



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

FABRICACION DEL BHT (2,6 DITERBUTIL
PARACRESOL) EN FORMA LIQUIDA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

MARTIN ROBERTO HERNANDEZ GUTIERREZ

DIRECTOR DE TESIS: QUIM. AGUSTIN RANGEL VARGAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

	<u>PAG.</u>
CAPITULO 1 - <u>INTRODUCCION.</u>	1
CAPITULO 2 - <u>ANTIOXIDANTES.</u>	
2.1 CLASIFICACION DE LOS ANTIOXIDANTES	3 - 4
2.2 EL PROCESO DE OXIDACION Y LA FINALIDAD DE LOS ANTIOXIDANTES.	5 - 7
2.3 REACCION DE OBTENCION Y CARACTERISTICAS DEL BHT.	8 - 9
2.4 PROPIEDADES FISICAS Y ESPECIFICACIONES DEL BHT.	10 - 11
2.5 APLICACIONES DEL BHT.	12 - 17
CAPITULO 3 - <u>ADITIVOS PARA NUTRICION ANIMAL.</u>	
3.1 COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS.	19
3.2 NUTRIMENTOS INORGANICOS, VITAMINAS. Y ADITIVOS.	20 - 21
3.3 NUTRICION DE MINERALES.	21 - 32
3.4 NUTRICION DE VITAMINAS.	33 - 34

CAPITULO 4	-	<u>EXPERIMENTACION.</u>	
4.1		FORMULACION BHT - LIQUIDO.	36
4.1.1		MATERIAL Y METODOS.	36
4.1.2		RESULTADOS	36 - 37
4.2		EVALUACION DE DIFERENTES ANTIOXIDANTES EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA.	37
4.2.1		MATERIAL Y METODOS.	37 - 38
4.2.2		RESULTADOS Y DISCUSION.	39 - 46
CAPITULO 5	-	<u>EVALUACION DEL MERCADO.</u>	
5.1		ANTIOXIDANTES PRESENTES EN EL MERCADO.	48 - 50
5.2		MERCADO POTENCIAL.	51 - 52
5.3		CLIENTES PRINCIPALES.	
CAPITULO 6	-	<u>EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO.</u>	
6.1		COMPARACION DE PRECIOS BHT LIQUIDO CONTRA OTROS ANTIOXIDANTES.	55
6.2		COSTO VARIABLE.	55
6.3		DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.	56
6.4		LISTA DE EQUIPO Y MONTO DE LA INVERSION.	57
6.5		PROYECCION DE VENTAS.	58
CAPITULO 7	-	<u>CONCLUSIONES.</u>	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.			60 - 61

CAPITULO "1"

INTRODUCCION

Los antioxidantes (sintéticos) se adicionan usualmente en las dietas para alimentos balanceados para proteger a las grasas, vitaminas, liposolubles y xantofilas de la oxidación (Scot ET AL: 1976).

En un estudio (Bartou y Borneinstein 1972) encontraron que el BHT y el ETQ eran iguales de efectivos en la prevención de la oxidación de grasa, tocoferol, carotenos y xantofilas en dietas de pollo de engorda.

Recientemente (Tones ET AL: 1986) estudiaron la eficacia de Endox, BHT y ETQ en la prevención de vitaminas en alimentos peletizados almacenados durante 30 días.

Los datos demuestran que Endox y ETQ tienen una efectividad igual, pero superiores al BHT (2,6-Diterbutil P-Cresol).

El BHT por ser un antioxidante sólido cristalino por naturaleza, presenta una -- menor área de contacto con las sustancias a proteger de la oxidación, por tanto, la difusión que puede tener en la premezcla de aditivos o en el alimento terminado es menor, contra la difusión de los antioxidantes líquidos o premezclados.

Por el análisis de la información anterior, el objetivo de este trabajo es: "Fabricar el BHT en forma líquida, y demostrar su eficacia en las dietas para alimentos balanceados comparado con los otros antioxidantes presentes en el mercado".

CAPITULO " 2 "

ANTIOXIDANTES

- 2.1. CLASIFICACION DE LOS ANTIOXIDANTES.**
- 2.2. EL PROCESO DE OXIDACION Y LA FINALIDAD DE LOS ANTIOXIDANTES.**
- 2.3. REACCION DE OBTENCION Y CARACTERISTICAS DEL BHT.**
- 2.4. PROPIEDADES FISICAS Y ESPECIFICACIONES DEL BHT.**
- 2.5. APLICACIONES DEL BHT.**

2.1. CLASIFICACION DE LOS ANTIOXIDANTES.

■ FENOLICOS:

Los antioxidantes fenólicos son menos decolorantes que las aminas, se aplican en aquellos casos en que esta propiedad es necesaria y tienen una gran importancia comercial. La mayor parte de los nuevos antioxidantes comerciales son de este tipo. Entre los más importantes se encuentran el BHT y las Alquil-hidroquinonas. También se incluyen --- Fenoles Polinucleares más complejos. De hecho cuando se requiere que sean aplicados en procesos de alta temperatura. Los Fenoles Polinucleares se prefieren sobre los mononucleares, debido a su menor punto de sublimación.

■ AMINAS:

Los antioxidantes de tipo amina son generalmente los más efectivos en hules, y se emplean en grandes volúmenes, pero son decolorantes y producen manchas y se usan en aplicaciones en las cuales esta propiedad o sea la estabilidad del color, se pueda ignorar. Dentro de este grupo se puede mencionar a la Dihidrotrimetil Quinoleína y a la Dioctil Difenilamina.

■ FOSFITOS:

Algunos fosfitos se usan para proteger a los hules durante el proceso de manufactura y el almacenamiento.

Para plásticos, generalmente se usan en combinación con otros antioxidantes particularmente fenoles. El Tri (Nonil y Dinonil Fenil) Fosfito es el que se usa en un volumen mayor.

■ **SULFIDICOS:**

El Diauril Tiodipropianato y el Diesteril Tiodipropianato son los más importantes antioxidantes comerciales de este tipo. En general, se usan con fenoles en plásticos, para hacerlos polifuncionales.

■ **SALES METALICAS DE DITIOACIDOS:**

Estas sustancias actuan descomponiendo hidroperóxidos e inhibiendo las reacciones de propagación. Se emplean generalmente combinados con otros antioxidantes, particularmente fenólicos, en hules, productos derivados del petróleo y plásticos.

2.2. EL PROCESO DE OXIDACION Y LA FINALIDAD DE LOS ANTIOXIDANTES.

La mayor parte de los materiales orgánicos sufren una serie de cambios químicos que alteran su estructura, debido a una diversidad de interacciones con el oxígeno de aire, proceso conocido comúnmente con el nombre de oxidación.

El proceso oxidativo se ve acelerado por ciertos factores como son la energía luminosa, el calor, el esfuerzo dinámico y el contacto con el aire. Dicho proceso necesita de la formación de radicales libre; esta formación de radicales libres se incrementa debido a los factores anteriores.

La oxidación se puede inhibir mediante la captura de estos radicales libres tan pronto como se van formando; y la función de un antioxidante primario es precisamente la captura de dichos radicales.

El proceso de oxidación se muestra mediante las siguientes ecuaciones de una manera esquemática simple:

INICIACION:



PROPAGACION:



TERMINACION:



La (ec. 1) es importante sólo durante las primeras etapas del proceso. Los radicales, libres que así se forman, pueden producir hidroperóxidos que se convertirán en los iniciadores cinéticos más importantes (ec. 2).

La oxidación generalmente tiene una larga cadena de reacciones. Los -- agentes que la interrumpen en la etapa de la propagación (ec. 3) reducen notoriamente la velocidad de la oxidación. Los más importantes antioxidantes comerciales que llevan a cabo esta función son los fenoles impedidos y las aminas.

El mecanismo inhibitor involucra la transferencia de un átomo de hidrógeno del antioxidante al radical peroxi. Un segundo radical peroxi es atrapado por el producto reactivo formado en la (ec. 8).

Este mecanismo es el siguiente:



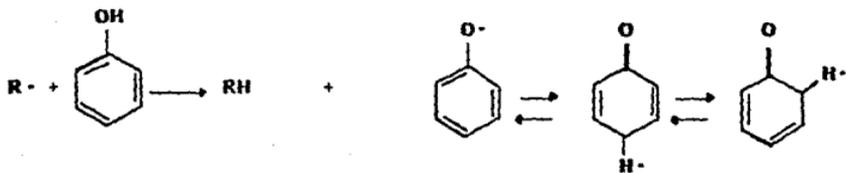
AH: Antioxidante (Fenol o amina).

Como ya se ha dicho, en ausencia de antioxidantes, la formación de hidroperóxidos se inicia por la pérdida de un átomo de hidrógeno en la molécula orgánica quedando un radical libre. Este radical libre es muy inestable y tiene una gran afinidad por el oxígeno.

El radical libre toma el oxígeno para completar su estructura electrónica, -- reaccionando con otra molécula orgánica, para lo cual elimina otro átomo de oxígeno y así sucesivamente, produciéndose la reacción en cadena, en relación creciente.

La función del antioxidante es proveer un átomo de hidrógeno para complementar la estructura electrónica del radical libre. El antioxidante al donar el hidrógeno, detiene la reacción en cadena y por lo tanto, el proceso de -- oxidación se retarda.

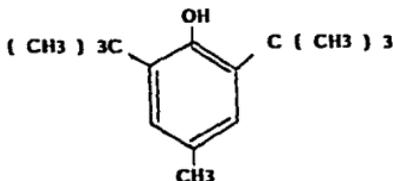
El hecho de ceder el hidrógeno, deja al antioxidante como un radical libre; y parecería que este radical libre tomaría un átomo de hidrógeno de otra molécula orgánica y se continuaría así la reacción en --cadena. El radical fenoxi posee una configuración más estable, ya que es un híbrido de resonancia estable:



y gracias a ese electrón de resonancia, el radical no posee la energía necesaria para tomar un átomo de hidrógeno de la molécula orgánica. Debido a ésto, los antioxidantes no compiten con el sustrato por el --oxígeno o sea, que no son absorbedores de oxígeno.

2.3. REACCION DE OBTENCION Y CARACTERISTICAS DEL BHT.

BHT es el nombre común con el que se denomina al 2,6-diterbutil 4-metilfenol (2,6-Diterbutil p-cresol) cuya fórmula estructural es la siguiente:



Este compuesto es un fenol impedido trisustituído, efectivo cuando se le emplea como antioxidante de materiales orgánicos como el hule, aceites - minerales, grasas, aceites vegetales y animales, algunos plásticos y polímeros y en sistema de hidrocarburos.

El BHT es un cristal granular blanco insoluble en agua, pero soluble en una gran variedad de alcoholes, hidrocarburos, acetonas y aceites.

Debido a la presencia de los grupos terbutil adyacentes al grupo hidroxilo, la reactividad del fenol decrece a tal grado que no puede disolverse en -- álcalis sea cual sea la fuerza que éstos tengan. Además, al ser sometido a pruebas cualltativas comunes, el grupo hidroxilo no muestra ninguna indicación de sus caracterfsticas.

El BHT no reacciona con ácidos aldehídos, glicoles o ésteres bajo condiciones normales; y tiene un alto grado de estabilidad cuando se le expone a la luz, al calor y al aire.

El BHT se obtiene mediante una reacción de alquilación del p-cresol con isobutileno. Generalmente se usa el ácido sulfúrico como el catalizador adecuado (en una cantidad de 5% en peso del cresol) y el proceso se desarrolla a temperaturas de entre 50 y 90°C. El isobutileno se agrega disuelto en una corriente de gas, que de preferencia vaya en forma de vapor. Dicha corriente puede llevar, aparte de isobutileno, butanos; aunque éstos no reaccionan.

El proceso de obtención de BHT se puede representar mediante la siguiente ecuación:



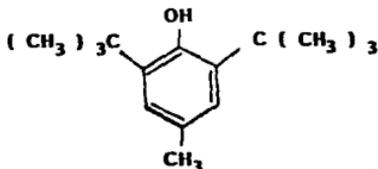
Muchos esfuerzos se realizaron para lograr que la alquilación de los fenoles fuera dirigida a las posiciones orto (orto-selectiva).

Para lograr esta selectividad se modificaron tanto las condiciones de reacción como la naturaleza del catalizador ácido. Se vió que aunque en condiciones normales de reacción la alquilación en las posiciones orto se llevaba a cabo, el producto se rearreglaba en isómeros más estables. Para lograr suprimir la isomerización, se usan las condiciones más suaves posibles para llevar a efecto, la alquilación. Esta atenuación en las condiciones se hace en base a bajas temperaturas, tiempo corto de reacción y baja concentración del catalizador. También el combinar altas temperaturas de reacción y tiempos cortos de la misma, ha tenido resultados positivos para reducir la cantidad de isómeros formados.

2.4. PROPIEDADES FISICAS Y ESPECIFICACIONES DEL BHT.

Las propiedades físicas del BHT puro se enlistan a continuación:

FORMULA ESTRUCTURAL:



PESO MOLECULAR:		220.36
APARIENCIA FISICA:		Cristal granular bco.
PUNTO DE EBULLICION:	(a 760 mm Hg) °C	265.0
PUNTO DE FUSION:	(en aire a 760 mm Hg) °C	69.7
PRESION DE VAPOR:	(a 100°C) mm:	2.0
	(a 195°C) mm:	253.0
OLOR:		Muy ligero
DENSIDAD lb/ft³:		42
INDICE DE REFRACCION:	(a 75°C)	1.4870
PUNTO DE SOLIDIFICACION:	°C	69.0
GRAVEDAD ESPECIFICA:	20/4°C	1.048
	80/4°C	0.899
	90/4°C	0.883
	100/4°C	0.875
VISCOSIDAD:	(80°C) centistokes	3.47
	(120°C) centistokes	1.54
	(160°C) centistokes	0.92

SOLUBILIDAD:

(a 25°C)

<u>SOLVENTE</u>	<u>% PESO</u>
Acetona	40
Etanol	25
Agua	Insoluble
Glicerina	Insoluble
Acetato de etilo	60
Isopentano	50
Benceno	40
Tolueno	45
Aceite de maíz	30
Aceite de maní	30
Aceite de soya	30
Sebo	40
Aceite de castor	30
Aceite de coco	30
Aceite de algodón	30
Aceite de oliva	25
Aceite mineral	5

Las especificaciones que cumple el BHT son las siguientes:

PUREZA: (% PESO):**GRADO TECNICO:** 99.0%**GRADO FORRAJE:** 98.0%**GRADO ALIMENTARIO:** 99.9%**CENIZAS (% PESO):** 0.002 máx.**COLOR APHA (SHAWINIGAN):** 15 máx.**COLOR Pt-Co (30% EN PESO EN ACETONA):** 15 máx.**HUMEDAD (%):** 0.1 máx.**ENVASE:** Bolsa de papel Kraft de 25 Kgs.

2.5 APLICACIONES DEL BHT.

ALIMENTOS:

La mayoría de los antioxidantes pertenecen a la lista de productos GRAS (General Recognizes as Safe), es decir, aquéllos productos reconocidos como inocuos y que se pueden añadir directamente a los alimentos. También se pueden emplear como aditivos indirectos en productos o equipos empleados en la producción, almacenamiento y empaçado de dichos alimentos.

El BHT es un antioxidante ideal para alimentos, materias primas o intermedarios en proceso, que están sometidos al calor o al aire exterior durante su preparación, o durante largos períodos de almacenamiento antes de ser consumidos.

El BHT se disuelve fácilmente en aceites y grasas comestibles, y no se vé alterado por el calentamiento. La efectividad del BHT se conserva a lo largo del proceso de preparación, y continúa para ayudar a mantener el sabor, color, frescura y valores nutritivos del producto.

Para asegurar la distribución del antioxidante en todo el producto, es necesario que se preparen emulsiones y dispersiones efectivas.

El BHT es también un componente muy valioso en la formulación de preservadores y su importancia radica en que reacciona como aldehdos, ácidos y otros grupos reactivos que se encuentran comúnmente en los alimentos. Como preservador, el BHT se mezcla con ácido ascórbico, ácido cítrico y sus sales, gelato de propilo, además con nitritos, fosfatos y una gran cantidad de aditivos usados en productos alimenticios comerciales.

De hecho, la principal función o actividad del BHT consiste en capturar en forma efectiva los radicales libres que provocan la auto-oxidación con la cual se van echando a perder los alimentos.

ALIMENTOS BALANCEADOS:

El BHT se agrega a los alimentos de los animales para inhibir el desarrollo del arrancamiento que se dá en los triglicéridos grasos no saturados presentes en los aceites de semilla, también para preservar los carotenos y las vitaminas solubles en grasas, (particularmente la A y E).

El BHT también reduce la formación de peróxidos resultantes de la bio-oxidación que cataliza la degradación de las grasas no saturadas y de las --- vitaminas solubles en grasas (como la A, D, E y K). En los alimentos para pollos, reduce la incidencia de encefalomalacia y al inhibir la degradación de carotenos, las relaciones ganancia de peso alimento ingerido se mejoran, --- tanto para aves de corral como para el ganado.

El BHT se añade también a la alfalfa. La cantidad en que se emplea varía de 0.25 lbs. por cada tonelada de alimento hasta 2 lbs. por cada tonelada tratado en los silos.

Por otro lado, como la oxidación es exotérmica, el calor que se genera puede alcanzar temperaturas a las cuales una ignición espontánea es posible; el -- BHT añadido a los alimentos para el ganado reduce esta posibilidad.

PLASTICOS:

Es cada vez mayor número de productos poliméricos disponibles y el uso creciente de los plásticos en nuevas aplicaciones, han creado la necesidad de que existan sistemas inhibidores de la oxidación más efectivos.

Los diferentes polímeros, procesos de producción y aplicaciones, han planteado diversos problemas que deben ser resueltos, mediante el diseño de sistemas inhibidores.

La oxidación es el factor más importante que determina la vida útil de un producto plástico. Esta no puede evitarse, pero sí puede inhibirse. La oxidación es una reacción química que altera la estructura molecular y afecta las propiedades funcionales del producto.

La formación de los radicales libres, necesarios para el proceso de oxidación, ocurre en el tiempo con una rapidez que se acelera mediante el calor, el esfuerzo dinámico, la energía luminosa y la exposición al aire. El contacto de los plásticos con estos factores se da de una manera más intensa durante las operaciones de manufactura, moldeo y extrusión.

Como la función básica de un antioxidante primario es la captura de los radicales libres que se van formando inhibiendo así el proceso de la oxidación, dicho antioxidante deberá estar en contacto estrecho con la molécula del plástico donde los radicales libres ocurren. Además deberá volverse líquido a una temperatura inferior a la del punto de fusión del plástico en que se aplica, y deberá disolverse fácilmente en ese plástico a las temperaturas empleadas en el proceso, para lograr una dispersión molecular en el plástico desde la primera etapa del proceso.

El BHT se combina con otros antidegradantes, siendo un procedimiento común en la industria, cuando se requiere aumentar la vida útil del plástico o si se necesita una buena estabilidad del color. Dentro de estos antidegradantes, se pueden mencionar: Los absorbentes de energía ultra-violeta, desactivadores metálicos, organofosfitos y los dialquiltiopropionatos.

HULES Y ELASTOMEROS:

El BHT es utilizado también en los hules en niveles que van de 0.5% a 2.0% para conservar la blandura, elasticidad y las propiedades tensiles; además de proveer una buena resistencia al agrietamiento, debido a un esfuerzo dinámico o a las condiciones ambientales.

El BHT es particularmente un buen antioxidante en hules naturales, y en polímeros (elastómeros) sintéticos, tales como el poliopreno, butilo neopreno e isocianatos.

Es además soluble en los componentes integrantes del hule y puede ser fácilmente dispersado molecularmente, a través del compuesto para darle finalmente una protección contra la oxidación de las cadenas entrecruzadas.

El BHT se puede mezclar y funcionar eficazmente con otros antidegradantes para hules, con lo cual se logra prolongar su vida útil. Los productos hechos a base de hule como empaques, membranas, selladores y otros productos que necesiten estar en contacto con alimentos, deberán incluir un antioxidante como el BHT.

MATERIALES PARA EMPACAR:

Cuando las grasas y aceites presentes en algunos alimentos como cereales de grano, harinas, productos de repostería y dulces empacados en bolsas de papel o en cajas de cartón, esas grasas y aceites se dispersan a través de los poros del paquete incrementando el área de exposición y el potencial para que se desarrolle el arranciamiento.

El papel, en si mismo, contiene catalizadores de la oxidación en forma de trazas de sales de metales pesados. Los olores desagradables que resultan, alteran el sabor y reducen grandemente la vida del producto.

El BHT tiene una presión de vapor positiva, pero muy baja, parecida a la de algunos constituyentes que contribuyen a darle su aroma a los alimentos. Este bajo nivel de los vapores, tanto del BHT como los que se originan del alimento, pueden reaccionar en el aire para prevenir el desarrollo de olores y para mantener el aroma a fresca.

Si se agrega el BHT al polietileno, poliester, vinilo, poliestireno u otros plásticos empleados como envolturas, o también al papel encerado, el antioxidante ayuda a mantener el aroma fresco cuando los paquetes se abren; además ayuda a proteger la integridad del plástico o del papel encerado. Un nivel de 0.05 a 0.10% se considera el adecuado.

GASOLINA:

Las gomas que se forman en el "cracking" de las gasolinas, causan problemas en los tanques de almacenamiento en las líneas de las refinerías y en los sistemas de distribución del combustible de las máquinas. Además, esta goma se deposita en muchas partes móviles de las máquinas, como las válvulas, causando fallas mecánicas.

Esta goma es el producto final de una serie de reacciones de oxidación y polimerización que involucran a una serie de constituyentes olefinicos. El ataque se dá primero en los componentes menos estables como lo son los grupos metilo para formar radicales libres; los cuales si no son capturados, reaccionan con el oxígeno para formar radicales peroxi e hidroperoxi que se propagan para formar la goma.

La formación de esta goma en la gasolina es autocatalítica y se acelera con el tiempo. Debido a ésto, es importante añadirle antioxidantes lo antes -- posible para destruir los radicales libres tan pronto como se formen, antes de que tengan oportunidad de crecer.

De los antioxidantes que se añaden a las gasolinas, los de mayor volumen son los fenoles impedidos. De éstos, el BHT es el que históricamente ha predominado, pero destaca también, la parafenilendiamina N, N-diaquil sustituida como un destructor de hidroperóxidos.

La cantidad de antioxidante que se agrega varía con los requerimientos desde 0.001% hasta 0.008%. El método más común para adicionarla es -- mediante una inyección continua en la proporción adecuada a la cantidad de gasolina.

Además de estas aplicaciones que anteriormente se han detallado, el BHT se puede emplear para dar una buena estabilidad a los combustibles de - los aviones, a las grasas y aceites lubricantes, a los aceites de las turbinas y a los que se emplean como aislantes; y también a los aceites de usos -- especiales como los hidráulicos. Se aplica inclusive, en cosméticos que --- contienen aceites esenciales y en productos farmacéuticos, para evitar que la potencia de la vitamina A se deteriore al contacto con el aire.

CAPITULO " 3 "

ADITIVOS PARA NUTRICION ANIMAL

- 3.1. COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS.**
- 3.2. NUTRIMENTOS INORGANICOS, VITAMINAS Y ADITIVOS.**
- 3.3. NUTRICION DE MINERALES.**
- 3.4. NUTRICION DE VITAMINAS.**

ADITIVOS PARA NUTRICION ANIMAL.

3.1. COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS:

Tanto el Productor Pecuario como el fabricante de Alimentos Balanceados, manejan ingredientes alimenticios que tienen una mayor o menor concentración de algún nutrimento específico, ya sea proteína, energía, calcio, etc., lo que les permite agrupar a dichos alimentos como proteicos ---- (Pastas de Oleaginosas, harinas de origen animal o marino), energéticos (Granos de cereales, harinas de tubérculos, aceites), minerales (roca -- fosfórica, piedra caliza, concha de ostión), etc. Así, su vocabulario gira en torno de alimentos clasificados por su contenido en el nutrimento dominante, sin tomar en cuenta los otros componentes aportados por el ingrediente.

El nutriólogo debe reconocer todos los nutrimentos encontrados dentro de cada alimento, para así poder comprender cabalmente la utilidad global de un ingrediente dado, así como las interacciones y posibles efectos, tanto sinérgicos como antagonicos entre diversos alimentos y sus nutrimentos. En el reino vegetal (del que proviene la gran mayoría de los alimentos - para los animales de granja), existen multitud de compuestos y estructuras químicas, con funciones más o menos conocidas. Sin embargo, sólo algunos de ellos tienen papeles útiles para el organismo que los ingiere; muchos otros no sólo no aportan a la nutrición del animal, sino que además, le producen trastornos.

Los nutrimentos presentes en la dieta de un animal son:

- AGUA
- PROTEINAS
- NITROGENO NO PROTEICO
- GLUCIDOS SOLUBLES
- GLUCIDOS ESTRUCTURALES
- LIPIDOS
- MINERALES
- VITAMINAS LIPOSOLUBLES
- VITAMINAS HIDROSOLUBLES
- ADITIVOS

3.2. NUTRIMENTOS INORGANICOS, VITAMINAS Y ADITIVOS.

3.2.1. AGUA:

Cuantitativa y funcionalmente, este nutrimento es el que más importancia tiene para la economía del animal, pues no sólo constituye más del 50% de su peso, sino que la pérdida de tan sólo un 10% del agua corporal. Le puede causar la muerte.

3.2.2. FUENTES:

Los animales obtienen agua, ya sea como tal, con los alimentos, mediante la recirculación, o como agua metabólica.

Las proporciones de una u otra, dependerán de la especie animal, la etapa productiva, la composición de los alimentos, la situación climática, la salud, etc. A continuación se mencionan sólo algunas de las variables:

Agua de los Alimentos.

Todos los ingredientes, tanto vegetales como animales, proporcionan agua, y ésta varía desde porcentajes modestos (menos del 12%) como en los --- granos, las pastas y las harinas, hasta elevados (mayor de 70%) en forrajes suculentos, por lo que el requerimiento del nutrimento se cubrirá en - forma mínima o casi en su totalidad, de acuerdo a la composición de los -- alimentos ofrecidos.

De hecho, rumiantes y équidos explotados en zonas desérticas son capaces de sobrevivir enteramente, a partir de la ingestión de cactáceas como ---- fuente de agua, durante períodos más o menos prolongados.

Agua Metabólica.

La oxidación total de los glúcidos, los lípidos y las proteínas en los procesos metabólicos, resulta en la producción de 60, 100 y 42% de su peso en agua, respectivamente; asimismo, otros procesos bioquímicos que -- sufren los grupos de nutrimentos.

El Agua metabólica juega un papel importante en el mantenimiento del -- balance de este compuesto, en aquellos animales que hibernan (como los osos y las marmotas) y los que habitan en las regiones desérticas (como los camélidos); en todos ellos, los lípidos depositados en el tejido adiposo sirven entonces como fuente del vital nutrimento.

3.2.3. FUNCIONES:

Algunos de los papeles del agua son:

El mantenimiento de la temperatura corporal, a través de su elevado calor, específico, mismo que le permite absorber calor con un mínimo de elevación de temperatura, la participación en las reacciones bioquímicas y en los --- cambios fisiológicos que regulan la concentración de electrolitos, el PH y la presión osmótica; la formación de los fluidos corporales intra y extracelulares; el transporte de nutrimentos y metabolitos, así como la disposición de los desechos celulares; la participación en múltiples reacciones, tanto anabólicas como catabólicas; la formación de carne, leche, huevo, etc.

El agua se pierde a través de los intestinos, los riñones, los pulmones y la piel..

3.3. NUTRICION DE MINERALES.

Los alimentos para animales se forma en su mayor parte de componentes de origen orgánico como son los glúcidos, las proteínas y los lípidos.

Un pequeño porcentaje está formado por la llamada materia minera, que son los elementos Inorgánicos indispensables para numerosas y diversas actividades del organismo viviente.

En otras palabras los minerales tienen funciones metabólicas.

Los minerales alimenticios se han clasificado en dos grupos: **LOS ESENCIALES Y LOS NO ESENCIALES.**

El criterio de esencialidad se basa en los siguientes requisitos: Deben estar presentes en los tejidos vivos, incluyendo los neonatos.

La concentración corporal debe ser similar y constante de individuo a individuo. Deben tener un papel bioquímico.

La administración después de una carencia, debe aliviar la anormalidad mencionada.

Los minerales cuya presencia en los alimentos es individualmente necesarios, se han clasificado en tres grupos principales:

- **ESTRUCTURALES:** Calcio, fósforo y magnesio.
- **ELECTROLITICOS:** Sodio, potasio y cloro.
- **TRAZA:** Cobre, zinc, manganeso, hierro, yodo, molibdeno, selenio, azufre, cobalto y flúor.

3.3.1. **MINERALES ESTRUCTURALES.**

3.3.1.1. **CALCIO:**

Es el elemento mineral más predominante en el organismo; el 90% se encuentra en los huesos y el 1% en los tejidos blandos.

La composición proximal de los huesos (45% agua, 10% grasa, 20% proteína, 25% minerales) puede ser expresada en base seca y desengrasada (45% proteína, 55% minerales), lo que denota que esencialmente están formados por una porción orgánica (la proteína llamada colágena) y una porción mineral.

Esta última se compone de 90% hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}$) y el resto de carbonato de calcio, citrato de calcio, fosfato de magnesio y fosfato de sodio. El calcio en los tejidos blandos es responsable de la excitabilidad del tejido nervioso, de las contracciones cardíacas, y colabora en la coagulación sanguínea. En la mayoría de los animales la concentración de calcio sanguínea es de 10 mg. por 100 ml. ó 2.5 mm. En la gallina ponedora es de 25 mg. por 100 ml.

La regulación del nivel de calcio plasmático se lleva a cabo por medio de tres hormonas: La paratohormona (PTH), la calcitonina (CT) y la vitamina D_3 , mismas que actúan en tres sitios: Huesos, riñones e intestinos.

La PTH, secretada por las glándulas paratiorideas, es la responsable de incrementar la resorción del calcio óseo, aumentar la excreción renal de fosfato y reducir la eliminación renal de calcio; no tiene efectos directos a nivel intestinal.

Las fuentes de calcio (ya sea combinado con fósforo como se verá más adelante, o bien independiente como el carbonato de calcio [CaCO_3] - puede ser: la concha de ostión, la harina de cascarón de-huevo --- (básicamente CaCO_3), y la piedra caliza.

3.3.1.2. FOSFORO:

Al igual que con el calcio, su mayor concentración se encuentra en los huesos, donde se localiza el 85% del fósforo del organismo.

En el plasma el nivel es de 4-9 mg. por 100 ml., principalmente en forma inorgánica; los glóbulos rojos contienen 35-45 mg. por 100 ml. en forma de fósforo orgánico.

Además de sus funciones en el tejido óseo, el elemento es una parte esencial de las moléculas de los fosfolípidos, los ácidos nucleicos, las fosfoproteínas, las coenzimas, y las ligaduras altas en energía como los acetilfosfatos (1-3 difosfoglicerato); los enol fosfatos (fosfoenolpiruvato); los pirofosfatos (adenina trifosfatos), los aminofosfatos (creatina fosfato).

De las formas inorgánicas, las más disponibles son los fosfatos di y monocálcicos, aunque ello también depende del tipo de molécula de que se trate, por ejemplo el fosfato monocálcico con una molécula de agua ($\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) es 100% disponible, mientras que la forma anhidra (CaHPO_4) lo es sólo en un 60%. La harina de hueso tratado con vapor, las rocas fosfóricas defluorinadas y los ortofosfatos son de disponibilidad intermedia, mientras que los pirofosfatos y los metafosfatos son poco disponibles.

3.3.1.3. MAGNESIO:

Este elemento es el tercero en importancia cuantitativa para el organismo. El 75% del magnesio corporal se encuentra en los huesos; en los tejidos blandos, se le encuentra a nivel intracelular. Los valores sanguíneos son de 15 microgramos por mililitro.

Se absorbe a través del intestino delgado con una eficiencia del 40 al 50%. El riñón es el órgano responsable de la homeostasis del magnesio, ya que del 80 al 90% del elemento absorbido es excretado en la orina.

Sus funciones en los tejidos blandos son como activador de algunas enzimas como los fosfatos orgánicos; mantenimiento de la integridad de las partículas celulares como los ribosomas, la mitocondria, los microtúbulos. Juega también un papel en la biosíntesis protéica, ya que la reacción del tRNA con los aminoácidos requiere de magnesio. En la contracción muscular tiene una función secundaria a la del calcio, al que puede sustituir.

Una deficiencia del magnesio produce hipocalcemia, por lo que estimula la producción de PTH; sin embargo, no existe un incremento del desdoblamiento óseo en asociación con la hipocalcemia.

Excesos de calcio y de fósforo en la dieta, puede causar una deficiencia en magnesio. Un contenido elevado de potasio en los forrajes puede inhibir la absorción y utilización del magnesio en el rumiante.

3.3.2. ELEMENTOS ELECTROLITICOS.

El sodio, el potasio y el cloro, son los principales elementos responsables del balance electrolítico, también llamado balance iónico o equilibrio ácido-básico.

3.3.2.1. SODIO:

Es el principal catión del líquido extracelular y su concentración es de 140 meq/litro.

Sus funciones incluyen la regulación de la presión osmótica; su papel en el equilibrio ácido-básico; la transmisión de los impulsos nerviosos; el potencial de la membrana; la absorción de nutrimentos como los --- monosacáridos, los aminoácidos y las sales biliares.

El nivel corporal de sodio es mantenido por medio de la hormona aldosterona, producida en las glándulas adrenales y que es responsable de incrementar la reabsorción renal del sodio, o visto de otra forma, disminuir la excreción del elemento, a través del mecanismo siguiente: -- Cuando el nivel del sodio en el plasma decrete, se inicia la producción de renina, la cual es convertida en angiotensina I y después a angiotensina II, misma que estimula la producción o la liberación de la aldosterona. El sodio en forma de bicarbonato también es empleado como aditivo de alimentos a base de grano para rumiantes, con objeto de evitar la presentación de acidosis ruminal y en raciones para gallinas en postura, con la idea de mejorar las características del cascarón del huevo.

3.3.2.2. POTASIO:

Es el catión más abundante del fluido intercelular, siendo los músculos especialmente ricos en el elemento. Los glóbulos rojos contienen 170 meq. por litro, mientras que en contraste en el suero sanguíneo se encuentran solamente 4 meq/litro.

Su absorción es efectuada a través del intestino, aunque se desconoce el mecanismo específico responsable de la misma. Alrededor del 90% de la excreción del catión ocurre a través de la orina; en menor grado se elimina a través del sudor.

Algunas de sus funciones consisten en: Activar ciertas enzimas intracelulares; regulación de la actividad muscular; mantener la permeabilidad muscular; depresión del ritmo cardiaco; la utilización de los aminoácidos y la regulación de la síntesis proteica; manteniendo del equilibrio ácido-básico, la presión osmótica y el potencial de la membrana; también interviene en la estructura de los ribosomas.

3.3.2.3. CLORO:

La mayor parte del cloro corporal se encuentra en el fluido extracelular donde, como en el plasma, es el principal anión.

Se absorbe rápidamente a nivel intestinal, aunque se desconoce su mecanismo. Se excreta principalmente a través del riñón y en menor porcentaje por el sudor.

Interviene primordialmente en la regulación de la presión osmótica (en colaboración con los otros electrolitos) y en la formación del ácido clorhídrico en el estómago.

Los síntomas de deficiencia incluyen crecimiento pobre, hemoconcentración y excitabilidad nerviosa.

Los requerimientos para cerdos y aves son de 0.05-0.10% de la dieta y debe ser adicionado regularmente, pues los alimentos naturales son generalmente deficientes en este elemento.

3.3.3. MINERALES EN TRAZAS.

3.3.3.1. COBRE:

El elemento puede estar presente en los alimentos en forma de sal, ya sea cúprica o cuprosa, siendo la primera la de mayor solubilidad y -- por ende, la de mayor aprovechamiento a nivel intestinal.

Su absorción se ve interferida por la presencia de ácido fólico, de ácido ascórbico, de zinc, y de cadmio.

En la mucosa intestinal los aminoácidos tienen un papel importante en la incorporación celular del mineral y dado que el proceso requiere ATP, se piensa que es de tipo activo. En la sangre por tal el -- cobre se encuentra unido a albúmina y en el hígado a aminoácidos; los complejos de cobre-aminoácidos se disocian para liberar el elemento, mismo que es incorporado a una proteína llamada metalotionina; empleado para la formación de enzimas; o utilizada para la síntesis de ceruloplasmina, que es la forma predominante del mineral en la sangre periférica. La excreción urinaria del elemento es nula, siendo la biliar la principal vía de eliminación.

3.3.3.2. ZINC:

La deficiencia de este elemento se ha asociado con los siguientes problemas en el hombre y en los animales:

Paraqueratosis, que es una dermatitis que se presenta principalmente en cerdos alimentados con niveles elevados de pasta de soya o de --- pasta de ajonjolí en la dieta; el ganado productor de leche presenta un problema similar.

Enanismo e hipogonadismo en humanos, con decremento en el apetito y una aparente reducción en el crecimiento y la división celular en general.

Falta de crecimiento del plumaje en aves.

Inflamación de las articulaciones, por efecto severo en las placas epifisiales.

Retardo en la maduración de los órganos sexuales masculinos en humanos.

Retardo en la velocidad de cicatrización de las heridas.

Pérdida del sentido del gusto en humanos.

Baja en la tolerancia a la glucosa.

Reducción en la habilidad para movilizar las reservas hepáticas de vitamina A.

El mineral forma parte de numerosas enzimas de las llamadas metaloenzimas, como la anhidrasa carbónica, la deshidrogenasa alcohólica, la fosfatasa alcalina, la deshidrogenasa láctica, y la carboxipeptidasa.

3.3.3.3. MANGANESO:

El elemento es indispensable para llevar a cabo funciones diversas, como lo indica la variación en los síntomas de deficiencia asociados con él.

En el caso de roedores del laboratorio, se observa una reducción en la capacidad reproductiva.

En aves se produce perosis o condrodistrofia, que es una anomalía en la formación de tejido óseo y ocasiona defectos en el aparato locomotor. En este caso, el cuerpo del hueso se mineraliza en forma normal, pero la placa epifiseal es más delgada y la habilidad de las células cartilaginosas para sintetizar proteoglicanos se ve reducida. El crecimiento longitudinal de los huevos también se ve afectado.

El requerimiento del mineral se estima en 50 ppm., tomando en consideración la presencia de ácido fólico, calcio y fósforo en el alimento.

3.3.3.4. HIERRO:

La función más conocida del mineral es como parte de la molécula de hemoglobina y otras proteínas sanguíneas, siendo la anemia el síntoma característico de su deficiencia. Sin embargo, se le asocia también con el metabolismo de los lípidos, ya que también se produce hiperlipemia e hígado graso. Algunos de los otros compuestos orgánicos de los cuales forma parte el hierro son las llamadas hemoenzimas (citocromo oxidasa; citocromo C; catalasas; oxidasas) y otras enzimas como son la deshidrogenasa succínica; la xantina oxidasa y la NDH-deshidrogenasa.

El hierro de origen inorgánico puede ser tóxico, especialmente en rumiantes, ya que su requerimiento del elemento es menor que el contenido en los forrajes. Los niveles tóxicos de hierro para ovinos son de 280 ppm. y para bovinos de 400-1000 ppm., dependiendo del contenido del cobre, fósforo, manganeso y vitamina E de la dieta.

3.3.3.5. YODO:

Este mineral es eficientemente absorbido a la circulación sanguínea, teniendo como destino posibles, el ser atrapado por la glándula tiroidea o el ser eliminado a través de la orina.

La tiroides contiene una cantidad elevada de yodo, el cual puede estar en forma de tiroglobulina o de hormonas tiroxina (o tetraiodotironina) y tri-iodotironina. Las hormonas además de regular la tasa de metabolismo basal, son necesarias para la diferenciación, desarrollo y maduración celulares.

3.3.3.6. MOLIBDENO:

Aunque inicialmente fué identificado como un mineral tóxico, su esencialidad se ha reconocido ya que es componente de algunas enzimas - como la xantina-oxidasa, la sulfito-oxidasa y la aldehidooxidasa.

El metabolismo del Mo está relacionado con el del cobre y el del sulfato; un exceso de este último compuesto en el rumen se combina con el cobre para formar CuS o con el molibdeno para formar tiomolibdato, que a su vez interacciona con el cobre; en ambos casos el último elemento mencionado se hace poco disponible y cuando existe deficiencia celular de cobre, toma muy poco molibdeno (6.50 ppm.) para causar una intoxicación.

3.3.3.7. SELENIO:

Conocido originalmente como factor 3, se le asoció con problemas de intoxicación más que con deficiencias; sin embargo, en los últimos años se ha demostrado su esencialidad e incluso, la necesidad de su complementación en las sales mineralizadas para los animales.

Los síntomas de deficiencia de selenio puede ser de dos tipos: aquellos asociados con la vitamina E y aquellos de tipo puro. La mayoría de los casos observados en la práctica son del primer tipo y serán cubiertos en la sección siguiente.

Las formas oxidadas de selenio (SeO_4 y SeO_3) son más disponibles desde el punto de vista digestivo que la forma reducida del elemento (aunque a nivel de rumen el selenio elemental o reducido sí es aprovechable). El nivel forma parte de la enzima glutatióna-peroxidasa, que funciona como antioxidante liposoluble y que interfiere en el proceso de oxidación, destruyendo los peróxidos. Se elimina por vía urinaria y en condiciones patológicas por vía respiratoria como metilseleñito (CH_3Se).

Los síntomas de deficiencia pura (ésto es, no asociada con vitamina E) son crecimientos pobres, fallas reproductivas, alopecia (en ratas) y degeneración pancreática (en pollos).

3.3.3.8. AZUFRE:

La presencia de este elemento a nivel corporal es casi totalmente en forma de compuestos orgánicos, especialmente los aminoácidos metionina y cistina, así como la glutatióna y la insulina. El azufre inorgánico está presente principalmente como condroitín sulfato, que es un constituyente de los cartílagos.

Los animales no-rumiantes requieren azufre alimenticio de origen orgánico (en forma de aminoácidos azufrados) para su metabolismo posterior. En el caso de los rumiantes, el azufre puede provenir de fuentes inorgánicas, principalmente como sulfatos. El azufre elemental es menos soluble en el rumen y por lo tanto, menos asimilado.

3.3.3.9. COBALTO:

En el caso de rumiantes en acostadero, la deficiencia de este elemento en el área, origina síntomas generales de desnutrición. Los animales pierden apetito y peso, se debilitan y finalmente mueren.

La sangre de los animales es anémica, de tipo normocítico y -- normocrómico; existe degeneración grasa del hígado; se observan depósitos de hemosiderina en el bazo.

Se consideran los forrajes conteniendo entre 0.04 y 0.07 ppm. de cobalto como deficientes, calculándose en 0.1 ppm. la dosis adecuada para cubrir el requerimiento. Exceptuando los productos lácteos y los granos de cereales, los demás alimentos contienen también alrededor de 0.1 ppm. del mineral.

3.3.3.10. FLUOR:

Su importancia tiene dos aspectos; utilizado en pequeñas cantidades en el agua de bebida o en las pastas dentífricas se ha comprobado que es efectivo en la prevención de caries dental; si está presente como contaminante de las fuentes de fosfato utilizadas como alimento animal, produce fluorosis. En este último caso, el elemento se acumula en huesos y dientes, produciendo mancho de los últimos, -- hipoplasia del esmalte; hiperostosis perióstea; y síntomas generales de reducción en el comportamiento. Las dosis máximas toleradas en bovinos son de 30 ppm. en reemplazos y 100 ppm. en animales para sacrificio; en ovinos los niveles son de 60 y 150 ppm. respectivamente (las cantidades para reemplazos son menores dado que el --- elemento se acumula en los huevos y permanece en ellos, aún al cabo de dos a tres generaciones). Para cerdos y aves las dosis máximas son de 140 y 350 ppm. respectivamente.

3.3.3.11. OTROS MINERALES:

Algunos elementos cuya importancia metabólica o nutricional está siendo estudiada son:

Cromo, el cual forma un complejo con niacina y glutatona, llamado facto de tolerancia a la glucosa; sin embargo, a pesar de que su papel metabólico ha sido reconocido, no se ha podido demostrar la necesidad de su presencia en el alimento.

Litio, que ha sido asociado con fertilidad, enfermedades cardiovasculares y actividad tiroidea.

Otros minerales de interés actual son el cadmio, el aluminio, el --- bromo, el boro, el vanadio y el silicio; sin embargo los estudios para demostrar su posible esencialidad se lleva a cabo, en condiciones tales de pureza (de aire, de agua, de alimento, del material de las jaulas, etc.) que es probable que los resultados tengan poca -- aplicación.

Desde hace más de un siglo se ha reconocido que el hombre y los animales no se desarrollan normalmente con alimentos que tan sólo proveen glúcidos, lípidos y proteínas, sino que requieren de --- otros factores actualmente denominados micronutrientes, que están constituidos por las vitaminas y los minerales.

El nombre de vitamina fué acuñado para describir a un factor alimenticio esencial (tiamina) para prevenir la polineuritis en las aves de corral; posteriormente se han clasificado como vitaminas a una serie de sustancias orgánicas que, aunque difieren químicamente y tiene funciones fisiológicas distintas, comparten las siguientes características: son componentes de alimentos, pero no son glúcidos, lípidos, ni proteínas; están presentes en los alimentos en cantidades variables pero generalmente muy pequeñas; su ausencia o deficiencia causa síntomas específicos de anormalidad; el animal es incapaz de sintetizarlas, por lo que su presencia en el alimento es esencial. Existen varias excepciones a lo anterior, misma que se harán notar al discutir cada vitamina en particular.

Las vitaminas se clasifican en dos grandes grupos: aquellas solubles en agua (complejo B y vitamina C) y las solubles en lípidos (A, D, E, K,). Las primeras no son almacenadas en los tejidos, por lo que su presencia en los alimentos debe ser constante; la excepción de la -- regla es la vitamina B₁₂. Las liposolubles se almacenan en el -- hígado y en otros tejidos por lo que su ingestión puede darse por etapas.

En el caso del rumiante, aunque los alimentos sean pobres en vitaminas hidrosolubles, la síntesis microbiana de las mismas es suficiente para llenar los requerimientos del animal; algo similar ocurre con los --- conejos, así como con aquellas aves y cerdos que tienen acceso a su propia materia fecal.

3.4.1. COMPLEJO B.

El grupo comprende a las siguientes vitaminas: Tiamina; Riboflavina; B₆; B₁₂; ácido nicotínico; ácido pantoténico; folacina; biotina; colina; inositol.

3.4.1.1. TIAMINA (VITAMINA B₁):

Una unidad internacional (UI) de vitamina B₁ equivale a 3 microgramos de hidrocioruro de tiamina (o lo que es lo mismo, 1 mg. de esta última sal es igual a 333 UI de vitamina B₁). Los requerimientos para animales se expresan como miligramos.

Las mayores fuentes naturales de la vitamina son la levadura de cerveza (95 mg/Kg), los subproductos de los cereales (gérmen de trigo, puliduras de arroz, salvadillo de trigo, gérmen de maíz) y las pastas oleaginosas (especialmente la de girasol y la de cacahuete), por lo que al formular dietas en base a cereales y pastas, es poco probable la presentación de una deficiencia.

CAPITULO " 4 "

EXPERIMENTACION

- 4.1. FORMULACION BHT-LIQUIDO.**
- 4.1.1. MATERIAL Y METODOS.**
 - 4.1.2. RESULTADOS.**
- 4.2. EVALUACION DE DIFERENTES ANTIOXIDANTES EN DIETAS PARA POLLOS DE ENCORDA.**
- 4.2.1. MATERIAL Y METODOS.**
 - 4.2.2. RESULTADOS Y DISCUSION.**

4.1. FORMULACION BHT-LIQUIDO:

4.1.1. MATERIAL Y METODOS.

Se utilizará BHT sólido cristalino (99% de pureza) solventes, cristalería, parrilla con calentamiento y agitador magnético.

El BHT se adicionará a razón de 250 gr. por litro de solución en diferentes solventes con presencia de calentamiento (25°C) y se observará el comportamiento de las soluciones.

4.1.2. RESULTADOS.

SOLVENTES	TIEMPO DE DISOLUCION	OBSERVACIONES
Agua	---	Insoluble
Etanol	10 min.	Soluble, pero no apto para alimentación
Glicerina	20 min.	Insoluble
Aceite de Soya	15 min.	Soluble
Aceite de maíz	14 min.	Soluble
Aceite de Algodón	11 min.	Soluble
Aceite de Mineral	48 min.	Insoluble*
Mezcla aceites (maíz) (Soya)	12 min.	Soluble

* Insoluble a las concentraciones de experimentación.

- 1) La mezcla de aceite de maíz y soya, resultó la de menor tiempo de disolución y en un período de observación de 3 meses de -- las distintas soluciones, fué la que tuvo mayor estabilidad.
- 2) La solución de BHT + aceite de algodón, también pudo ser una alternativa viable, pero para alimentación animal, no es muy -- aceptable el aceite de algodón, por el contenido de gosispol.
- 3) Por los resultados obtenidos en los puntos anteriores, es necesaria una 2a. parte de experimentación, que es una evaluación en campo del producto. BHT-Líquido para demostrar su efectividad como antioxidante contra los antioxidantes líquidos y -- premezclados que existen en el mercado agropecuario (Endox y E.T.Q.).

4.2. EVALUACION BIOLOGICA DE DIFERENTES ANTIOXIDANTES EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDA.

Objetivo:

El presente estudio, se realizó en forma cooperativa entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. (I.N.I.F.A.P.), con el objeto de evaluar en pollos de engorda, el antioxidante BHT en tres presentaciones; así como el efecto protector de estos productos en las grasas de la dieta.

4.2.1. MATERIAL Y METODOS.

El experimento se realizó en las instalaciones avícolas del INIFAP, ubicado en el campo experimental agropecuario del Valle de México en --- Chapingo, México. Se utilizaron 288 pollos de engorda hubbard mixtos, de un día de edad, los cuales se alojaron en criadoras y eléctricas en batería, durante las primeras cuatro semanas de edad y posteriormente

en jaulas en desarrollo. Las aves se distribuyeron en los grupos experimentales, conforme a un diseño completamente al azar de 6 tratamientos, cada uno con 4 repeticiones de 12 pollos. Los tratamientos experimentales consistieron en la suplementación a la dieta de iniciación (0-4 semanas) y de finalización (4-8 semanas) con los siguientes antioxidantes y sus respectivos tratamientos.

4.2.2. RESULTADOS Y DISCUSION:

En el cuadro 3, aparecen los resultados promedio obtenidos en ocho semanas de experimentación en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. El análisis estadístico indicó diferencia ---- (P 0.01) entre tratamientos en las variables mencionadas. Se puede apreciar que la ganancia de peso de los pollos fue mayor en los alimentos con dietas conteniendo BHT líquido, ETQ, Endox y BHT + Ac. fosfórico. Se observa también que los pollos testigo y los que recibieron BHT en polvo, tuvieron un menor crecimiento. Estos menores aumentos de peso, estuvieron asociados a un menor consumo de alimento. El consumo de alimento fué superior en los pollos que recibieron BHT líquido y Endox, seguido por los que consumieron BHT + Ac. Fosfórico y Endox. Se observa en general en el Cuadro 3, que a mayor consumo de alimento, mayor fué la ganancia de peso. En la conversión alimenticia se observaron resultados similares a los descritos para ganancia de peso (Cuadro 3).

Esta información indica que el comportamiento productivo de los pollos de engorda, se mejora con el empleo de antioxidantes. Debido quizás a un efecto protector del alimento al envejecimiento. Cabe señalar sin embargo, que el empleo de BHT en polvo, no produjo mejora alguna y resultó ser similar al no empleo de antioxidantes. Por otro lado, la presentación de BHT líquida y del BHT + Ac. Fosfórico, resultó ser similar estadísticamente al efecto que tiene el ETQ o el Endox; que son antioxidantes que se emplean en dietas para aves.

El Cuadro 4, muestra los resultados de coloración en tarsos descongelados. El análisis estadístico no indicó diferencias en ninguna de las variables. Sin embargo, se observa que existió una tendencia a ser mejor el color amarillo y el rojo en los pollos que recibieron antioxidantes en la dieta. Los datos analíticos del contenido de peróxidos y Xantofilas en los alimentos obtenidos el día de fabricación y 30 días después, ---- aparecen en el Cuadro 5. Se puede ver la información de peróxidos, si bien es cierto que en general fué mayor en la dieta testigo, al relacionar con la información de crecimiento, obtenida en los pollos ésta no coincide; ya que para Endox en el alimento de finalización, se obtuvo

el mayor valor de peróxidos y sin embargo, el crecimiento fue bueno. Sería conveniente en futuros estudios, contar con un mayor número de determinaciones de laboratorio de esta variable, con el fin de ver si es posible correlacionar con los datos en vivo a esta información. De igual manera la información del contenido de pigmentos, sería conveniente contar con un número mayor de determinaciones, dado al juzgar la información del Cuadro 5, se ve un efecto negativo de todos los antioxidantes sobre el contenido de Xantofilas, probablemente debido al escaso número de determinaciones de laboratorio.

De la información obtenida en este estudio, se puede inferir que la presentación del BHT tiene un efecto importante sobre el comportamiento -- productivo del pollo de engorda. El BHT líquido o BHT + ac. fosfórico mejoran el crecimiento y la conversión alimenticia de las aves; resultando que compiten con ETQ y Endox que son aditivos comúnmente empleados en dietas para aves.

Es probable que el BHT en polvo requiera ser adicionado en mayores cantidades para que tenga un efecto benéfico en la dieta. Una interrogante sería el tratar de explicar el porqué las otras presentaciones de BHT resultan ser mejores. La información obtenida en estudio de peróxidos, no aclara el problema quizás por el escaso número de observaciones; sin embargo, a nivel de laboratorio se podría acelerar el envejecimiento del -- alimento y ver si las prestaciones de BHT en forma líquida o con ácido -- fosfórico preservan mejor los alimentos y de esta manera, se pueda explicar mejor el porqué se encontraron ventajas en el comportamiento animal con estas presentaciones.

- Tratamiento 1. Testigo sin adición.
- Tratamiento 2. BHT polvo 125 ppm*
- Tratamiento 3. BHT líquido 125 ppm*
- Tratamiento 4. ETQ líquido 125 ppm*
- Tratamiento 5. Endox polvo 125 ppm*
- Tratamiento 6. BHT polvo + ac. fosfórico 1% 125 ppm*

* ppm del ingrediente activo.

En los cuadros 1 y 2, se presentan las dietas de iniciación y finalización respectivamente empleadas, durante las 8 semanas de experimentación. El agua y el alimento se ofrecieron a las aves ad libitum. Cada semana de las ocho de duración, se llevaron registros de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Además en los alimentos de iniciación y finalización, se hicieron determinaciones a los 0 y 30 días de fabricación de; Índice de peróxidos, vitamina A y Xantofilas (únicamente en la dieta de finalización). Al final del experimento (8 semanas), se sacrificaron 4 pollos de cada tratamiento (uno de cada repetición); en los cuales se determinó en los tarsos después de 48 horas de congelación la coloración, mediante un colorímetro de reflectancia en el sistema CIELAB de brillantes (L), enrojecimiento (a) y amarillamiento (b).

CUADRO "1"

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DE INICIACION PARA POLLOS DE
ENGORDA EMPLEADA PARA EVALUAR DIFERENTES ANTIOXIDANTES:

INGREDIENTES	g
SORGO	60.253
PASTA DE SOYA	32.000
ACEITE VEGETAL	3.000
FOSFATO DICALCICO	2.600
CARBONATO DE CALCIO	1.100
L-LISINA HCL	0.150
DL-METIONINA	0.200
VITAMINAS	0.022
MINERALES	0.100
SAL	0.400
COCCIDIOSTATO	0.060
BACITRACINA	0.025
CLORURO DE COLINA 508	0.090
<u>ANALISIS CALCULADO:</u>	
PROTEINA	20.02
LISINA	1.18
MET. + CIST.	0.88
CALCIO TOTAL	1.08
FOSFORO TOTAL	0.87
EM KCAL/KG.	2962

CUADRO " 2 "

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DE FINALIZACION PARA POLLOS DE
ENGORDA EMPLEADA PARA EVALUAR DIFERENTES ANTIOXIDANTES:

I N G R E D I E N T E S	%
SORGO	63.113
PASTA DE SOYA	29.000
ACEITE VEGETAL	3.000
FOSFATO DICALCICO	2.600
CARBONATO DE CALCIO	1.100
DL-METIONINA	0.150
VITAMINAS	0.022
MINERALES	0.100
SAL	0.400
COCCIDIOSTATO	0.060
BACITRACINA	0.025
CLORURO DE COLINA 50%	0.090
PIGMENTO	0.340

ANALISIS CALCULADO:

PROTEINA	18.92
LISINA	0.98
MET. + CIST.	0.79
CALCIO TOTAL	0.07
FOSFORO TOTAL	0.87
EM KCAL/KG.	3000
XANTOFILAS G/TON.	40

CUADRO " 3 "

DATOS PROMEDIO OBTENIDOS DE 0 A 8 SEMANAS DE EDAD EN POLLOS DE ENGORDA ALIMENTADOS CON DIFERENTES ANTIOXIDANTES.

TRATAMIENTOS	GANANCIA DE PESO G. *	CONSUMO DE ALIMENTO G.	CONVERSION ALIMENTICIA
1. TESTIGO	1495.3	4355.4	2.92
2. BHT POLVO	1515.6	4295.6	2.84
3. BHT LIQUIDO	2066.7	4831.1	2.34
4. ETQ	1876.1	4547.6	2.43
5. ENDOX	1946.7	4659.6	2.39
6. BHT + AC. FOSFORICO	1887.6	4578.3	2.43

* PESO PROMEDIO INICIAL POR POLLO 41.8 G.

CUADRO "B"

RESULTADOS PROMEDIO DE LA PIGMENTACION EN TARSOS DESCONGELADOS CON UN COLORIMETRO DE REFLECTANCIA.

TRATAMIENTOS	L*	A*	B*
1. TESTIGO	56.96 ± 1.14	5.44 ± 0.62	48.24 ± 5.48
2. BHT POLVO	57.16 ± 2.04	5.19 ± 1.80	55.39 ± 3.65
3. BHT LIQUIDO	56.81 ± 1.86	6.47 ± 0.70	54.86 ± 2.38
4. ETQ	59.10 ± 5.30	6.76 ± 2.80	57.08 ± 1.93
5. ENDOX	54.87 ± 5.30	7.35 ± 2.28	52.31 ± 9.43
6. BHT + AC. FOSFORICO	57.19 ± 0.37	7.56 ± 1.23	55.91 ± 3.60

* COLOR DE LOS TARSOS EN EL SISTEMA CIELAB DE (L) BRILLANTEZ, (A) ENROJECIMIENTO Y (B) AMARILLAMIENTO.

CUADRO "5"

INDICE DE PEROXIDOS Y CONTENIDO DE XANTOFILAS EN LOS ALIMENTOS EL DIA DE FABRICACION Y 30 DIAS DESPUES.

TRATAMIENTOS	INDICE DE PEROXIDOS BASE ETHEREA (MEQ/KG)				XANTOFILAS PPM	
	INICIADOR		FINALIZADOR		0	30 DIAS
	0	30 DIAS	0	30 DIAS		
1. TESTIGO	12.0	10.6	6.3	11.4	44.8	45.0
2. BHT POLVO	7.6	8.7	3.9	9.7	41.2	30.5
3. BHT LIQUIDO	7.6	8.8	NSD	5.0	42.6	31.0
4. ETQ	1.4	NSD	NSD	4.3	40.2	32.2
5. ENDOX	10.2	8.3	NSD	12.2	39.8	31.3
6. BHT + AC. FOSFORICO	6.6	10.2	NSD	6.9	31.8	30.0

CAPITULO "5"

EVALUACION DEL MERCADO.

5.1 ANTIOXIDANTES PRESENTES EN EL MERCADO.

5.2 MERCADO POTENCIAL.

5.3 CLIENTES PRINCIPALES.

PRODUCTOS

5.1

BHT:

- 1)** antioxidante utilizado en la Industria de Alimentos Balanceados.
- 2)** Preserva la degradación de los Ingredientes o alimentos balanceados terminados, sobre todo, después de la segunda semana de haberse tratado con BHT.
- 3)** Prevee el enranciamiento originado por la oxidación de los ácidos grasos insaturados y de otras sustancias lipídicas, aunque no existe suficiente soporte técnico para medir esta acción.

ETQ:

- 1)** Antioxidante aprobado en 1961 para uso exclusivo en Ingredientes y alimentos balanceados para animales.
- 2)** Protege grasas aceites y otros ingredientes alimenticios del ataque de la oxidación.
- 3)** Mejora la pigmentación de xantofila en piel y yemas de aves de corral. Simplemente porque su acción es inmediata, después de su aplicación.

ENDOX Y REDOX:

- 1)** Mezcla del antioxidante BHA combinado con compuestos sinérgicos, que previenen la oxidación en piensos -- animales, grasas, aceites y premezclas de vitaminas.
- 2)** Los ingredientes específicos son BHA EDTA, Acido Fosfórico Monoglicéridos y Diglicéridos.
- 3)** Es una combinación de quelatos y antioxidantes específicamente, designados para retardar la auto-oxidación, atacando los dos primeros pasos en el proceso de oxidación.

PRESENTACION

B.H.T.	Polvo cristales banco Grado Alimentario 99% Sacos de 25 Kilos
E.T.O.	Líquido café oscuro Susceptible al aire y la luz Insoluble en agua Soluble en grasas y aceites Concentración 20%, 60% y 90% Tambores de 200 Kilos
REDOX	Polvo fino Color claro Sin olor característico Concentración 90% Sacos de 25 Kilos
ENDOX	Polvo fino y líquido Concentración 90% Humedad 6% máximo Sacos de 25 Kilos

DISTRIBUCION DEL MERCADO EMPRESAS

ENDOX/REDOX 25.0%

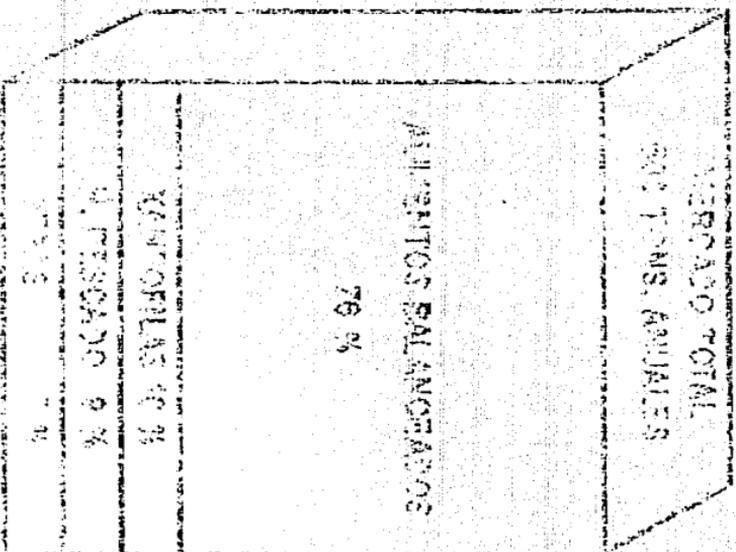
B.H.T. 20.0%

F.T.O. 55.0%

MERCADO ANUAL ESTIMADO 500 TONS.

DISTRIBUCION DEL MERCADO

19503



5.3 CLIENTES PRINCIPALES:

NOMBRE	LOCALIDAD	CONSUMO MENSUAL DE ANTIOXIDANTE (TONS)	IMPORTE MILLONES DE PESOS
Comercial Reka	México, D.F.	4 Tons.	43 M\$
Previtep	Tepatitlán, Jal.	5 Tons.	58 M\$
Purina	México-Tehuacán Chinameca y Qro.	3 Tons.	36 M\$
Anderson Clayton	Guadalajara-La Presa	2 Tons.	27 M\$
Bachoco	Celaya-Cd.Obregón	5 Tons.	60 M\$
Porcicultores Unidos	La Piedad, Mich.	2 Tons.	28 M\$
Rodolfo Camarena	Tepatitlán, Jal.	2 Tons.	29 M\$
Grupo Romero	Tehuacán, Pue.	4 Tons.	45 M\$
Avícola Huevo Jal.	Tepatitlán, Jal.	3 Tons.	43 M\$
Univasa	Mérida, Yuc.	2 Tons.	29 M\$
TOTAL =		32 Tons.	398.5 M\$

CAPITULO " 6 "

EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO.

- 6.1 COMPARACION DE PRECIOS BHT LIQUIDO CONTRA OTROS ANTIOXIDANTES.
- 6.2 COSTO VARIABLE.
- 6.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.
- 6.4 LISTA DE EQUIPO Y MONTO DE LA INVERSION.
- 6.5 PROYECCION DE VENTAS.

6.1

COMPARACION DE PRECIOS DE LOS ANTIOXIDANTES PRESENTES EN EL MERCADO:

PRODUCTO	DOSIS	PRECIO UNITARIO	PRECIO POR DOSIFICACION
ETQ	250 ml.	\$ 11,060/l.	\$ 2,765.00
ENDOX	175 g.	16,600/Kg.	2,905.00

6.2

COSTO VARIABLE:

Para fines de esta evaluación comercial, tomaremos como base los precios de venta de los productos presentes en el mercado, por lo que podremos tomar un 50% de utilidad a costo variable.

Emplearemos para venta tambores de 200 litros, con un costo en el mercado de \$ 50,000.00.

Los tambores serán propiedad del cliente y se les podrán comprar a éstos una vez usados, al 50% del precio de mercado vigente.

MATERIA PRIMA	FACTOR DE RENDIMIENTO POR LITRO DE PRODUCTO	X	COSTO POR UNIDAD	=	PRECIO UNITARIO
BHT	0.250 g.		\$ 6,500		\$ 1,625
Mezcla Aceite	0.900 ml.		850		765
Envase de plás.	0.005		50,000		250
TOTAL COSTO VARIABLE					\$ 2,640/l. de solución

6.3

DIAGRAMA DE BLOQUES Y EQUIPO SUGERIDO:



6.4

COSTO DE EQUIPO:

E Q U I P O	COSTO MILLONES DE PESOS
TANQUE DE MEZCLADO 800 LTS. ACERO AL CARBON	8.0
FLECHA Y AGITADOR	1.5
TOLVA ACCESO BHT SOLIDO	0.5
INSTRUMENTACION	2.5
VARIOS	1.0
T O T A L =	13.5 Millones de Pesos

6.5

PROYECCION DE VENTAS:

El mercado agropecuario es un mercado que basa sus negociaciones y mercadeo de productos en resultados de pruebas in vitro y en campo.

Para efectuar una proyección de ventas y tener un estimado de utilidad a margen variable, tomaremos en cuenta un porcentaje creciente anual de participación de mercado con el producto y diferentes inflaciones estimadas:

	1990	1991	1992	1993	1994
Precio de Venta \$/Kg.	\$ 5,280	\$ 6,019	\$ 6,922	\$ 8,098	\$ 9,475
Volumen de Venta (Tons)	54	75	125	130	120
Ventas Totales (Miles \$)	285,120	451,425	865,250	1,052,740	1,137,000
Costo Variable	2,640	3,209	3,661	4,350	4,938
Costo Total (Miles \$)	142,560	240,675	457,625	565,500	592,560
Utilidad a M.Variable (M\$)	142,560	210,750	407,625	487,240	544,440
OBSERVACIONES	14% F. INF.	15% F. INF.	17% F. INF.	17% F. INF.	20% F. INF.

CONCLUSIONES

El uso de los antioxidantes es indispensable, dada la tecnología y manejo que se tiene en la industria de Alimentos Balanceados, aunado a la escasez de algunos granos (maíz, sorgo) que ocasiona al consumidor tener producto almacenado por 45 o 60 días de consumo.

De acuerdo a los resultados de la prueba de campo efectuada con los diferentes antioxidantes y el BHT líquido, podemos concluir que el BHT líquido tiene un efecto importante sobre el comportamiento productivo del pollo de engorda, ya que mejora el crecimiento y la conversión alimenticia (2.34), por lo tanto, el productor podrá disminuir el tiempo de estadía del animal en granja.

Por lo que se cumplió el objetivo de esta tesis, ya que se demostró que el BHT en forma líquida es un antioxidante que mejora la protección del alimento balanceado, y los resultados se traducen en ganancia de peso, cuya resultante final será ahorro para el productor, por la disminución del tiempo de engorda, alimento, manejo y uso de antibióticos; por tanto el objetivo de este trabajo está cumplido.

Económicamente el proyecto de fabricación es rentable, ya que la inversión será mínima, de acuerdo al margen de utilidad variable que se obtendrá.

La introducción del producto al mercado, no tendrá mayores problemas, ya que para efectos de promoción, los resultados de la prueba de campo, serán un punto muy importante para el comprador o nutriólogo en comparación con los otros antioxidantes presentes en el mercado, y aunado a los beneficios adicionales que el BHT líquido produce en tarsos, piel y huevo, como son mejor amarillamiento y enrojecimiento respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A) ROBERT G. RATCLIFF ET AL 1960 COMPARISON OF TWO ANTIOXIDANTS AND TWO SOURCES. (MISSISSIPPI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION JOURNAL ART. N° 879.
- B) BARTOV AND S. BORNSTEIN STABILITY OF ABDOMINAL FAT AND MEAT OF BROILERS: COMBINED EFFECT OF DIETARY VITAMIN E AND SYNTHETIC ANTIOXIDANTS. POULTRI SCIENCE JULY 1980.
- C) C.W CARLSON ET AL, NOV 1963.
SOME EFFECTS OF DIETARY PIGMENTERS ON EGG YOLKS AND MAYONNAISE.
- D) MARION EHRICH, JUNE 1986 ABILITY OF ETQ AND BUTYLATED HIDROXYTOLUENE TO COUNTERACT DELETERIOUS EFFECTS OF DIETARY AFLATOXIN IN CHICKS.
AVIAN DISEASES VOL 30, N° 4.
- E) BARTOV AND BORNSTEIN, 1967
STUDIES ON EGG YOLK PIGMENTATION POULTRY SCP 45 (297-305).
- F) COUCH J.R. 1959.
E.T.Q. ON EGG PIGMENTATION FEEDSTUFFS 31 (7) 42.
- G) SUE C.WITT NOV. 1971.
CAROTENOID STORAGE STABILITY IN DRUM DRIED J.AGR. FOOD CHEM, VOL. 19.
- H) FERNANDO JOSE MENENDEZ, 1975.
LA INVESTIGACION DE MERCADOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA DE MEXICO.
- I) MERCK AND CO. INC. 1970.
EL MANUAL MERCK DE VETERINARIA, 1A. EDICION.

- J)** THE MERCK INDEX 9A EDICION 1976.
- K)** BOLETINES TECNICOS.
- SHERWIN WILLIAMS
BOLETIN # AOX-11, AOX-2, AOX-2A.
 - SHELL
BOLETIN SC 13-74.
- L)** JONES ET AL, 1976 THE ANTIOXIDANTS USED FOR PRESERVATION OF FATS, VITAMINS AND XANTOFILES.
- M)** JONES ET AL 1986 ANTIOXIDANT USE IN BROILER FEED.
- N)** T.D. RUNELS ET AL, 1966 THE RELATIVE EFFECT OF ETHOXYQUIN VERSUS BHT ON BROILER PERFORMANCE AND PIGMENTACION.
- O)** ARMANDO S. SHMADA, 1987.
FUNDAMENTOS DE NUTRICION ANIMAL COMPARATIVA.
- P)** ASOCIACION MEXICANA DE ESPECIALISTAS EN NUTRICION ANIMAL, A.C.
MEMORIAS 1983.
- Q)** ING. JORGE MARTINEZ.
QUINONAS DE MEXICO.
(PRECIOS ENVASE Y EXCIPIENTES).
- R)** ING. JUAN ELISEO FRAGOSO
QUINONAS DE MEXICO
(COSTO DE EQUIPO SUGERIDO).
- S)** ICI, SPECIALITY CHEMICALS
AGOSTO 1989.
PAGS. 252-254.