que es menos activa, pueden usarse proporciones mayores.

b. En mezclas con nitrato de sodio puede utilizarse superfosfato de calcio siempre y cuando éste haya sido previamente secado y neutralizado en su exceso de ácido sulfúrico, para evitar formación de ácido nítrico inestable.

c. Al mezclar el superfosfato de calcio con sulfato de amonio, sulfato de potasio o cloruro de potasio, ocurren reacciones de doble descomposición que no alternan la solubilidad del fósforo, pero que endurecen la mezcla.

Problemas en la condición física de las mezclas - Sus causas y su corrección.

Existen tres tipos de problemas en la condición física de las mezclas:

Higroscopicidad
Endurecimiento
Segregación de partículas.

1. Como fertilizantes de alta higroscopicidad pueden mencionarse el nitrato de calcio, nitrato de amonio, nitrato de sodio y urea. Los superfosfatos y el sulfato de potasio son solo ligeramente higroscópicos. La mezcla de nitrato de amonio y urea es más higroscópica que cualquiera de sus integrantes separadamente.

2. El endurecimiento de las mezclas de fertilizantes se debe a la formación de uniones químicas entre los cristales de los diversos minerales, lo que forma terrones. Las causas de este endurecimiento pueden ser:

a. Cristalización de las sales disueltas en la solución. Durante la preparación de las mezclas, el contenido de humedad puede ser alto así como la temperatura. Esto favorece la formación de soluciones saturadas de sales que luego al bajar la temperatura se reprecipitan sobre la superficie de los cristales ya existentes, formándose las uniones químicas.

b. Reacciones de doble descomposición. Los productos de este tipo de reacciones se precipitan sobre las partículas originales.

c. Presión. Cuando los fertilizantes se almacenan en estibas altas su propio peso ejerce fuertes presiones sobre los costales de la parte inferior, formándose así agreados de cristales.

3. La segregación de partículas ocurre cuando se mezclan materiales fertilizantes de diferente tamaño, forma y peso específico. Durante el trasporte las partículas más pequeñas y más pesadas se van al fondo resultando una mezcla heterogénea. Para evitar la segregación en las mezclas de fertilizantes deben mezclarse únicamente partículas del mismo tamaño.

Las formas prácticas de corregir los tres problemas anteriores son las siguientes:

-Uso de acondicionadores

-Granulación.

Existen tres tipos de acondicionadores:

-Materiales orgánicos. Pueden ser cáscara de cacahuete, pasta de coco, tallos de tabaco finamente molidos, etc.. La acción de estos materiales consiste exclusivamente en mantener separadas las diferentes partículas de los fertilizantes.

-Carbonatos de calcio y magnesio. Estas sales neutralizan los excesos de ácido y favorecen la formación de compuestos hidratables que ayudan a mantener seca la mezcla de fertilizantes.

-Arcillas y diatomaceas silicificadas. Estos materiales finamente molidos recubren los gránulos del fertilizante evitando compactaciones y absorción de agua.

La granulación parece ser la mejor solución al problema de la condición física de las mezclas de fertilizante. En Inglaterra por ejemplo todas las mezclas de fertilizante se venden granuladas; en Colombia la granulación de fertilizantes se está haciendo cada vez más popular.

Existen dos procedimientos de granulación:

a. Proceso inglés. En las fábricas de superfosfato simple, al salir el producto se le agrega agua hasta hacer una suspensión espesa. Se añaden enseguida las fuentes de nitrógeno y potasio y puede a no amonificarse. La mezcla entra en un tambor giratorio que la homogeniza mientras se están formando los gránulos; los que luego se secan y después por medio de tamices se seleccionan al tamaño deseado. Los gránulos gruesos son molidos de nuevo y los pequeños regresan a la mezcladora.

b. Proceso americano. Las cantidades medidas de los fertilizantes a mezclarse, son depositadas en seco dentro de un tambor que en su interior tiene aspas giratorias. Luego se inyecta agua, vapor o solución amoniacal al mismo tiempo que giran las aspas. Cada gota forma un gránulo, posteriormente los gránulos se secan y se seleccionan al tamaño deseado por medio de tamices.

Ventajas de la granulación.

Elimina el uso de acondicionadores, permitiendo la elaboración de mezclas de fertilizantes de más alto análisis.

Reduce al mínimo la formación de terrones.

Se elimina el problema de segregación, ya que cada gránulo contiene los cristales de los diferentes materiales fertilizantes.

Mezclas de alto análisis.

Inicialmente las mezclas de fertilizantes tenían análisis del tipo 4-8-4, o sea unas 16 unidades en total. Actualmente con fertilizantes de alta concentración de nutrientes como son Urea, Nitrato de amonio, Superfosfato triple, Cloruro de Potasio del 60 por ciento de $K_2O$, se pueden producir mezclas de fertilizantes de análisis hasta de 10-20-20, y en general con una suma de unidades superior a 25.

La elevación en el análisis de las mezclas se ha logrado mediante la sustitución de fertilizantes menos concentrados por fertilizantes más concentrados, como son:

-Sustitución de superfosfato simple por triple.

-Sustitución de sulfato de amonio por nitrato de amonio, urea y soluciones de amonio.

-Sustitución de sales de potasio de baja pureza por KCl.

-Amonificación de las mezclas.

-Eliminación de relleno o acondicionador.

Las mezclas de alto análisis muestran las siguientes ventajas:

1. Un costo más bajo por unidad de nutriente debido a:

   a. El costo de mezclado, envasado y distribución por unidad de nutriente se reduce en un 50-60 por ciento.

   b. El costo de trasporte del fertilizante de la fábrica a los distribuidores se reduce también y la economía relativa aumenta al aumentar la distancia.

2. Menor costo de almacenamiento y aplicación del fertilizante al terreno.

Las desventajas de las mezclas de fertilizantes de alto análisis son las siguientes:

a. Menor flexibilidad para aplicar cantidades separadas de nitrógeno, fósforo o potasio.

b. Las mezclas de alto análisis contienen menores porcentajes de calcio, magnesio, azufre y elementos menores como impurezas.

Mezclas líquidas.

Las mezclas de fertilizantes en forma líquida pueden usarse en:

-Aspersiones foliares.

-Mezcladas con el agua de riego.

-Aplicadas directamente al suelo.

Métodos de preparación de mezclas líquidas.

Neutralización del $H_3PO_4$ con $NH_3$. En esta forma se produce una solución de fosfato monoamónico de análisis 9-24-0. Para elevar la concentración de nitrógeno puede disolvérsele urea o nitrato de amonio. Si se quiere preparar un fertilizante completo se le disolverá KCl. El ingrediente más caro en esta mezcla es el ácido fosfórico ya que debe utilizarse el obtenido por el método de la estufa eléctrica que es el más puro para evitar precipitación de impurezas.

Disolución directa de fosfato monoamónico, nitrato de amonio, urea y KCl en agua en las cantidades apropiadas. Este método requiere de menor inversión en equipo; sin embargo el costo de la materia prima se eleva.

En las mezclas de fertilizantes líquidos la suma de las tres unidades no debe llegar a 30 por peligro de precipitaciones. En su almacenamiento se requieren tanques resistentes a ácidos y su aplicación al suelo se realiza mediante inyectores a baja presión. La aplicación es rápida, uniforme y barata aunque el equipo de almacenamiento y aplicación es más costoso que el usado para fertilizantes sólidos.

Mezclas de fertilizantes e insecticidas.

El propósito en el empleo de este tipo de mezclas es el de lograr un control de insectos subterráneos (coleópteros, gallina ciega, gusanos de alambre) al mismo tiempo que se fertiliza el terreno.

Las ventajas de este tipo de mezclas son:

-Una más uniforme aplicación del insecticida en el suelo.

-En la misma aplicación se fertiliza el terreno y se aplica el insecticida.

Las inconveniencias en este tipo de mezclas son las siguientes:

-Ocurrencia de posibles reacciones que reduzcan o anulen la efectividad de uno de los productos mezclados.

-Efectos residuales tóxicos en el suelo.

-Dificultad en aplicar la dosis adecuada de fertilizante e insecticida simultáneamente.

-El momento óptimo de aplicar el fertilizante puede no ser precisamente el óptimo también para la aplicación del insecticida.

Mezcla de fertilizantes en la granja.

La mezcla de fertilizantes por el propio agricultor en la granja tiene las siguientes ventajas:

-La confianza en el contenido de nutrientes de la misma.

-Ahorro en la operación de mezclado.

-No se requiere de relleno si la mezcla va a utilizarse de inmediato.

Por otra parte la preparación de las mezclas requiere de un conocimiento general acerca de los productos a mezclarse a fin de evitar la mezcla entre productos incompatibles.

| | Cloruro de potasio | Sulfato de potasio | Sulfato de amonio | Nitrato de amonio cálcico | Nitrato de potasio y sodio | Nitrato de calcio | Cianamida de calcio | Urea | Superfosfato, fosfato triple | Fosfato de amonio | Escorias básicas | Fosfatos Rhenania | Hiperfosfatos | Carbonato de calcio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cloruro de potasio | □ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| Sulfato de potasio | □ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | □ | ⊠ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| Sulfato de amonio | □ | □ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ▤ | ⊠ | □ | □ | ▤ | ▤ | ⊠ | ▤ |
| Nitrato de amonio cálcico | ⊠ | ⊠ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ▤ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ▤ | ⊠ | □ | □ |
| Nitrato de potasio y sodio | ⊠ | ⊠ | ⊠ | □ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | □ | □ | ⊠ | □ |
| Nitrato de calcio | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | □ | ⊠ | ⊠ | ▤ | ▤ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ |
| Cianamida de calcio | ⊠ | □ | ▤ | ▤ | ⊠ | ⊠ | □ | ⊠ | ▤ | ▤ | □ | □ | □ | □ |
| Urea | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ | ⊠ |
| Superfosfato, fosfato triple | □ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ▤ | ▤ | ⊠ | □ | □ | ▤ | ▤ | ▤ | ▤ |
| Fosfato de amonio | □ | □ | □ | ⊠ | ⊠ | ▤ | ▤ | ⊠ | □ | □ | ▤ | ▤ | ▤ | ▤ |
| Escorias básicas | □ | □ | ▤ | ▤ | □ | ⊠ | □ | ⊠ | ▤ | ▤ | □ | □ | □ | □ |
| Fosfatos Rhenania | □ | □ | ▤ | ⊠ | □ | ⊠ | □ | ⊠ | ▤ | ▤ | □ | □ | □ | □ |
| Hiperfosfatos | □ | □ | ⊠ | □ | □ | ⊠ | □ | ⊠ | ▤ | ▤ | □ | □ | □ | □ |
| Carbonato de calcio | □ | □ | ▤ | □ | □ | ⊠ | □ | ⊠ | ▤ | ▤ | □ | □ | □ | □ |

□ Fertilizantes factibles de mezclarse

⊠ Fertilizantes factibles de mezclarse corto tiempo antes de usarse

▤ Fertilizantes infactibles de mezclarse (por razones químicas)

La harina de hueso, empleada frecuentemente como "desecativo", puede mezclarse con todos los demás fertilizantes.

## F. Síntomas Visuales de Malnutrición en las Plantas

Es siempre importante determinar por medio de algún procedimiento sencillo y práctico los nutrientes que un suelo necesita para producir un crecimiento normal de las plantas. Los procedimientos más usados son: (a) Análisis del suelo. (b) Análisis de tejidos. (c) Síntomas de deficiencia.

El método de síntomas de deficiencias tiene la crítica de no poderse conocer cual es el elemento deficitario antes de la siembra y el agricultor no puede hacer ningún tratamiento correctivo con anticipación. Sin embargo el método visual tiene mucho a su favor. Puede usarse como un suplemento de cualquier otro método empleado y no necesita equipos ni laboratorios, estando siempre a la mano del agricultor como un medio de mejorar sus cosechas.

Los aspectos iniciales sobre el crecimiento que se hacen evidentes cuando un elemento es deficiente, como regla general en los síntomas más típicos sirven para distinguir cada deficiencia.

También se puede presentar el problema del efecto sobre el crecimiento de una combinación de deficiencias que ocurren al mismo tiempo. Los síntomas parecen armonizar cuando falta más de un elemento. Generalmente se acepta que el enanismo más severo es evidente cuando falta más de un elemento pero el síntoma más característico se deberá al elemento que está presente en menor cantidad con respecto a las necesidades de la planta. Ni el tamaño ni la edad de la planta alteran el requerimiento de un elemento esencial y los efectos pueden ser visibles en cualquier época, desde la germinación hasta la maduración.

Un conocimiento completo de todas las manifestaciones del crecimiento de la planta en cuestión, es esencial para reconocer los efectos distintivos de la deficiencia. Algún conocimiento de la historia de la vida, hábito de crecimiento, enfermedades y plagas de la cosecha, se estiman necesarios para hacer una interpretación adecuada de los síntomas visibles que están asociados con la deficiencia de un elemento nutritivo. El buen agricultor frecuentemente posee este conocimiento y debe estar capacitado para reconocer tales efectos en las plantas.

Aun cuando se suministre un elemento, los síntomas de deficiencia pueden continuar. Ello se debe a que el elemento puede no ser suministrado en las cantidades necesarias para producir un crecimiento normal bajo las condiciones presentes, o algún proceso químico puede hacerlo inaprovechable para la planta. Los síntomas visibles de deficiencias de nutrientes pueden aparecer en todos los órganos incluyendo raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas.

El efecto dominante de la deficiencia de todos los elementos esenciales es la disminución en el crecimiento. Siendo este efecto común a todos los elementos, no dá una base adecuada para distinguir el efecto de un elemento con el otro. Debe hacerse énfasis en que es necesario estudiar en detalle la parte afectada de la planta y no es suficiente decir que la hoja es clorótica, hay que poner en claro que parte de la planta está representada por la hoja descrita. Es muy importante en la enseñanza la comparación de los

síntomas de deficiencia si se pueden observar en diferentes plantas, pero como esto no siempre es posible, se debe emplear material ilustrativo como fotografías o películas en colores. Una clave muy común como la presentada a continuación, con frecuencia es muy ventajosa para identificar los síntomas producidos por la deficiencia de algún elemento nutritivo.

Clave para la determinación de los síntomas de carencia

en la nutrición vegetal

| Síntoma | Elemento deficiente |
|---|---|
| Las hojas más viejas de la planta (inferiores) son las más afectadas; efectos localizados o generales. . . . . | Nitrógeno |
| Efectos casi siempre generales; desecamiento más o menos marcado de las hojas inferiores; planta de color verde claro u oscuro. . . . . | Nitrógeno |
| Planta de color verde claro; hojas inferiores amarillas, que pasan, al secarse, a un color pardo claro; si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento, los tallos son cortos y finos . . . . . | Nitrógeno |
| Planta de color verde oscuro; con frecuencia aparecen coloraciones rojas o purpúreas; hojas inferiores amarillas a veces, pasando, al secarse, a un color pardo verdoso o negro; tallos cortos y finos si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento . . . . . | Fósforo |
| Efectos casi siempre localizados; moteado o clorosis en las hojas bajas, con o sin zonas de tejido muerto escaso o nulo desecamiento de estas hojas. . . . . | Magnesio |
| Las hojas moteadas o cloróticas pueden enrojecer típicamente, como sucede en el algodonero; a veces aparecen zonas muertas; ápice y bordes foliares retorcidos con la concavidad hacia arriba; tallos finos . . . . . | Magnesio |

| Síntoma | Elemento deficiente |
|---|---|
| Hojas cloróticas o moteadas, con áreas grandes o pequeñas de tejido muerto. . . . . | Potasio |
| Areas de tejido muerto pequeñas, generalmente en el ápice y entrenervios y más señaladas en el borde de las hojas; tallos finos . . . . . | Potasio |
| Manchas generalizadas de crecimiento rápido, generalmente ocupando los entrenervios y eventualmente invadiendo los nervios secundarios y aun los principales; hojas gruesas; tallos con acortamiento de los nudos . . . . . | Zinc. |
| Las hojas más jóvenes incluso las de las yemas, se hallan afectadas; síntomas localizados . . . . . | Calcio |
| La yema terminal muere y aparecen distorsiones en el ápice o en la base de las hojas jóvenes. . . . . | Calcio |
| Las hojas jóvenes de la yema terminal, típicamente encorvadas al principio, mueren finalmente por el ápice y bordes, por lo cual el crecimiento ulterior se caracteriza por su aspecto discontinuo en estos puntos; el tallo muere por la yema terminal . . . . . | Calcio |
| Las hojas jóvenes de la yema terminal se vuelven de color verde claro en la base, desprendiéndose finalmente por esta zona; el crecimiento ulterior origina hojas retorcidas; por último el tallo muere junto a la yema terminal . . . . . | Boro |
| La yema terminal permanece viva por lo general; clorosis o blanqueamiento de las hojas más jóvenes o gemulares, con o sin zonas de tejido muerto; nervios de color verde claro u oscuro . . . . . | Cobre |
| Las hojas jóvenes blanqueadas de modo permanente (blanqueo apical) sin manchas ni clorosis marcada el brote seminal, así como las ramas y el tallo (en la zona inmediatamente situada bajo el ápice) son con frecuencia incapaces de permanecer erguidos en las fases avanzadas en las que se agudiza la carencia del elemento . . . . . | Cobre |

| Síntoma | Elemento deficiente |
|---|---|
| Las hojas jóvenes no blanquean; clorosis con sin manchas de tejido muerto esparcidas por las hojas . . . . . | Manganeso |
| Zonas de tejido muerto esparcidas por la hoja; los nervios más finos tienden a permanecer verdes, dando lugar a un aspecto de cuadrícula o retículo . . . . . | Manganeso |
| Sin zonas muertas en general; la clorosis puede atacer o no a los nervios, dándoles un color respectivamente claro u oscuro . . . . . | Azufre |
| Hojas jóvenes con los nervios y el tejido interneural de color verde claro . . . . . | Azufre |
| Hojas jóvenes cloróticas; nervios principales, típicamente verdes; tallos cortos y delgados . . . . . | Hierro |

Una clave más sencilla y tal vez práctica, se presenta con el ánimo de que el estudiante utilice aquella que encuentre más conveniente.

1. Observe cuál es la parte más afectada de la planta. Si la parte afectada de la planta es la más baja o vieja puede ser una deficiencia de N, P, K, o Mg. Si se afecta principalmente las partes nuevas de crecimiento puede tratarse de una deficiencia de Ca, S, Fe, Zn, Mn, Cu y B.

2. Observe el color desarrollado de las partes afectadas. Si es amarillo puede haber deficiencia de N, P, K, Mg, Mo, Cu, B. Si es verde pálido o blancuzco puede ser: Fe, Zn, Mn, Ca, Cl.

3. Observe la distribución del color. Si la hoja entera está decolorada puede ser N o S. Si se encuentran tejidos de colores más claros entre las venas verde oscuras puede ser: Mg, Fe, Mn, Zn, Ca, Cl, K. Si comienza como manchas en la hoja podría ser K o Cl. Si comienza con efectos marginales sería K, Mo. Si no hay una distribución particular del color se reconoce como deficiencia de P y también si las hojas muestran coloración rojiza en la base y bordes.

4. Observe el tamaño de las hojas. Si son normales podría ser K, Mg, S. Si son más pequeñas de lo normal se trataría de N, P, Fe, Zn, Ca. Si son más grandes de lo normal sería Mn.

5. Observe el tamaño de la planta. Si se nota más pequeña de lo normal sería N o P.

G. Requerimiento de Cal en los Suelos

La cal se aplica a los suelos para neutralizar la acidez de ellos y para proporcionar Ca. y Mg.

Los principales factores que se deben tener en cuenta al agregar cal a los suelos son pH (acidez), la textura del suelo y el contenido de M.O., la planta que se va a cultivar y la capacidad de intercambio iónico, o capacidad reguladora como también se le llama.

El tipo de suelo y el contenido de M.O. también influyen en el contenido de cal que se debe agregar. Los suelos con alto contenido de M.O. o arcilla requieren más cal para elevar el pH en una unidad, que los suelos arenosos. Sin embargo, las plantas crecen mejor en suelos de pH bajo pero de textura fina, que a igual pH pero en suelos de textura gruesa.

El requerimiento de cal de un suelo ha sido definido como la cantidad de cal necesaria para elevar el pH de ese suelo hasta 6.5 u otro valor de pH deseado.

Existen varios métodos para llevar a cabo esta determinación. Uno de los más precisos es el que se da a continuación.

Esta determinación se basa en la reacción de una cantidad dada de su suelo, con cantidades variables de $Ca(OH)_2$. De esa manera la acidez del suelo es neutralizada rápidamente al desplazar el Ca, los hidrogeniones absorbidos en los coloides los que reaccionan con los grupos $OH^-$ y son neutralizados.

La acidez total del suelo es la suma de la acidez activa o acidez de la solución del suelo (debida a la concentración de hidrogeniones en la solución del suelo), más la acidez potencial o de reserva que es la acidez atribuible a los hidrogeniones absorbidos en los (arcillas y humus). La acidez potencial o de reserva se llama también acidez intercambiable y está en equilibrio con la acidez activa de la solución del suelo.

Si es que para elevar el pH de un suelo fuera necesario tan solo neutralizar la acidez activa, sólo se necesitarían unas pocas libras de cal por hectárea, pero debido a que los iones de hidrógeno de la solución del suelo están en equilibrio con los del complejo coloidal, en cuanto se neutralizan los primeros por la adición de cal, inmediatamente salen iones hidrógeno (de la acidez de reserva) del complejo coloidal para restablecer el equilibrio, al hacer ésto se intercambian con los iones de $Ca^{++}$. La reserva de iones de hidrógeno (acidez de reserva) del complejo coloidal es muchísimo mayor que la cantidad de iones de hidrógeno en la solución del suelo, de ahí que se necesiten varios cientos de libras de

cal para elevar el pH y de hecho, mientras mayor sea el contenido de coloides de un suelo o, lo que es lo mismo, mientras más arcillosos y más alto en materia orgánica sea, el requisito de cal será mayor porque así mismo la reserva de hidrogeniones será más alta.

Al poner una muestra de suelo con cantidades determinadas de $Ca(OH)_2$, la acidez total es neutralizada hasta cierto punto, según sea la cantidad de base que se agregue. Probando con diferentes cantidades de cal se puede definir cuál es la más adecuada para alcanzar el pH deseado, y construir una curva de la relación pH/requisito de cal.

La ecuación que sigue ilustra la reacción de neutralización:

$$\begin{matrix} H^+ \\ H^+ \\ H^+ \\ H^+ \end{matrix} \quad 2Ca(OH)_2 \qquad\qquad \begin{matrix} Ca^{++} \\ \\ Ca^{++} \end{matrix} \quad 4H_2O$$

Una vez determinadas las cantidades de $Ca(Ca(OH)_2)$ necesarias para alcanzar el pH deseado, es fácil convertir éstas en libras de $CaCO$ por hectárea, que es la forma de expresión del requisito de cal.

Procedimiento

Se pesan cinco prociones de suelo de 10 gramos cada uno, en beakers de 100 ml.. Se agregan 10 ml. de $H_2O$ destilada y 1.25; 2.5; 5.0; 10.0; y 20.0 ml. de una solución 0.04 N de agua de cal casi saturada. Estas cantidades de cal equivalen a una aplicación de $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4 y 8 toneladas por hectárea de $CaCO_3$ para un suelo que pese $2.47 \times 10^6$ kilos por hectárea; se agrega agua a los primeros tubos y se agita por un minuto. Se colocan los beakers en un baño de agua de 50 grados centígrados durante una hora y se agita de vez en cuando.

Se retiran los beakers del agua y cuando estén frios se toma el pH a la suspensión usando electrodo de vidrio. Se dibuja una curva con los valores de pH de 4.5 a 8.5 en las ordenadas y las toneladas por hectárea de cal en las absisas (de 0 a 8 toneladas/hectárea). Con esta curva se puede obtener la cantidad de cal necesaria para conseguir determinado pH del suelo.

Recomendaciones de dosis mínimas de nitrógeno (N), fósforo (P205) y potasio (K20) para diversos cultivos en diferentes áreas.

| Cultivos | Kilogramos por Hectárea | | |
|---|---|---|---|
| Algodón | N | P205 | K20 |
| Costa Atlántica | 60 | 14 | 14 |
| Tolima - Huila | 90 | 30 | 30 |
| Valle del Cauca | 90 | 15 | 15 |
| Llanos Orientales (Suelos de Vega) | 90 | 45 | 30 |
| Arroz | | | |
| Costa Atlántica | 100 | 30 | 30 |
| Tolima Zona Norte (Mariquita, Armero, Lérida, La Sierra, Alvarado, Piedras) | 100 | 30 | 30 |
| Tolima Zona Sur (Distrito de Riegos Saldaña y Coello) | 125 | 30 | 30 |
| Tolima Meseta de Ibagué | 125 | 45 | 30 |
| Meta y Sur del Valle geográfico del Río Cauca (Santander, Caloto, Jamundí, Puerto Tejada) | 100 | 100+ | 50 |
| Nota: +50 por ciento como Escorias Thomas | | | |
| Valle del Cauca (Cali, Palmira, Cerrito, Buga, Tuluá) | 90 | 30 | 30 |
| Maíz | | | |
| Magdalena y Atlántico | 60 | 15 | 15 |
| Tolima - Huila | 90 | 30 | 15 |
| Valle del Cauca - Zona Sur (Santander de Quilichao, Caloto, Puerto Tejada, Jamundí) | 90 | 60 | 30 |
| Valle del Cauca - Zona Central (Palmira, Buga, Tuluá) | 75 | 15 | 15 |
| Valle del Cauca - Zona Norte (Cartago, La Paila, Rondanillo, La Unión, Toro) | 75 | 15 | 15 |
| Clima medio | | | |
| Antioquia, Caldas, Santanderes | 60 | 45 | 15 |
| Clima frío | | | |
| Cundinamarca, Boyacá, Nariño | 45 | 30 | 15 |

| Cultivos | Kilogramos por Hectárea | | |
|---|---|---|---|
| | N | P205 | K20 |
| **Papa** | | | |
| Nariño | 90 | 200 | 50 |
| Cundinamarca | 75 | 150 | 50 |
| Boyacá | 75 | 150 | 50 |
| Caldas | 75 | 300 | 75 |
| Antioquia | 75 | 150 | 50 |
| **Sorgo para grano** | | | |
| Costa Atlántica | 60 | 15 | 15 |
| Tolima - Huila | 90 | 30 | 15 |
| Valle del Cauca | 60 | 15 | 15 |
| **Leguminosas de grano (Frijol, soya, caraota)** | | | |
| Valle del Cauca | 10 | 30 | 10 |
| Tolima - Huila | 14 | 14 | 14 |
| Antioquia - Caldas | 15 | 60 | 15 |
| Sabana de Bogotá | 0 | 90 | 0 |
| **Caña de azúcar** | | | |
| Valle del Cauca - Zona Sur (Puerto Tejada, Caloto) | 100 | 90 | 30 |
| Valle del Cauca - Zona Central (Palmira, Cerrito, Buga, Tuluá, La Paila, Zarzal) | 100 | 45 | 30 |
| Antioquia, Caldas, Nariño, Santanderes y Cundinamarca | 60 | 60 | 30 |
| **Trigo y cebada** | | | |
| Cundinamarca - Región Norte y Sur (Soacha, Bosa, Boyacá, Cajicá, Zipaquirá, Sopó, Tocancipá, Gachancipá, Suesca, Guasca, Cogua y Nemocón) | | | |
| Trigo | 30 | 150 | 30 |
| Cebada | 30 | 150 | 30 |
| Boyacá Trigo y cebada | 60 | 150 | 30 |
| Nariño Trigo y cebada | 50 | 100 | 50 |

| Cultivos | Kilogramos por Hectárea | | |
|---|---|---|---|
| Pastos | N | P205 | K20 |
| (Aplicaciones cada seis meses) | | | |
| Llanos Orientales | 50 | 80+ | 45 |
| Costa Atlántica y Valle del Cauca | 50 | 15 | 15 |
| Sabana de Bogotá | 30 | 60 | 50 |
| Páramos (alturas mayores de 2.600 metros sobre el nivel del mar) | 0 | 80 | 0 |
| Zona cafetera | 50 | 50 | 25 |

# LITERATURA CONSULTADA

## LITERATURA CONSULTADA


1. ADLER, M.A. La moderna investigación de mercados. Madrid, Rialp, 1965.

2. BACKER, J. Contabilidad de costos; un enfoque administrativo y de gerencia. México, D.F., MacGraw-Hill, 1967.

3. BARONI, H. Curso de economía financiera de las empresas. Bogotá, Universidad Nacional, s.f.

4. BEAR, F.E. Chemistry of the soil. New York, Reimbold, 1964.

5. BONNER, J. y GALSTON, A.W. Principios de fisiología vegetal. Madrid, Aguilar, 1959. pp. 63-64.

6. BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. Naturaleza y propiedades de los suelos. México, D.F., Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1966.

7. DROUET, P. La nutrición de la planta. s.l., Potabo, s.f.

8. GONZALEZ, A.M. Manual de laboratorio de suelos. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía del Valle, 1964. pp. 79-82 (mimeógrafo).

9. HAIMANN, T. Dirección y gerencia. Barcelona, Hispano-Europea, 1965. 756 p.

10. HENRY, H. Investigación de las motivaciones del consumidor. Barcelona, Hispano-Europea, 1960. 290 p.

11. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Memoria 1968-1969. Bogotá, ICA, Programa Nacional de Suelos, 1970?.

12. _____. Interpretación del análisis de suelos y recomendación de fertilizantes. Bogotá, ICA, Programa de Suelos, 1971.

13. JACOB, A. y HUEXKULL, H. VON. Fertilización; nutrición y abono de los cultivos tropicales y subtropicales. Admsterdam, Wageninden, 1961.

14. JACOB, K.D. Fertilizer technology and resources in the United States. New York, Academic, 1963.

15. KOTLER, P. Dirección de mercadotecnia. México, D.F., Diana, 1971.

16. LAIRD, R.J. y NUÑEZ, R. Fertilidad de Suelos. México, D.F., Escuela Nacional de Agricultura, 1963.

17. LEDUC, R. Cómo lograr un producto nuevo. Madrid, 1967. (Nuevas Técnicas Comerciales).

18. MAYNARD, H. y DAVIS, J. Técnicas de dirección de ventas. Barcelona, Hispano-Europea, 1967.

19. OCHOA, U. Planificación financiera de las empresas. Bilbao, Deusto, 1968.

20. ORTIZ, V. Conservación y mejoramiento de suelos. México, D.F., Escuela Nacional de Agricultura, 1965.

21. SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, BOGOTA. Acidez y encalamiento en el trópico. Suelos Ecuatoriales 3(1): 1971.

22. TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers. New York, MacMillan, 1968.