

107
34



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

SOLUCIONES REVELADORAS
PARA FOTOGRAFIA EN
BLANCO-NEGRO Y COLOR

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Q U I M I C O
P R E S E N T A
HECTOR CHONG Y MARTINEZ

TESIS CON
FALSA DE CRIC

MEXICO. D. F.



1989

OCT. 30 1989



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.

I N D I C E

	Pags.
INTRODUCCION	
CAPITULO I	
Historia de la Fotografia.	1
CAPITULO II	
Agentes Reveladores y Clasificación de Agentes Reveladores.	6
CAPITULO III	
Características de los Principales Agentes Reveladores.	15
CAPITULO IV	
Composición de una Solución Reveladora.	26
CAPITULO V	
Materias Primas Utilizadas en Soluciones Reveladoras.	39
CAPITULO VI	
Reacciones Químicas de las Soluciones Reveladoras.	55
CAPITULO VII	
Fórmulas de las Soluciones Reveladoras.	65
CAPITULO VIII	
Revelado.	93
CAPITULO IX	
Conclusiones.	119
CAPITULO X	
Bibliografía.	120

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

En la presentación de éste Trabajo Monográfico de Actualización, se persigue la siguiente finalidad: El estudio de las Soluciones Reveladoras en Fotografía Blanco-Negro y Color.

Para lograr dicha finalidad, se tuvo que hacer una investigación, y recopilación de la mayor cantidad posible de información, - la cuál, se usa en fotografía en diferentes formas y técnicas, que puede servir para control, observación y aplicación en el proceso - de revelado fotográfico.

De ésta información, se obtienen grandes beneficios al estudiar, las reacciones que se llevan a cabo en la elaboración de una solución reveladora, que a simple vista, no es posible observar y - que al detectarlas cuando se inician, se pueden evitar problemas -- posteriores.

Dentro de la información recopilada, encontraremos respuestas a preguntas como: ¿Qué es un agente revelador?, ¿Qué es una solución reveladora?, ¿Cuál es su función principal?, ¿Cuales son las - Materias Primas para su elaboración?, ¿Cuál es su aplicación en el Campo Fotográfico?, ¿Cuales son las formulaciones para Blanco-Negro y Color?, y finalmente ¿Cuál es su aplicación en el Proceso de Revelado?.

En el caso de las soluciones reveladoras de color, su composición y aplicación es más complicada que en Blanco-Negro, ya que -- éstas dependen de las emulsiones de las películas y papeles fotogr^áficos de color.

En la actualidad se utiliza más el revelado en color, ya que - generalmente el de Blanco-Negro es utilizado en trabajos profesionales.

De acuerdo al avance Tecnológico en el campo de la Fotografía, ya son pocas las personas que se dedican a revelar manualmente, ---

esto, es debido a que en la actualidad se utilizan máquinas automáticas llamadas MINI-LAB, las cuales hacen todo el proceso de revelado, obteniéndose una magnífica calidad en fotografías, claro esta, que se tendrán estos resultados si son manejadas correctamente la máquina y las soluciones reveladoras, porque de lo contrario se tendrán pésimos resultados y de nada servirá tener éste tipo de máquina.

Generalmente en Fotografía en Blanco-Negro la calidad que se obtenga, va a depender de la persona, esto es debido a que cada persona tiene diferentes gustos por las tonalidades de la fotografía, algunas les gustan tonos cálidos, grises, fuertes, negros definidos, contrastadas etc., claro está que éstas tonalidades van a depender de la utilización adecuada de las soluciones reveladoras.

C A P I T U L O I

HISTORIA DE LA FOTOGRAFIA

HISTORIA DE LA FOTOGRAFIA.- La fotografía es esencialmente, una imagen del mundo alterada sin la acción directa del hombre. La mano humana no ha intervenido para trazar las líneas o extender los colores, sino que se ha limitado a poner en marcha un aparato y a utilizar unos productos químicos para que la luz reproduzca una parte de la vista percibida por el ojo.

La fotografía se obtiene formando en el interior de una caja cerrada, que solo tiene un orificio, una imagen que impresiona una superficie sensible a los rayos luminosos en la que queda fijada.

El descubrimiento de la acción de los rayos luminosos sobre una superficie sensible se sitúa seguramente en los alquimistas en la edad media. (1)

Otra definición es, el arte de fijar y reproducir las imágenes de los objetos, mediante reacciones químicas, sobre una superficie preparada con sustancias sensibles para la luz. La fotografía nació al escribir sobre la emulsión sensible las imágenes reales de los objetos producidos en la cámara oscura y en la cámara fotográfica. A mediados del siglo XVI J.B. Porta observó las imágenes que producían en el interior de una cámara oscura los rayos luminosos que penetraban por un pequeño orificio e iluminaban la pared opuesta; imágenes que aparecían más precisas colocando en el orificio una lente convergente. (2)

Alberto el Grande (1139-1228) conocía el Nitrato de Plata. -- George Fabricius (1516-1571) disuelve el cloruro de plata. Pero ninguno de ellos parece haber sospechado la acción de la luz sobre dichas sustancias.

El primer informe científico fué presentado en la Real Academia de Ciencias de París en 1694, por el alemán Wilhelm Homberg, -- sobre la luz que ennegrecía los huesos de buey, impregnados con ácido nítrico en una solución de plata.

Los primeros trabajos importantes se deben a Johan Heinrich - Schulze (1687-1744).

El Físico Italiano Giacomo Battista Beccaria (1716-1781) descubre la acción de la luz sobre el cloruro de plata.

El Químico Sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) demuestra - que el negro que da la luz al cloruro de plata es plata rebajada.

Joseph Nicéphère Niepce (1765-1833) fué el primer inventor -- que consiguió captar y fijar una imagen del mundo. Niepce logró lo que hoy llamamos un negativo, que permite obtener todas las pruebas positivas que se descan.

Niepce y Daguerre solo habían intentado obtener directamente la imagen única.

Talbot descubre el negativo y los positivos creando así la -- fotografía tal como se practica generalmente. (1)

Niepce en el siglo XIX ideó usar el betún de judea como substancia sensible. Pero se considera a Daguerre (1789-1851) como el inventor de la fotografía pues dió a conocer en 1839 el procedi--- miento llamado Daguerrotipo, primer método práctico. Una placa de plata sometida a la acción de los vapores de yodo se hace sensible a la luz, y su efecto se intensifica mediante la acción de vapores de mercurio. Sumergiéndola en un baño de una solución de cianuro - potásico, éste disuelve al yoduro que no se haya alterado por la - luz. Talbot reemplazó las placas por el papel fotográfico con cloruro de plata y Niepce de Saint-Victor inventó la placa de vidrio recubierta por una capa de aluminio sensibilizado con el yoduro de plata.

Maddox en 1871 ideó la placa de gelatinobromuro de plata, a - la que trataba por operaciones efectuadas en seco. Posteriormente se han ideado emulsiones cada vez más sensibles y que exigen menos tiempo de exposición. En 1875 Vogel inventó la sensibilización de las placas para las radiaciones de diversos colores, rojos y ----

anaranjados, pues los antiguos sólo se impresionaban por los rayos azules o violetas que contienen la luz blanca. El progreso de la sensibilización ha sido grande, y no sólo se consigue que todos los colores impresionen las placas, sino también los rayos oscuros, ultravioletas e infrarrojos, así como otras radiaciones permite una gran sensibilización, usando soluciones muy diluidas de eosina, fluoresceína, pinaversol etc. Lippman descubrió la fotografía en colores por método interferencial. Después se idearon varios procedimientos de fotografía en color, principalmente por bicromía y tricromía, como el de Lumiere. Puede afirmarse que hoy se reproducen fotográficamente todos los cuerpos y todas las radiaciones. El procedimiento fotográfico comprende una serie de operaciones:

Obtención de una imagen latente, sobre la emulsión fotográfica sensible, sea en vidrio o papel; revelado para que aparezca ésta imagen; lavado y fijado; y otras operaciones accesorias no siempre necesarias, como el virado para darle la coloración deseada, su debilitación o refuerzo; la inversión de la imagen negativa en positiva; la reproducción; la copia, que produce una positiva por contacto o proyección de un negativo; la amplificación o reducción, el montaje de las pruebas etc. A partir de la inversión de los papeles, películas y placas de alta sensibilidad, y de los objetivos enestigmáticos de gran luminosidad, la fotografía adquirió rápidamente categoría artística. La fotografía artística tiene parecidos lineamientos generales que aquellos que norman a las artes plásticas, más otros que surgen de sus cualidades específicas. Son fundamentales la elección del tema, de la luz y del encuadre, y también la acertada expresión del sujeto, si se trata de un retrato.(2)

DAGUERROTIPO.— Es una fotografía que consiste en una imagen blanquecina de plata y mercurio sobre una placa de metal pulido. En su forma original, el procedimiento se efectuaba en cinco --- etapas:

1.- Sobre una cara de una placa de cobre o de latón se aplicaba una capa de plata y luego se pulía bien.

2.- Se sensibilizaba la placa colocándola en una caja hermética que contenía cristales de yodo, cuyos vapores reaccionaban con la superficie de la placa formando yoduro de plata amarillento.

3.- Se exponía la placa en una cámara a plena luz del día; las exposiciones, con los lentes objetivos de la época de Daguerre, duraba hasta 20 minutos. Puesto que la imagen se formaba en la superficie de la placa, estaba invertida de izquierda a derecha, algunos expertos colocaron en sus cámaras unos espejos para obtener imágenes correctas, pero la mayoría de los daguerrotipos eran aceptados en su forma invertida.

4.- Se revela la placa en una caja que contenía un plato -- con mercurio calentado a unos 75°C . Durante ésta etapa del proceso el vapor de mercurio se fijaba en las paredes expuestas de la placa, formando una imagen blanquecina compuesta por una amalgama de plata. Al sostener la placa para que las partes de plata-- pulida no expuestas reflejasen un color obscuro, la imagen aparecía positiva.

5.- La imagen era fijada en una solución de Tiosulfato de sodio (Hiposulfito) y luego se lavaba y secaba.

Los daguerrotipistas descubrieron pronto que la rapidéz de la placa podía aumentarse sensibilizándola alternativamente con vapores de yodo y de bromo, y que podía mejorarse el tono y la fuerza de la imagen con solución de cloruro de oro después de -- fijado.

(5)

La placa de plata perdía su brillantez y se deslucía rápidamente por las huellas dactilares que quedaban marcadas en la superficie. La imagen propiamente dicha era muy fragil. Para protegerla se colocaba sobre la placa una hoja de metal con una ventana por la que aparecía la imagen. Todo ello se cubría con un cristal que se sujetaba por medio de un fino marco decorativo metálico. Que podía ser colocado en posición correcta doblándolo con los dedos. El conjunto se introducía en un pequeño estuche de cuero forrado de terciopelo y con tapa sujeta por bisagras. (3)

C A P I T U L O I I

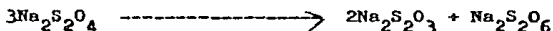
AGENTES REVELADORES Y CLASIFICACION DE AGENTES REVELADORES

AGENTES REVELADORES.— Los Agentes Reveladores pertenecen al grupo de los compuestos químicos llamados Agentes Reductores. No todos los agentes reductores pueden ser usados como agentes reveladores; sólo muy pocos pueden distinguir entre granos expuestos y no expuestos a la luz. La acción de un agente revelador sobre granos expuestos y no expuestos (o poco expuestos) se distingue por su proporción. (4)

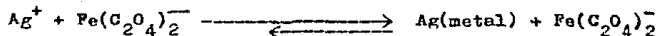
Los agentes reveladores son una clase de sustancias reductoras las cuales, bajo determinadas condiciones, son capaces de reducir cristales de haluro de plata que han sido previamente expuestos a la luz, sin que los granos que no hayan sido afectados por ésta sean atacados en un intervalo de tiempo parecido o poco mayor. Además de ser capaz de diferenciar entre el haluro de plata expuesto y el no expuesto, para ser práctico, un agente revelador debe reunir las siguientes condiciones:

- 1.— Tener la suficiente energía para revelar la imagen latente adecuadamente.
- 2.— Estar libre de tendencia a la producción de velo.
- 3.— Debe poseer una estabilidad razonable en solución.
- 4.— Debe ser soluble en agua o en la presencia de sulfito o un álcali.
- 5.— No debe ejercer acción reblandecedora sobre la capa de gelatina.
- 6.— Sus propiedades reveladoras no deben variar grandemente para diferentes cambios de temperatura, dilución o composición de la solución.
- 7.— Es deseable aunque no completamente necesario, que no sea tóxico. (5)

AGENTES REVELADORES INORGANICOS.— Prácticamente todos los agentes reveladores de empleo general son para u orto-difenoles, disminas o aminofenoles. Existen sin embargo, un cierto número de agentes--reveladores inorgánicos, si bien ninguno de ellos persiste como de uso corriente y algunos de ellos solamente presentan interés desde el punto de vista teórico. La hidroxilamina (6) (NH_2OH) y la hidrazina (7) (NH_2NH_2) por ejemplo, revelan lentamente en una solución alcalina, pero las burbujas de nitrógeno y óxido nitroso que se forman tienden a romper la gelatina. El fluoruro ferroso (FeF_2) — revela en solución ácida, pero no es utilizable en la práctica debido a la formación de ácido fluorhídrico. El peróxido de hidrógeno (8) (H_2O_2) revela en solución fuertemente alcalina, pero produce algo de velo y se descompone rápidamente para que resulte practico su empleo. Algunos compuestos de cobre, cromo, tungsteno (9), vanadio (10) y molibdeno, revelan bajo ciertas condiciones, pero su interés es solamente teórico. El hidrosulfito de sodio (11) — ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), es un revelador mejor que los anteriores, pero tiende al velo, se oxida rápidamente y se descompone según la siguiente reacción:



El único agente revelador inorgánico de alguna utilidad práctica es el oxalato ferroso (12), el cual se prepara por adición de sulfato ferroso a un exceso de oxalato de potasio en solución ácida. Entonces se forma la sal doble $\text{K}_2\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ la cual se disocia en FeC_2O_4 y $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ siendo el verdadero ión revelador el $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)$. La reacción es la siguiente:



Como revelador, el oxalato ferroso es notable por la ausencia de velo, y el depósito de plata queda de un color muy negro. Requiere sin embargo, más exposición que los reveladores orgánicos —

más enérgicos, y ya no se emplea en la actualidad.

Los tartratos, citratos, lactatos y formiatos de fierro son también buenos reductores pero menos efectivos que el oxalato.(13)

Además del oxalato ferroso y del hidrosulfito de sodio, cuyo empleo describiremos en los párrafos siguientes; muchas sales metálicas y algunos compuestos metaloideos han sido señalados como --- susceptibles de revelar la imagen latente; pero sin que hasta ahora se haya previsto su utilización práctica; entre las que se pueden utilizar en soluciones debilmente ácidas citamos el cuproxalato de amonio (J. Carey-Lee 1878) y los titanoxalatos y molibdenoxalatos de sodio (T. Pavolini 1933; H. Amman Brass 1937) o el sulfato ---- ferroso en presencia de un fluoruro alcalino que transforma la sal férrica formada en un complejo no oxidante (J. Pouradier 1944) y --- entre los utilizables en soluciones básicas, el peróxido de hidrógeno, o agua oxigenada (HO-OH) (M. Andresen 1899), la hidroxilamina (NH₂OH) (C. Egli y A. Spiller 1884), y la hidrazina (NH₂-NH₂) - (M. Andresen 1891).

Agente Revelador al Oxalato Feroso.--- Este tipo de agente revelador (Carey Lee 1877) ya no se utiliza en la práctica fotográfica por varias razones; su bajo potencial de reducción solamente le permite revelar clichés(plancha o grabado en metal para la impresión. Imagen fotográfica negativa) muy expuestos, y tanto su -- preparación como su utilización requieren muchas más precauciones que los agentes reveladores orgánicos; estas causas de inferioridad práctica no se hallan compensadas por ninguna ventaja económica apreciable, pero en cambio, éste agente revelador presenta, --- para diversas aplicaciones científicas, la ventaja de que no contienen ningún disolvente de bromuro de plata con lo que se evitan diferentes perturbaciones debidas al empleo de los agentes reveladores corrientes; es el único agente revelador con el que se evita por completo el velo del revelado y también el único que forma una imagen de un gris perfectamente neutro, totalmente exento de ----

cualquier producto de oxidación.

El revelador de Oxalato Ferroso se prepara, en el momento del empleo, vertiendo lentamente, y agitando sin cesar, un volumen de una solución al 25% de Sulfato Ferroso muy ligeramente ácido en -- tres volúmenes de una solución al 25% de Oxalato neutro de potasio el resultado es la obtención de un líquido límpido rojizo (solu--- ción de ferroxalato de potasio) que se utiliza sin adición de bromuro de potasio (excepto cuando se corrige un exceso de exposición en este caso, basta con una concentración muy débil).

El Hiposulfito de Sodio, empleado en dosis muy pequeñas (aproximadamente 1 cm^3 de una solución al 0.1% por cada litro de revelador, añadido en el momento del empleo), determina una aceleración muy apreciable del revelado, debido según parece, a la destrucción de la sal férrica antagónica; en exceso del mismo produce un velo intenso y hasta algunas veces una inversión de la imagen, en cuyo caso el velo es más denso que la imagen.

Agente Revelador al Hiposulfito de Sodio.— El empleo de éste agente revelador, fué propuesto en 1893, por W.B. Bolton; junto -- con el Oxalato Ferroso constituyendo los únicos agentes revelado--- res en los que hay una equivalencia rigurosa entre el peso de plata reducida y el peso de reductor oxidado (E. Calzavara 1935). --- Puede revelar las emulsiones positivas en solución neutra, más --- para el revelador de los negativos debe acidificarse con Bisulfito de Sodio, o mejor aún, con un ácido orgánico y una de las sales -- alcalinas como compensador. En el transcurso de su oxidación espon--- tánea al aire libre, una solución de hidrosulfito pierde su poder revelador antes que sus propiedades reductoras; la solución practi--- camente oxidada revela en tonos fuertes los papeles de cloruro de plata.

A Seyewetz ha recomendado, en 1931, el empleo de un "Revela--- dor Desensibilizador" para las emulsiones no cromatizadas; su pro-

cedimiento consiste en disolver, en el momento del empleo, la mezcla de los productos que indicamos a continuación, en 100 cm³ de agua.

Hiposulfito de Sodio, 6 gr.; Bromuro de Potasio, 2 gr.; Bisulfito de Sodio, 4 gr.

La aparición de la imagen se realiza muy lentamente, pero, en cambio, el contraste aumenta rápidamente.

Al cabo de un minuto de inmersión en el revelador, la rapidéz de una emulsión negativa se reduce aproximadamente a 1/20 parte, lo cual permite iluminarse con una luz inactínica mucho más fuerte. En las emulsiones cromatizadas, se forma siempre un velo, incluso cuando se revela a la obscuridad.

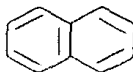
Para el revelado de diapositivas o de pruebas sobre papel, se reduce a la mitad la concentración prevista; al cabo de 30 seg. de inmersión ya se puede utilizar una intensa luz amarilla. (14)

AGENTES REVELADORES ORGANICOS.— Los primeros agentes reveladores orgánicos que se conocieron eran derivados del Benceno, del Naftaleno y de sus homogeneos; una regla aproximada formulada simultaneamente en 1891 por A. L. Lumiere y por M. Andresen, permitía prever si un cuerpo de constitución química conocida sea o no un revelador; si bien se conocen actualmente muchas excepciones a ésta regla, la cual por cierto ha tenido que ser modificada con frecuencia, todavía sigue aplicandose a casi todos los reveladores de uso corriente; la cláusula esencial de dicha regla se enuncia de la siguiente manera: Para que una substancia cíclica carbonada sea un agente revelador, 2 átomos de carbono de su núcleo (o de un mismo núcleo), en posiciones relativas orto o para deben llevar cada una un oxidrilo (OH función fenol) o un grupo amino (NH₂ función amino) se dice que un cuerpo que cumpla ésta condición posee la función reveladora así, pues, de los 3 difenoles que derivan del benceno, de igual fórmula C₆H₄(OH)₂, la Piracatequina (derivado orto) y la Hidroquinona (derivado para) son agentes reveladores, mientras que

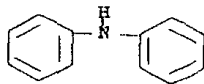
la Resorcina (derivado meta) no constituye un agente revelador práctico.



Benceno



Naftaleno



Difenilamina

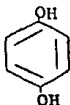
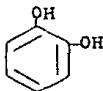
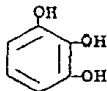
La presencia de grupos suplementarios (OH) o (NH) en el mismo núcleo, en posición orto o para con relación a uno de los dos restantes aumenta el potencial de reducción.

Los hidrógenos de uno o varios grupos (NH₂) pueden ser substituidos por restos de carburos o de alcohol sin que se anule la función reveladora, ninguna substitución es posible en los grupos (OH)

Las propiedades reveladoras pueden mejorarse, atenuarse o ser anuladas por varios substituyentes contenidos en los otros átomos de carbono del núcleo.

Entre los agentes reveladores no previstos por estas reglas, - varios de los cuales se han patentado recientemente con el fin de - ser utilizados en los reveladores de poca granulación o en los reveladores cromógenos, citaremos varios derivados heterocíclicos nitrogenados que se relacionan con la piridina o la quinoleína. (14)

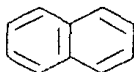
A continuación se dan las fórmulas estructurales de algunos -- agentes reveladores orgánicos conocidos:

Paradihidroxibenceno
(Hidroquinona)Ortodihidroxibenceno
(Catecol)Trihidroxibenceno
(Pirogalol)

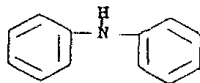
la Resorcina (derivado meta) no constituye un agente revelador práctico.



Benceno



Naftaleno



Difenilamina

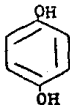
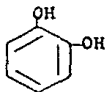
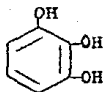
La presencia de grupos suplementarios (OH) o (NH) en el mismo núcleo, en posición orto o para con relación a uno de los dos restantes aumenta el potencial de reducción.

Los hidrógenos de uno o varios grupos (NH₂) pueden ser substituidos por restos de carburos o de alcohol sin que se anule la función reveladora, ninguna substitución es posible en los grupos (OH)

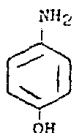
Las propiedades reveladoras pueden mejorarse, atenuarse o ser anuladas por varios substituyentes contenidos en los otros átomos de carbono del núcleo.

Entre los agentes reveladores no previstos por estas reglas, - varios de los cuales se han patentado recientemente con el fin de ser utilizados en los reveladores de poca granulación o en los reveladores cromógenos, citaremos varios derivados heterocíclicos nitrogenados que se relacionan con la piridina o la quinoleína. (14)

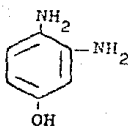
A continuación se dan las fórmulas estructurales de algunos -- agentes reveladores orgánicos conocidos:

Paradihidroxibenceno
(Hidroquinona)Ortodihidroxibenceno
(Catecol)Trihidroxibenceno
(Pirogalol)

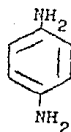
(12)



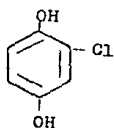
p-aminofenol



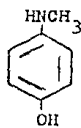
o,p-diaminofenol



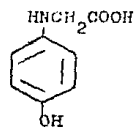
p-fenilendiamina



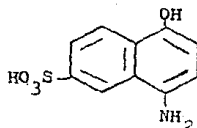
Clorohidroquinona
(aduroil)



N-metil-p-aminofenol
(metol, elon, etc)



Glicina



Eiconógeno

Debe advertirse que todos estos agentes reveladores contienen al menos dos hidroxilos (OH), dos grupos amino (NH_2) o un grupo — hidroxilo y otro amino y que estos se encuentran indistintamente — bien en la posición orto o para del núcleo bencénico. Existe un — número corto de agentes reveladores que contienen solamente uno de estos grupos pero todos los agentes reveladores orgánicos conocidos contienen al menos uno de ellos. Parece ser por lo tanto que — éstos son los dos grupos activos en todos los agentes reveladores orgánicos. Los hidrógenos en un grupo amino pueden ser reemplazados por un radical metilo ($-\text{CH}_3$) como en el N-metil-p-aminofenol, ó con dos radicales metilo ($-(\text{CH}_3)_2$) como en la N,N-dimetil-p-fenilendiamina. Además en el anillo aromático pueden existir sustituyentes del tipo ($-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$, $-\text{CH}_3$) como el de la clorohidroquinona y metilhidroquinona.

La sustitución de un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) como en la gli—

cina, o un grupo sulfónico ácido $-(\text{HSO}_3)$ como en el eiconógeno, -- proporciona reveladores utilizables de poca energía. La adición de un grupo nitro $-(\text{NO}_2)$, sin embargo, destruye completamente las propiedades reveladoras. (13)

A principios del siglo XX Andresen en Alemania paralelamente Lumiere en Francia, intentaron descubrir la relación existente --- entre las estructuras químicas y las propiedades reveladoras a --- partir de un estudio entre las similitudes en la estructura química de los agentes reveladores conocidos y sus características como tales. (15)

Como resultado de estos estudios se llegó a las siguientes -- conclusiones:

1.- Los compuestos aromáticos, para ser capaces de actuar --- como reveladores deben contener dos grupos hidroxilo, dos amino ó un grupo hidroxilo y otro amino.

2.- En los derivados bencénicos, los grupos amino e hidroxilo deben estar en las posiciones relativas orto o para.

3.- Los compuestos que contienen grupos en la posición para -- son reveladores más enérgicos que aquellos que los tienen en la -- posición orto.

4.- Si los hidrógenos del grupo amino se reemplazan por gru-- pos alquilo, el agente revelador se hace más enérgico.

5.- La sustitución de cloro o bromo por hidrógeno en los nú-- cleos bencénicos aumenta el poder revelador.

6.- La sustitución del hidrógeno en los núcleos bencénicos -- por grupos ácidos tales como $-(\text{COOH})$ y $-(\text{HSO}_3)$, disminuye la actividad reveladora de la sustancia.

7.- Los compuestos que contienen dos grupos hidroxilo requie-- ren un álcali para el revelado. Los agentes reveladores que contie-- nen un grupo hidroxilo o amino revelan sin álcali, pero no con la rapidez suficiente para su empleo en general.

C A P I T U L O I I I

C A R A C T E R I S T I C A S D E L O S P R I N C I P A L E S A G E N T E S R E V E L A D O R E S

ADUROL.- (Clorohidroquinona, Cloroquinol, CHQ, Quinitol, Cloronal). Cloro o Bromo-1,4-dihidroxibenceno, $C_6H_4(OH)_2 \cdot Cl$.

Como reveladores, estos compuestos son parecidos a la hidroquinona, pero tienen un menor potencial de reducción y les afecta menos la temperatura, presentando menos tendencia al velo y menos oxidación que con la hidroquinona. A pesar de estas ventajas, la combinación de hidroquinona y metol es más popular y los productos clorosustituídos se emplean principalmente en la obtención de tonos calientes sobre papeles reveladores de cloruro y clorobromuro.

AMIDOL.- (Acrol, Dianol) Clorohidrato 2,4-diaminofenol, $C_6H_3(OH)(NH_2) \cdot 2ClH$.

El diaminofenol es un agente revelador enérgico solamente con sulfito de sodio. También revela en solución ácida, pero más lentamente. Los cristales blancos o grisáceos en forma de agujas de este compuesto se disuelven fácilmente en agua, pero se oxida rápidamente sin decoloración apreciable y en unas pocas horas las soluciones no son utilizables como reveladores. (18)

El diaminofenol se usa ahora principalmente para el revelado de papeles cloruro y clorobromuro que producen tonos negros fríos de gran riqueza. Se usa casi siempre solo, si bien el diaminofenol-piro ha sido recomendado como revelador negativo, funcionando el piro como revelador sin un álcali en presencia del diaminofenol.

CATECOL.- (Pirocatequina, Kachina, Catechin, 1,2-dihidroxibenceno, $C_6H_4(OH)_2$).

El catecol es químicamente parecido a la hidroquinona que es el correspondiente derivado para. Los productos de oxidación del catecol al igual que los del pirogalol, curten la imagen. (19) Esta propiedad ha sido utilizada para producir imágenes de gelatina en relieve para la reproducción en color.

El catecol difiere de otros agentes reveladores orgánicos en

que funciona casi normalmente en presencia de hiposulfito, lo cual lo hace especialmente adecuado para combinar fijado y revelado.

Recientemente ha sido introducida por Johnson and Sons Ltd. - una combinación de catecol y p-fenilendiamina para el revelado de grano fino, con el nombre de meritol.

FENIDONA.- La fenidona (1-fenil-3-pirazolidona), cuyas propiedades reveladoras fueron descubiertas por los laboratorios Ilford en 1940, posee casi todas las propiedades del metol, con algunas ventajas propias. Una propiedad que comparte con el metol es la de activar la hidroquinona, de forma que una mezcla fenidona-hidroquinona (FQ) constituye un revelador muy útil y activo. Usada sola, la fenidona da sensibilidad de emulsión pero bajo contraste, y tiende al velo. Por estas razones no se aconseja usarla sola. En cambio, mezclada con hidroquinona produce una gran variedad de reveladores de diferentes tipos. El metol también ofrece esta actuación, pero la fenidona lo hace con menor cantidad.

Derivados más estables de la fenidona han sido propuestos sobre todo para usar en reveladores concentrados. Entre éstos se incluyen la Fenidona Z (1-fenil-4-metil-3-pirazolidona) y la Dimazona (1-fenil-4,4-dimetil-3-pirazolidona). (4)

GLICINA.- (Athenon, Kodurool, Monazol). N-(1,4-dihidroxifenilglicina), (ácido 4-hidroxifenilamino-acético). $C_6H_4(OH)(NHCH_2COOH)$

Como revelador, la glicina es lenta pero fuerte. Es esencialmente adecuada por el grano fino de la plata reducida y carece de velo. A diferencia de otros agentes reveladores, la glicina no se oxida directamente por la acción del aire y no produce imágenes coloreadas. Se mantiene bien en disolución y es especialmente adecuada para empleo continuo en tanque. En la actualidad se emplea principalmente en combinación con la p-fenilendiamina o el metol para revelado de negativos de grano fino, y con hidroquinona para

tonos calientes en papeles cloruro y clorobromuro.

HIDROQUINONA.— (Hydrochinon, Hydroquinona, Quinol). 1,4-dihidroxibenceno. $C_6H_4(OH)_2$.

La hidroquinona es también un agente revelador lento pero --- potente. El período de inducción es comparativamente largo, pero -- la aparición de densidad tiene lugar rápidamente una vez que la -- imagen ha aparecido, resultando que el coeficiente aritmético (factor de Warkins) es bajo. En este aspecto la hidroquinona es casi -- el polo opuesto del metol, diaminofenol, p-aminofenol, etc.

La hidroquinona se emplea sola principalmente para trabajar -- con grandes contrastes y grandes densidades. Puede emplearse con ---- los carbonatos alcalinos o álcalis cáusticos, produciendo con ---- estos últimos mayor densidad y contraste, o con p-formaldehído. La actividad de los reveladores de hidroquinona se retarda grandemente a temperaturas bajas haciéndose prácticamente inerte por debajo de $55^{\circ}F$ ($13^{\circ}C$). A temperaturas por encima de $70^{\circ}F$ ($21^{\circ}C$) puede encontrarse velo excesivo y manchas. Además de, para el trabajo de -- procesado, la hidroquinona se emplea corrientemente con metol ---- (metil-p-aminofenol). Los dos compuestos se complementan admirablemente para formar un tipo de revelador que para fines generales es muy superior a cualquier otro solo y que a causa de su adaptabilidad es el revelador más usado en la actualidad. (20)

METOL.— (Elon, Enol, Genol, Monol, Monotol, Photol, Pictol, -- Rhodol, Veritol). Metil-p-aminofenol. $C_6H_4OH(NHCH_3)$.

El metol es un revelador enérgico. El período de inducción es corto y el coeficiente aritmético, elevado; en otras papabras, la imagen aparece rápidamente, pero la densidad y contraste aparecen lentamente.

La adición de hidroquinona produce un revelador con las características de energía y producción del detalle, características -- del metol y las características de densidad y producción de con---

traste de la hidroquinona. Sin embargo, las propiedades de un revelador metol-hidroquinona no son tan sencillamente la suma de las propiedades de los dos agentes. La rapidez de revelado medida, bien por el crecimiento de la densidad o por el contraste, es mayor para los dos agentes cuando se emplean juntos que la suma de los dos actuando separadamente. Se ha sugerido que el aumento de actividad del metol-hidroquinona empleados conjuntamente se debe a la formación de complejos similares a la combinación introducida por A. y L. Lumiere como metoquinona(MQ). Parece ser, sin embargo, ahora, que el efecto de añadir metol a un revelador de hidroquinona es el de reducir el período de inducción, avanzando el revelado hasta el punto en el cual la hidroquinona actúa como un revelador activo. (21) De esta forma la hidroquinona hace sentir antes su influencia de lo que de otra forma lo haría. El efecto máximo se produce dentro de un intervalo de pH de 9.0 a 10.5. Conforme disminuye el pH, el papel desarrollado por la hidroquinona pierde importancia.

Ordinariamente se emplean los carbonatos alcalinos o los boratos, pero el metol es capaz de revelar por si solo sin álcali y se han recomendado fórmulas de metol-sulfito: (a), como reveladores - compensadores para el revelado de asuntos de contraste externo, y (b), como reveladores de grano fino. (20)

PARAMINOFENOL.- (Kodalon, Rodinal, Azol). 1-4-aminofenol $C_6H_4(OH)(NH_2)$, base $C_6H_4(OH)(NH_2).HCl$ Clorhidrato.

Cuando se emplea con los carbonatos alcalinos, el p-aminofenol constituye un revelador suave que no presenta ninguna tendencia a producir velo de revelado incluso a temperaturas considerablemente por encima de lo normal. Es por lo tanto especialmente adecuado para revelado a temperaturas altas. Sin embargo, en la práctica el p-aminofenol es menos popular que el metol, aunque se agota más rápidamente.

Pueden prepararse reveladores fuertemente concentrados de gran conservación, añadiendo p-aminofenol a una solución de metabisulfito de potasio y añadiendo después suficiente hidróxido de sodio para disolver la base libre que se ha precipitado. Un revelador de éste tipo fué patentado e introducido en el mercado por la casa Agfa con el nombre de "Rodinal". (22)

PARAFENILENDIAMINA.— (Diamino, Diamina F, Dianol, Diamina H) (Clorhidrato) P.D.H., 1,4-diaminobenceno. $C_6H_4(NH_2)_2$. base $C_6H_4(NH_2)_2 \cdot 2HCl$ Clorhidrato.

La para y posiblemente la ortofenilendiamina son los únicos reveladores en los cuales la granulosidad de la imagen es decididamente más baja que en otros agentes reveladores. El grano fino se debe a su acción disolvente sobre el haluro de plata y a su bajo potencial de reducción. Estos dos factores impiden el revelado completo de la imagen latente, necesitándose por tanto un aumento en la exposición en comparación con otros reveladores más energéticos, y es posible que el revelado sea en gran parte del carácter asociado con el revelado físico, en el cual la plata se deposita sobre la imagen latente a partir de una solución portadora de la plata.

La plata depositada es dicróica, es decir, negra para la luz transmitida, y color crema para la reflejada. La densidad de reproducción es mayor que la visual, de forma que ciertos negativos que puedan parecer faltos de densidad y contraste pueden ser de buena calidad para la reproducción.

La p-fenilendiamina se combina frecuentemente con la glicina, el metol u otros reveladores parecidos. (23)

Tanto la base libre como el clorhidrato son fuertemente tóxicos y debe evitarse el contacto con las soluciones. Es recomendable asimismo el empleo de guantes impermeables.

PIRO.— (Pirogalol, Pirol, Pyrox) 1,2,3-hidroxibenceno. $C_6H_3(OH)_3$.

El piro ha sido casi completamente superado en los años recientes por otros reveladores y particularmente por el metol-hidroquinona. El compartimiento del piro como revelador depende en gran parte de la dilución. Así, estando en solución concentrada, el período de inducción es relativamente largo, pero la imagen se revela rápidamente; por otra parte, en soluciones diluidas el tiempo de aparición es relativamente corto, pero la densidad y contraste se producen más lentamente.

El piro se oxida rápidamente en solución y si bien pueden prepararse soluciones de reserva con buenas propiedades conservadoras añadiendo una gran cantidad de sulfito ácido, los reveladores de pirogalol generalmente empleados solos tienen una vida útil de algunas horas.

La imagen revelada varía de color desde un tono negro caliente hasta un negro amarillento, dependiendo de la cantidad del sulfuro u otros agentes conservadores.

La densidad fotográfica y el gamma de la imagen revelada con piro son mayores que la densidad visual y el contraste, dependiendo ésta diferencia o índice de color principalmente de la cantidad de conservador empleado. (24)

El revelado en piro, especialmente con pequeñas cantidades de conservador, lleva consigo el curtido de la gelatina que rodea la plata de la imagen. Esta propiedad ha conducido a su empleo en el revelado de los relieves de gelatina para la impresión tricolor.

El piro se emplea solo o en combinación con metol para obtener un revelador más enérgico con un valor más bajo y, menos frecuentemente, con otros agentes reveladores tales como glicina, diaminofenol o parafenileno. Empleado en combinación con el diaminofenol, revela sin álcali. (25) y (26)

LA SELECTIVIDAD DE LOS AGENTES REVELADORES.— La relación entre el revelado de la imagen y el revelado del velo, determinado

por la medida de las respectivas densidades, recibe el nombre de "Selectividad del Agente Revelador". Esta característica, como todas las demás dependen considerablemente de las condiciones bajo las cuales se emplea el revelador cuando el revelado se realiza completamente. (27)

Shiberstoff y Bukin (28) encontraron que los agentes reveladores pueden dividirse en dos clases: un grupo productor de poco velo, que incluye la p-fenilendiamina, la glicina, el p-aminofenol y el catecol, y un grupo productor de bastante velo, el cual, por orden creciente, incluye: bromohidroquinona, cloroquinol, metol, piro, hidroquinona y metoquinona. Empleando una solución reveladora de composición uniforme excepto para el agente revelador. Shiberstoff clasificó los agentes reveladores por el siguiente orden de selectividad: hidroquinona, cloroquinol, piro, metoquinona, metol, glicina, catecol y p-aminofenol. Encontró asimismo que la selectividad disminuye con el aumento de la temperatura.

EL AGENTE REVELADOR Y LA RAPIDEZ EFECTIVA DE LA EMULSION.-

Nietz encontró una variación de 18 veces en la rapidez de la emulsión para diferentes agentes reveladores, llegando a la conclusión de que, en conjunto, la rapidez de la emulsión aumentaba con el potencial de reducción del agente revelador pero no tanto probablemente como los datos indicaban. (29) Shiberstoff y Bukin (30) encontraron solamente diferencias insignificantes. James (31) tampoco encontró diferencias importantes entre once diferentes agentes reveladores, excepto en los primeros momentos del revelado, pero sus resultados los obtuvo con un revelador sin sulfito y con revelado hasta el final o a una densidad de velo de 0.3 y por tanto no reprodujo las condiciones bajo las cuales los mismos reveladores se emplean en la práctica.

Indudablemente la capacidad de un agente revelador para revelar la imagen latente completamente, depende de las condiciones --

bajo las cuales se emplea y no es una característica propiamente dicha del agente revelador solo. El sulfito de sodio es un disolvente del haluro de plata y, cuando se emplean en grandes cantidades, afecta con toda certeza al resultado final. El bromuro de potasio disminuye también la rapidez efectiva de la emulsión al comienzo del revelado, pero ha resultado ser un incrementador de ésta rapidez cuando el revelado se prolonga, debido a la reducción del velo.

Un factor importante puede ser el pH de la solución.

POTENCIAL DE REDUCCION DE LOS AGENTES REVELADORES.- La energía relativa de reducción de un agente revelador se conoce con el nombre de potencial de reducción. El potencial de reducción de un agente revelador puede determinarse por cualquiera de estos tres métodos:

1.- La cantidad total de disminución de densidad con una cantidad determinada de retardador tal como bromuro de potasio.- Para una concentración dada de bromuro de potasio, bajo ciertas condiciones finas de revelado, la cantidad de densidad reducida depende de la cantidad del revelador para superar la resistencia del bromuro soluble. Por tanto, la concentración del bromuro estará en proporción directa a la energía o potencial de reducción del agente revelador. (32)

2.- La cantidad de bromuro de plata reducido a plata por una cantidad dada de agente revelador.- En éste método se añade una cantidad determinada del revelador al bromuro de plata formado por precipitación en agua y la plata reducida se recoge y se mide. El potencial de reducción del agente revelador se expresa entonces en términos de la cantidad de plata producida por la reducción del bromuro de plata. (33)

Agente Revelador	Potencial de Reducción Método de Depresión de Densidad	Método Electro métrico
Diaminofenol	30	-0,431
Bromohidroquinona	21	-0,327
Sulfato de monometil-p-aminofenol	20	-0,308
Firogalol	16	-0,388
Sulfato de dimetil-p-aminofenol	10	-0,293
Clorohidroquinona	7	-0,335
p-aminofenol (HCl)	2	-0,291
Hidroquinona	1 (patrón)	-0,357
p-fenilendiamina	0,3	-

3.- Métodos Electrométricos.— Los métodos electrométricos han sido utilizados por Bredig, Matthes y Barmeir, Frary y Nietz y más recientemente por Evans y Hanson. (34) Los resultados por estos últimos son completamente diferentes de las primeras medidas realizadas por el método de depresión de la densidad, como se ve en la tabla arriba indicada, en la cual estos valores empleados por Nietz se comparan con los obtenidos por el método electrométrico, habiéndose medido los potenciales dados mediante la célula de referencia patrón de sal de mercurio (calomelanos).

La señalada diferencia en los valores obtenidos por los dos métodos es el potencial mucho más elevado de la hidroquinona con el método electrométrico que con el antiguo método de disminución de la densidad. Se observará que el potencial de la hidroquinona medido por el método electrométrico es mayor que el del metol, --- mientras que la diferencia en potencial es mayor y de sentido contrario cuando se mide por disminución de densidad. Los potenciales medidos electrométricamente no corresponden muy bien con las diferencias observadas en la rapidez del revelado o velocidad constante, pero están en buena concordancia con las densidades máximas --

que pueden obtenerse con los diversos agentes reveladores.

DIFERENCIAS EN LOS AGENTES REVELADORES CON RESPECTO A LA VELOCIDAD DE AGOTAMIENTO.- En todos los reveladores tiene lugar con el uso una pérdida de actividad. Esta pérdida de actividad afecta al revelado de dos formas: (a) se necesita un revelado más largo para conseguir un determinado contraste o gamma, y (b) las densidades bajas no están tan completamente reveladas tendiendo a producirse un efecto como de falta de exposición.

Ermen investigó el agotamiento de los reveladores midiendo el tiempo de aparición con papeles reveladores. (35) Sus resultados situaron los agentes reveladores por el siguiente orden: metol, diaminofenol, p-aminofenol, metol-clorohidroquinona y finalmente la hidroquinona.

IDENTIFICACION DE LOS PRINCIPALES AGENTES REVELADORES.- Los métodos para identificar los diversos agentes reveladores orgánicos han sido descritos por Andreaen (36), Clarke (37), Ermen (38), Lerman y Tusch (39), Flauman (40), Huse y Atkinson (41). La tabla que a continuación se presenta, está tomada del último trabajo mencionado.

REACCIONES DE IDENTIFICACION DE AGENTES REVELADORES

Agente	Cloruro férrico (en sol. ácida)	Benzaldehido (en sol. alcalina)	Nitrito éddico (en sol. ácida)
Elon (P.f. 85°C.)	El color púrpura aparece lentamente en frío	No precipita si es puro	Incoloro, agujas ligeramente soluble en agua.
Glicina (P.f. 200°C.)	Se oscurece lentamente en frío	No precipita	No precipita
Amidol (P.f. 79°C.)	Color rojo brillante inmediata	Precipitado amarillo sucio p.f. indeterminado	Precipitado pardo oscuro
p-aminofenol (P.f. 184°C.)	Color púrpura se produce lentamente	Precipitado amarillo p.f. 183°C	Color rojo con R-ácido

p-fenilendiamina (p.f. 140°C.)	Verde-azul con cambio rápido al pardo	Precipitado ama- rillo p.f. 138°C.	Color rojo - con R-ácido
-----------------------------------	---	---------------------------------------	-----------------------------

DERMATITIS Y REVELADORES.- El contacto con soluciones de p-fenilendiamina afecta casi inevitablemente a la piel causando al principio cierto enrojecimiento al que sigue más tarde hinchazón seguida a su vez por picor y sensación de quemadura y finalmente por la aparición de ampollas dolorosas. El número de las personas a las que afecta el metol (metil-p-aminofenol) es comparativamente grande pero afortunadamente las sensibilidades son menos frecuentes al p-aminofenol y diaminofenol, los cuales, son la hidroquinona, piro-glicina y muchos otros reveladores son de uso común. En el caso del metol, la presencia de dimetil-p-fenilendiamina como impureza, es la causa más frecuentemente del bien conocido envenenamiento del metol, si bien el metol por sí solo es tóxico y puede afectar a las personas alérgicas a él. Se ha patentado métodos de preparación del metol para eliminar todas las trazas de p-fenilendiamina (42), y varias marcas comerciales aseguran que su producto está libre de impurezas venenosas.

Si se produce irritación como resultado del empleo de un determinado revelador, debe, o bien dejarse de emplear inmediatamente o proteger las manos del contacto con la solución cuando ésta se emplee.

Las pomadas que contienen lanolina, ácido bórico, óxido de zinc o Ictimol, pueden ayudar a mitigar el dolor y la irritación, pero en un estado avanzado, cuando aparecen las ampollas no es recomendable su empleo. Es preferible un vendaje húmedo con gasa quirúrgica saturada con un antiséptico suave y astringente tal como el ácido bórico, permanganato potásico o solución de Burrows. (6)

C A P I T U L O I V

COMPOSICION DE UNA SOLUCION REVELADORA

- 1.- Un disolvente: agua
- 2.- Un agente revelador o agentes reveladores: para convertir los granos de haluro de plata en plata metálica.
- 3.- Un conservador: para evitar:
 - a).- La oxidación del agente revelador.
 - b).- La tinción de la solución reveladora agotada, la cual podría manchar los negativos y las copias.
 - c).- Actuar como disolvente del haluro de plata en algunas fórmulas reveladoras de grano fino.
- 4.- Un álcali: (llamado a veces acelerador), para hacer que el agente revelador, sea lo suficientemente activo, y para -- actuar como tampon con el fin de mantener constante el pH ó álcali.
- 5.- Un retardador: para aumentar la selectividad de la reacción del revelado, disminuyendo la formación de velo por la --- disminución de la acción reveladora sobre los granos no --- expuestos.
- 6.- Otros aditivos: entre los que se incluyen agentes humectan tes, suavizantes de aguas duras, disolventes de haluros, - endurecedores para revelado tropical, aceleradores del --- revelado etc.

AGENTE REVELADOR.- Tema tratado en los capítulos I, II y III.

CONSERVADOR.- Como conservador de las soluciones reveladoras - suele usarse el Sulfito de Sodio, aunque también se usa a veces el Metabisulfito de Potasio, ya sea solo o añadido al sulfito.

Tal como dijimos antes, una de las principales funciones del - " conservador " es evitar la oxidación degradadora de los agentes - reveladores por la acción del aire. En términos sencillos, la acción del sulfito es la de eliminar el oxígeno del aire disuelto en la -- solución o en la superficie de la solución antes de que aquel tenga tiempo de oxidar el revelador. De todos modos, la acción del con---

servador no es simplemente una cuestión de reacción preferencial entre el sulfito y el oxígeno; el grado de captación del oxígeno por una solución de sulfito e hidroquinona.

El sulfito reacciona también con los productos de oxidación del revelador evitando la tinción de la imagen por la formación de sulfonatos solubles y a menudo incoloros.

Haluro de plata + Agente revelador ----->

Agente revelador oxidado + Plata metálica + Ión haluro +
Ión hidrógeno

Agente revelador oxidado + Ión sulfito + agua ----->

Sulfonato del agente revelador + Ión hidroxilo (álcali)

Además de su función como conservador y de evitar la tinción, el sulfito tiene una tercera función. Consiste ésta en actuar como disolvente de los haluros de plata provocando así un cierto revelado físico que conduce a imágenes de grano más fino; para ésta acción la concentración de sulfito debe ser bastante elevada. (4)

Todos los agentes conservadores orgánicos presentan una fuerte afinidad con el oxígeno. Es necesario, por lo tanto, añadir un agente antioxidante o conservador que suele ser sulfito de sodio — Na_2SO_3 (desecado) ó $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (cristalino). El sulfito de sodio se reemplaza a veces totalmente o en parte por bisulfito de sodio — (NaHSO_3), el cual, en solución alcalina se convierte en sulfito de sodio.

La adición de sulfito (a) protege a los agentes reveladores orgánicos contra la oxidación atmosférica, (b) tiende a impedir la formación de productos que producen manchas en el revelado, (c) actúa como disolvente del haluro de plata mediante la formación de complejos y (d) es un álcali débil, en ciertas condiciones, aumenta la rapidéz del revelado y la máxima densidad obtenida.

Las reacciones que tienen lugar no son aún conocidas con precisión y probablemente no son las mismas con todos los agentes reve-

ladores. (43) Con la hidroquinona, que ha sido estudiada más extensamente que otros agentes reveladores, en ausencia de sulfito, la quinona que se ha formado como uno de los subproductos del revelado o como resultado de la oxidación de la hidroquinona cuando se expone al oxígeno del aire, se convierte inmediatamente, por el álcali o los subproductos de la primera reacción, en una oxiquinona inestable que se descompone para formar compuestos que colorean la solución y manchan la gelatina. La adición de sulfito previene la formación de la oxiquinona combinándose con la quinona para formar monosulfonato de sodio o hidroquinona, el cuál es incoloro y no produce manchas.

En otras palabras, el sulfito previene la formación de subproductos colorantes por medio de una combinación con el revelador para formar productos incoloros. Además, la presencia de quinona acelera la oxidación de la hidroquinona; por lo tanto, al eliminar el sulfito a la quinona de la solución, tiende a la conservación de ésta, disminuyendo la velocidad de oxidación.

Como disolvente del haluro de plata, el sulfito de sodio se emplea en una concentración relativamente elevada en los reveladores llamados de "grano fino". La acción disolvente que alcanza su valor máximo con el cloruro de plata y que es relativamente insignificante con el yoduro, al tener lugar sobre la superficie de los granos de haluro de plata, les impide alcanzar su total desarrollo en el revelado y reduce la tendencia de los granos en proximidad mutua a formar mayores agregados de plata.

La adición de sulfito a una solución alcalina de ciertos agentes reveladores, particularmente hidroquinona, p-aminofenol y metol afecta la rapidez del revelado y particularmente la densidad máxima. Evans y Hanson han demostrado que esto se explica atribuyendo al potencial creciente de la disolución, que se traduce en un aumento de la máxima densidad revelable.

La cantidad de sulfito empleada varía grandemente; entre los factores que la determinan están los siguientes:

1.- La susceptibilidad del agente o agentes reveladores a la oxidación. Cuando más fácilmente el agente revelador acepte el oxígeno del aire, mayor será la cantidad de conservador necesaria para mantener las propiedades estabilizadoras de la solución.

2.- La concentración del revelador. La cantidad de conservador requerida para un revelador diluido es mayor que para una solución concentrada, puesto que la proporción del agente revelador para el oxígeno disponible es menor.

3.- La temperatura a la cuál se mantiene el revelador. La oxidación aumenta con la temperatura; consecuentemente un revelador -- empleado a temperatura superior a la normal requiere una mayor cantidad de conservador.

4.- Las propiedades de estabilidad requerida y la forma en la cuál se emplea la solución. Los reveladores que se usan una vez en cubeta y se desechan después, no necesitan mantenerse en buen estado durante tanto tiempo como aquellos que se han de usar repetidamente durante largos períodos de tiempo. Por otra parte, las condiciones bajo las cuales se emplea el revelador pueden favorecer la rápida oxidación de la solución. La oxidación, por ejemplo, es relativamente mayor en el revelado de la cubeta que en el revelado de tanque, por la mayor superficie de contacto que presenta la solución con el aire.

5.- La alcalinidad de la solución. Cuanto más fuertemente alcalino sea el revelador, más rápida será la oxidación; para conseguir buenas condiciones de estabilidad es necesario por lo tanto emplear una cantidad aumentada de conservador.

Una cantidad insuficiente de conservador se traduce en una oxidación rápida del revelador, originando: (a) una pérdida del poder de revelado, (b) la formación de productos de oxidación coloreados --

que manchan la gelatina y (c) velo de oxidación.

Las cantidades grandes del conservador mejoran las propiedades de conservación del revelado, pero aumentan el tiempo de revelado y reduce la rapidez efectiva de la emulsión por medio de la acción del solvente del bromuro de plata. (44)

ALCALI O ACELERADOR.— En casi todas las soluciones reveladoras es necesario un álcali para activar la acción del agente revelador. Con un álcali apropiado, el pH de la solución reveladora puede ser ajustado a casi cualquier valor, lo cuál permite preparar reveladores de diferentes actividades. Un álcali muy usado es el carbonato de sodio, el cuál se ofrece en el comercio en tres formas: cristalino o decahidratado, con un contenido de ésta sal del 37%: monohidratado, contenido un 85% de la sal; y seco, anhídrido o desecado, con casi el 100% de la sal. El monohidrato ofrece la ventaja de ser más estable y soluble que las otras formas. Una parte de la forma anhídrido puede ser reemplazada por 2.7 partes de la forma cristalina o por 1.17 partes del monohidrato. El Bicarbonato de sodio no sirve como álcali para un revelador.

En algunas formas reveladoras se usa como álcali el carbonato de potasio. Este se vende en forma desecada. Debe conservarse en frascos bien cerrados; expuestos al aire se humedece rápidamente llegando a disolverse, en cuyo estado su actividad se reduce considerablemente. Las sales de potasio no ofrecen ninguna ventaja sobre las de sodio como álcalis para reveladores, aparte de su mayor sensibilidad, lo cuál permite usarlas, si es necesario, a mayores concentraciones.

Para obtener elevados contrastes suele emplearse hidroquinona como agente revelador con sosa cáustica ó potasa cáustica. Estas sustancias son álcalis muy fuertes y tienen acción corrosiva. Si un álcali cáustico llega a ponerse en contacto con los dedos o las ropas, estos deben lavarse inmediatamente con agua fría.

En reveladores de grano fino de baja energía y gran contenido de sulfito, el álcali común es el bórax. En ciertas fórmulas se ha aconsejado como álcali el metaborato de sodio. Resultados idénticos se obtienen usando partes iguales de hidróxido de sodio y bórax.

En los reveladores, los álcalis actúan también como sustancias tampon, manteniendo constante el pH durante la reacción del revelado, y en la conservación del revelado o cuando éste permanece en los tanques de una máquina procesadora.

Se dice que una solución está tamponada cuando su pH sufre poca y ninguna alteración al añadirle ácido o álcali. El agua no está tamponada, y su pH se altera considerablemente con sólo añadir una pequeña cantidad de ácido o álcali. El tamponado de las soluciones reveladoras suele conseguirse por adición de cantidades relativamente elevadas de un ácido débil, como, por ejemplo, el ácido bórico, y la sal sódica de dicho ácido, como por ejemplo, el bórax.

ALGUNOS AGENTES TAMPON Y SUS LÍMITES DE pH ÚTILES

Tampon	Límites de pH
Hidróxido de sodio o potasio	superior a 12.5
Fosfato trisódico/hidróxido de sodio	12.0 - 13.0
Fosfato trisódico/bifosfato disódico	9.5 - 12.6
Carbonato de sodio/hidróxido de sodio	10.5 - 12.0
Carbonato de potasio/hidróxido de potasio	
Carbonato de sodio/bicarbonato de sodio	9.0 - 11.0
Carbonato de potasio/bicarbonato de potasio	
Bórax/ácido bórico	8.0 - 9.2
Sulfito de sodio/metabisulfito de sodio	6.5 - 8.0
Sulfito de potasio/metabisulfito de potasio	

Las cantidades relativas de los componentes tampon determinan el pH de la solución, y sus concentraciones determinan la capacidad tampon. Por ejemplo, 21.2 grs/l de carbonato de sodio anhídrido tiene un pH de 11.6. El mismo pH lo tiene una solución de 0.13 grs/l de -

hidróxido de sodio, pero ésta sería rápidamente neutralizada por -- carecer de capacidad tampon. (4)

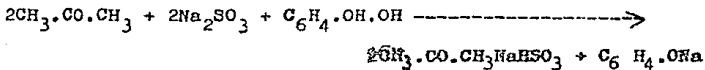
Con pocas excepciones, siendo la del diaminofenol la más importante, todos los reveladores orgánicos requieren un álcali. La función de éste álcali es la de aumentar la ionización del agente revelador y absorber el bromo liberado en el revelado. Los álcalis generalmente son los carbonatos alcalinos, los álcalis cáusticos, boratos y metaboratos. Otras sustancias frecuentemente empleadas son: -- acetona, formaldehído, p-formaldehído, amoníaco, aminas, fosfato -- trisódico, mono, di y trietanolamina, metasilicato de sodio y aluminato de sodio.

El carbonato de potasio es más adecuado para reveladores concentrados a causa de su mayor solubilidad, pero en Estados Unidos -- no se usa en gran cantidad debido a su elevado precio. Los álcalis cáusticos se usan principalmente en reveladores para materiales de proceso con agentes reveladores de baja energía tales como la hidroquinona. En general, las soluciones reveladoras conteniendo álcalis cáusticos se agotan más rápidamente con el uso, que las que llevan carbonatos alcalinos.

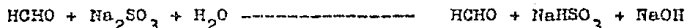
El bórax se emplea principalmente con el metol e hidroquinona en reveladores de grano fino. Actúa como retardador con reveladores del tipo o-dihidroxi tales como piro y catecol. (44)

El metaborato sódico, a diferencia del carbonato de sodio, no desprende gas en presencia de ácido, por lo tanto no hay peligro de burbujas en tiempo cálido cuando la emulsión hinchada se transfiere del revelador a un baño ácido fijador. (45)

La acetona, el formaldehído y el trihidroximetileno se disocian en solución combinándose con el sulfito de sodio para formar -- un álcali. Por ejemplo, con acetona:



Con formaldehido:



El trihidroximetileno reacciona con sulfito sódico para formar bisulfito sódico e hidróxido de sodio. (46)

El metabisulfito sódico preparado por la adición de sulfato --aluminico-potásico ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$) al hidróxido sódico, fué patentado --por Alburger (47). Se asegura que éste produce una solución con una larga vida activa y al mismo tiempo endurece la gelatina, pero ---- aparentemente ha despertado poca atención.

Para cualquier determinado agente revelador la rapidez del ---- revelado viene grandemente influida por el pH de la solución. El -- álcali en cuestión aparece inmaterial siempre que la cantidad em---pleada produzca una solución del mismo pH. El pH requerido para el revelado varía con el agente revelador. El metol, por ejemplo re--- quiere un pH entre 5 y 7 mientras que la hidroquinona es inactiva -- para un pH menor de 9.0. La hidroquinona, sin embargo, es mucho más sensible a los cambios de pH y a un pH de 10.5 la hidroquinona y el metol revelan aproximadamente con la misma rapidez. (48)

pH DE LOS ALCALIS

	<u>Conc. Molec.</u>	<u>pH</u>
Bórax	0.1	9.2
Sulfito de sodio	1.0	9.7
Carbonato de sodio	1.0	11.6
Hidróxido de amonio	1.0	11.7
Hidróxido de sodio	0.1	13.0
Fosfato trisódico	1.0	13.8
Hidróxido de sodio	1.0	13.9

RETARDADOR.- El retardador puede ser una sustancia orgánica ó inorgánica. La función de un retardador es la de frenar el revelado de los granos no expuestos y evitar la formación de velo; los retardadores afectan también, en mayor o menor grado, a los granos expuestos, afectando así a la sensibilidad de la emulsión. La eficacia de un retardador en reducir el velo, y su efecto en la sensibilidad de la película, varía de un agente revelador a otro y depende de la emulsión. También viene influido por el pH de la solución reveladora.

El bromuro de potasio sustancia inorgánica, es el retardador más usado. Se produce bromuro soluble como subproducto del revelado el cuál afecta a la actividad del revelador. Si ya se ha incluido bromuro en la solución reveladora original, éste reduce la formación del bromuro. Esta es la razón por lo cuál se usa bromuro como retardador, incluso en fórmulas reveladoras que también contengan retardadores orgánicos. De entre los pocos reveladores que no contienen bromuro están las fórmulas de acción suave de (metol-quinona) MQ bórax. Los reveladores para papeles incluyen siempre bromuro porque en ellos cualquier vestigio de velo es más visible. Los reveladores de alto contraste de hidroquinona de tipo cáustico contienen grandes cantidades de bromuro de potasio. La finalidad de esto es reducir la sensibilidad en el talón de la curva con el fin de obtener una curva característica con un talón muy corto, que de lugar a un mayor contraste. La fenidona es mucho menos afectada por el bromuro que el metol, sobre todo a pH bajo.

Una sustancia orgánica muy empleada como retardador es el benzotriazol. Los retardadores orgánicos son especialmente útiles en reveladores de fenidona, ya que la actividad de la mayor parte de éstos es tal que requeriría una cantidad tan elevada de bromuro que llegaría a producir tinción, puesto que el bromuro es un disolvente moderado de los haluros de plata. En tales casos un retardador ----

orgánico evita este riesgo. No obstante, una cierta cantidad de ---- bromuro suele añadirse siempre a los reveladores de fenidona para -- mantener constante la actividad de la solución, por la razón ya --- explicada. El benzotriazol ha resultado ser muy útil como retarda-- dor orgánico en los reveladores de fenidona. Con papeles de contac-- to, esta sustancia combina una acción tonificadora negro azulada -- con un efecto retardador, haciéndola muy apropiada para fórmulas de (fenidona-quinona) FQ destinadas al revelado de copias de contacto.

Los retardadores orgánicos son capaces de frenar la formación de velo sin afectar a la sensibilidad de la película; esta propie-- dad la presentan en mayor grado que los retardadores inorgánicos. -- Por esta razón se usan también mucho con la denominación de agentes antivelo. En este sentido, los retardadores orgánicos se usan ----- generalmente para:

- 1.- Reducir al mínimo el riesgo de velo o tinción en un mato-- rial sujeto a un revelado prolongado o a elevadas temperaturas.
- 2.- Evitar el velo en materiales que han estado almacenados en condiciones desfavorables o durante mucho tiempo.

El uso de agentes antivelo es particularmente útil en revelado res para copias ya que en éstos el velo es más notable que en los -- negativos. Los agentes antivelo orgánicos son muy potentes, por lo que deben usarse con precaución. Un exceso de ellos puede hacer --- disminuir la sensibilidad de la emulsión, retardar el revelado y, -- en las copias, engendrar negros deficientes. (4)

La presencia de un bromuro alcalino tal como el bromuro de --- potasio, disminuye el grado de ionización del bromuro de plata y -- reduciendo la concentración de los cationes de plata retarda el --- revelado. (49) La adición de bromuro potásico, sin embargo, tiene -- por objeto ordinariamente prevenir el velo porque el efecto retar-- dador es mayor sobre el velo que sobre la imagen latente. Cuando se necesita un contraste máximo se requiere una elevada concentración

de bromuro para prevenir el velo. En algunos casos, el retardador no está incluido en la fórmula pero se añade por medio de un proceso "acondicionador" que consiste en: (a) revelar película inútil en la solución antes del uso, o (b) en la adición de una pequeña cantidad de revelador usado. Se asegura que las soluciones reveladoras tratadas de esta manera producen menos velo que aquellas a las cuales se añade potasio.

El efecto de un retardador varía con el agente revelador y es máximo con los de potencial bajo. La depresión de densidad provocada por la adición de bromuro potásico es prácticamente equivalente a una pérdida en la rapidéz de la emulsión; ésta es considerable en los primeros estados del revelado y disminuye conforme el grado de revelado avanza.

En años recientes se ha encontrado un cierto número de sustancias que son más efectivas que el bromuro de potasio para impedir la formación de velo. (50) Las mejor conocidas son 6-nitrobenzimidazol y benzotriazol. Estas pueden emplearse para reducir el velo en materiales negativos, particularmente cuando el revelado tiene lugar bajo condiciones apropiadas para el crecimiento del velo, o con papeles de cloruro de plata para obtener una imagen fría, de color azul-negro. (51)

AGUA PARA REVELADORES.- Aunque, dada su pureza, el agua destilada es la mejor para este fin, esto no justifica su elevado costo; el agua corriente suele ser normalmente apropiada. Las sales minerales presentes en el agua corriente no suelen tener efectos fotográficos. Si producen sedimentos de calcio, un agente secuestrante de calcio puede ser añadido al agua antes de preparar el revelador.

OTROS ADITIVOS.- Además de los cuatro componentes habituales (agente revelador, álcali, conservador, retardador) una solución reveladora puede contener otros ingredientes para determinados fines. Estos pueden ser agentes humectantes, disolventes de haluros

de plata, agentes endurecedores para revelado tropical, agentes ---
sequestrantes del calcio de aguas duras y aceleradores del revelado.

La presencia de sales de calcio en muchas aguas corrientes ---
suelen hacer que el sulfito y carbonato del revelador produzcan un
precipitado de calcio. Esto puede causar un depósito calcáreo en --
películas y placas con el secado. Este residuo es más probable que
se produzca con reveladores con gran contenido en sulfito y bajo pH
por ejemplo, las fórmulas de (metol-quinona) MQ bórax. En revelado-
res que contengan álcalis cáusticos, las sales de calcio no suelen
precipitar. El residuo de calcio puede ser eliminado bañando los --
negativos en una solución de 2% de ácido acético después del lavado
y aplicando a continuación un ligero enjuague.

La función de un agente sequestrante de calcio en un revelador
es la de evitar la formación de residuos en los negativos transfor-
mando las sales de calcio en complejos solubles que no puedan ser -
precipitados por el sulfito y el carbonato del revelador. Como agen-
te sequestrante suele usarse el hexametáfosfato sódico (Calgón), a
una concentración generalmente de 3 g/l. Esta sustancia debe ser --
añadida al agua antes que los demás componentes del revelador.

También se usa EDTA (ácido etilendiaminotetracético) como agen-
te sequestrante en reveladores pero, aunque es muy buen sequestrante
para iones calcio, adolece de algunos inconvenientes. En presen-
cia de indicios de iones cobre o hierro cataliza o acelera la oxida-
ción aérea de los agentes reveladores. También puede formar comple-
jos con los iones plata que produzcan velo dicróico, debido al reve-
lado físico. Este efecto es más notable con emulsiones de cloruro -
por su mayor solubilidad.

Algunos reveladores contienen también aceleradores del revela-
do los cuales aceleran el revelado independientemente del álcali --
que también es denominado agente acelerador.

Ejemplo de estos compuestos son ciertos agentes humectantes --

cati6nicos (que tienen carga positiva), tales como el bromuro de -- acetil piridino; aminas org6nicas, por ejemplo, la etilendiamina; - pol6meros no i6nicos, tales como los glicoles polietil6nicos, y la urea en infima cantidad. (4)

C A P I T U L O V

MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN SOLUCIONES REVELADORAS

A C I D O.— Un ácido es un compuesto de Hidrógeno que, en una reacción química, cede iones de éste elemento y acepta iones metálicos de otros compuestos. El resultado recibe el nombre de sal; si el otro compuesto es una base, y además se forma también agua. En fotografía los ácidos tienen dos funciones principales: En los baños ácidos de paro, neutralizan las soluciones alcalinas del revelado, deteniendo éste rápidamente y protegiendo las disoluciones de fijado en su neutralización por trasbase del revelador. En los baños ácido endurecedores, aportan las condiciones químicas requeridas para que el alumbre potásico produzca el fortalecimiento o "endurecido" de la gelatina, y haga que el hiposulfito actúe más a fondo y otorgue mayor dureción al fijado. El ácido usado normalmente es el acético.

Acido Acético.— Acido Metanocarboxílico, Acido Etanoico, Acido del Vinagre. Fórmula CH_3COOH , PM = 60.05.

Líquido transparente e incoloro, con un fuerte olor acre; las soluciones más diluidas huelen mucho a vinagre. Suele suministrarse a una concentración del 99% (llamado ácido acético glacial, porque se congela a la temperatura relativamente alta de unos 15.5°C .) y en dilución del 28%.

El ácido acético es muy corrosivo en su forma glacial, y los vapores de ésta concentración son inflamables. Se disuelve en agua, alcohol y otros disolventes. Disuelve la gelatina, aceites y resinas, y también ciertos plásticos celulósicos, por lo que se usa como ingrediente en las colas para película.

La dilución utilizada en los baños de paro y de fijado no afectan materialmente la gelatina de la emulsión.

ACETONA.— (Dimetil-cetona, Propanona), Fórmula $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ PM = 58.08

Disolvente para plásticos celulósicos y materiales similares. Fue usado como álcali en los reveladores de Pirocatequina y como —

disolvente para los copulantes de color en los reveladores cromogénicos. (52)

A L C A L I.- Un álcali es un óxido o hidróxido de un metal -- alcalino, principalmente de sodio y potasio. Los álcalis son bases solubles en agua y reaccionan con los ácidos para formar sales ---- neutras.

Los álcalis y los compuestos alcalinos resulten indispensables para la fotografía, porque la mayor parte de los agentes reveladores solamente son activos en un medio alcalino. A medida que la --- alcalinidad aumenta (de 7 a 14 de la escala de pH), la mayoría de -- las sustancias presentan mayor actividad y el revelado se produce -- más rápidamente, por lo que la función de un álcali en un baño de -- revelado es la de un activador o acelerador. Los reveladores más -- activos y de mayor contraste son fuertes, en cuya composición inter -- vienen la sosa o la potasa cáustica. Los reveladores normales para papel y negativo suelen incluir carbonato sódico, mientras que ---- otros emplean carbonato potásico o metaborato sódico. Los reveladores de grano fino para negativos se valen del Bórax (a menudo combinado con ácido bórico), de fosfato trisódico, de sulfito sódico o de concentraciones bajas de carbonato o metaborato sódicos.

El pH de las soluciones de los álcalis más enérgicos varían -- notablemente con cambios incluso ligeros en la concentración de las mismas. Los reveladores de ésta clase, al ser utilizados, pierden -- muy pronto su actividad. Los reveladores con largo período de servicio utilizan álcalis con acción amortiguadora fuerte. Es decir, --- actúan poco a poco y conservan una gran reserva de alcalinidad para mantener el pH de la solución a determinado nivel durante un largo período de uso. Los carbonatos sódico y potásico, el fosfato trisódico, el metaborato sódico y el bórax, más ácido bórico tienen, --- todos ellos, una buena acción amortiguadora.

Un revelador de película con gran concentración de carbonato --

sódico puede producir manchitas transparentes en la imagen cuando se le somete a un baño ácido para detener el revelado (baño de paro) pues la reacción ácido-carbonato libera anhídrido carbónico gaseoso que al escapar de la emulsión puede perforarla, especialmente si ésta es espesa. Los reveladores recomendados normalmente por los fabricantes de negativos carecen de carbonato sódico. Para evitar el inconveniente indicado, las pruebas deben lavarse con agua sola, en lugar de con un baño ácido.

AMIDOL.- Clorhidrato de 2,4 diaminofenol; Acrol; Diamol. -----
Fórmula $(\text{NH}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3\text{OH}\cdot 2\text{HCl}$, PM = 192.07.

Sustancia reveladora muy activa, que actúa sin necesidad de activador alcalino; el sulfito sódico, utilizado como conservador tiene suficiente alcalinidad para activarlo. El amidol fué activamente muy popular, a causa de que producía excelentes y ricos tonos negro-azulados en las ampliaciones en papel bromuro. Actualmente no se utiliza como revelador, porque no trabaja bien con las actuales emulsiones de los papeles de cloro-bromo.

Se presenta en cristales finos, blancos o de color azul grisáceo, solubles en agua. El amidol se deteriora rápidamente en solución, incluso en presencia del sulfito sódico, por lo que debe ser mezclado inmediatamente antes de utilizarlo. El baño debe desecharse enseguida. (52)

ANTIVELO.- Un antiveelo es un compuesto que retarda o impide la formación de velo químico durante el revelado de una imagen fotográfica. Su acción impide el revelado de los haluros de plata no expuestos, mientras se están revelando los expuestos. Esta acción es de mayor eficacia durante el tiempo normal de revelado, ya que, si una emulsión se deja en un revelador durante largo tiempo todos los haluros de plata, expuestos o no, serán eventualmente reducidos a plata metálica.

Cuando un compuesto que inhibe el revelado en tal forma se incluye como ingrediente básico en un revelador o solución revela---

dora ~~é~~ se define comunmente como retardador; cuando se añade a un revelador ya preparado se llama antivelo. La mayoría de los reveladores de metol-hidroquinona normales y de alto contraste contienen bromuro de potasio como retardador. Los reveladores de fenidona---hidroquinona requieren una acción adicional de retardo, generalmente producida por benzotriazol, además de bromuro de potasio.

Los antivelos más ampliamente usados son los compuestos orgánicos Benzotriazol y Nitrato de 6-nitrobenzimidazol. Tienen diferentes aplicaciones y no son intercambiables.

BENZOTRIAZOL.— Antivelo Kodak No. 1.

Este compuesto orgánico, añadido a un revelador de papel o película, tiende a suprimir el velo químico y, por lo tanto, aumenta el contraste al producir negativos relativamente exentos de velo así como copias luminosas y limpias. El benzotriazol es muy útil --- cuando los papeles o películas tienden a tener velo químico debido a su antigüedad o haber estado almacenados en condiciones desfavorables cuando ha transcurrido mucho tiempo desde la exposición al revelado de los papeles o películas y cuando se hace necesario un revelado forzado. Es también útil para retardar el velo en los procesos de revelado en caliente y cuando no es posible mantener el --- baño de revelado a una temperatura de 20°C. (53)

Retardador muy potente de los reveladores (actúa como un reactivo depresor de la densidad, de forma parecida al bromuro de --- potasio), y antivelo para materiales usados o agotados.

Con reveladores que contienen fenidona, suele ser necesario el uso del benzotriazol como antivelo. En éstas fórmulas se incluye --- también bromuro potásico que tiene principalmente la función de --- estabilizar el revelador contra la formación de bromuros procedentes de los materiales que se están procesando. (54)

NITRATO DE 6-NITROBENZIMIDAZOL.— Antivelo Kodak No. 2.

Este compuesto tiende a suprimir ciertos tipos de velado ---

cuando es añadido a un baño preendurecedor o al revelador de película. Es especialmente útil contra el velo causado por aldehídos en los preendurecedores y reveladores, y resulta también efectivo contra el causado por aireación de los reveladores. No es intercambiable con el benzotriazol.

El antivelo Kodak No. 2 está especialmente recomendado para el preendurecedor Kodak SH-5 y el revelador Kodak SD-19a para emulsiones muy rápidas. Con el objeto de facilitar la medición de las pequeñas cantidades que se precisan, el antivelo No. 2 se usa normalmente en soluciones concentradas al 0.5%. Para preparar esta solución hay que disolver 1 gr. del producto en 200 cm³ de agua destilada. (53)

BORATOS DE SODIO.— Son dos los boratos de sodio que se emplean el Metaborato ($\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, FM = 276), fuertemente básico, y el Bórax o tetraborato ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, FM = 381.37), débilmente básico.

El metaborato de sodio, en forma de cristales incoloros, fluorescentes, es muy soluble en agua (33% a 19°C.), y funde a 50°C. en su agua de cristalización; debe conservarse en recipientes herméticamente cerrados, pues al mismo tiempo que tiende a perder el agua, fija el gas carbónico del aire produciendo una mezcla de bórax y de carbonato sódico. Se puede obtener un metaborato en el preciso momento de ir a utilizarlo disolviendo 69 gr. de bórax y 14.5 gr. de sosa cáustica; suponiendo que todos los productos sean puros, se obtendrán 100 grs. de metaborato.

Esta sal tiene la ventaja, en común con el fosfato trisódico, de permitir la preparación de reveladores de alcalinidad intermedia entre las de los reveladores o soluciones reveladoras a los álcalis cáusticos y los reveladores a los carbonatos, sin que produzca, como ocurre con estos últimos, ningún desprendimiento de gases al entrar en contacto con un baño de paro ácido; naturalmente, de esta forma el riesgo de que se formen burbujas es mucho menor; la supe---

ricidad del borato sobre el fosfato resulta del hecho de que los fijadores ácidos con alumbre solamente producen un precipitado de aluminio cuando se ha empleado una cantidad mucho mayor de revelador.

El bórax suele suministrarse en polvo cristalino blanco; es —
 afluorescente y poco soluble en el agua (6% a 15°C.; 25% a 50°C.);
 conviene conservarlo en recipientes cerrados para evitar las pérdidas de agua y los errores de peso que luego resultarían.

Mezclando en proporciones adecuadas el bórax y el metaborato, se pueden obtener compensadores eficaces en todos aquellos valores del pH que estén comprendidos entre 8 y 10; estos cuerpos no deben asociarse nunca a los reveladores de dos funciones fenol en posición orto (pirocatequina, piroglol, que forman con el ácido bórico, ácidos complejos fuertes de débil poder reductor).

En presencia de la glicina o del glicol, el ácido bórico se —
 transforma en un ácido fuerte; los boratos son entonces sales neutras y no sales de carácter básico. (58)

Bórax.— Tetraborato sódico hidratado, Piroborato sódico, Diborato sódico. Fórmula $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.

Alcali suave utilizado frecuentemente como acelerador de reveladores de bajo pH, como el revelador Kodak D-76. Se usa también — como tampon en baños fijadores y endurecedores. Aumenta la cantidad de oro que se deposita en los baños viradores al oro.

ACIDO BORICO.— Acido ortobórico, Fórmula H_3BO_3 , PM = 61.84.

Acido débil, utilizado como tampon en baños fijadores ácidos y con algunos reveladores.

Se presenta en cristales blancos finos o como polvo blanco — algodonoso; es soluble en agua y en alcohol. El polvo flota en el agua, lo que hace difícil su disolución, de modo que en fotografía es más conveniente usar el ácido bórico en cristales finos.

BROMURO.— Sal de bromo en la que el otro ión es generalmente —

un metal. En fotografía, el bromuro de plata es el principal componente de las emulsiones de las películas fotosensibles y se utiliza en combinación con el cloruro de plata en los papeles sensibles. El bromuro potásico y el bromuro amónico se usan como retardadores en los reveladores y blanqueadores.

Bromuro de Potasio.— Fórmula KBr , FM = 119.01.

Es el retardador y antivelo más común en los reveladores. Se usa también en la fabricación de emulsiones fotográficas y en los blanqueadores para procesos de virado.

Se presenta en gránulos cristalinos blancos o en polvo. Es ligeramente higroscópico, soluble en agua, y algo soluble en alcohol y éter.

Bromuro de Sodio.— Fórmula $NaBr$, FM = 102.91.

Retardador que se incluye en los reveladores, es menos usado que el bromuro de potasio, pero actúa exactamente en la misma forma.

Aparece en gránulos blancos o incoloros, o en polvo. El bromuro de sodio absorbe agua del aire, pero no es deliquescente. Se disuelve fácilmente en agua, y es algo soluble en alcohol.

CARBONATO.— Un carbonato es una sal metálica del ácido carbónico H_2CO_3 , el cual nunca existe en estado libre, solamente formando sales, así el carbonato de sodio Na_2CO_3 se deriva de la sustitución por sodio de los dos átomos de hidrógeno del ácido carbónico; o bien puede sustituirse un sólo átomo de hidrógeno y obtener bicarbonato de sodio $NaHCO_3$. Lo mismo cabe decir de los demás metales monovalentes, como el potasio, que formará también un carbonato y un bicarbonato potásico. El litio se comporta de igual manera. En cambio, el calcio, puesto que es divalente, producirá solamente carbonato de calcio $CaCO_3$.

Otros metales también forman carbonatos, pero tienen un interés escaso o nulo en fotografía. El carbonato sódico es el producto alcalino más utilizado para los reveladores de papel; como es una

sal compuesta por un álcali enérgico y un ácido débil, tiene un efecto tampón fuerte y su pH es bastante alto. Por esta razón se utiliza con frecuencia como acelerador en los reveladores para papel de blanco y negro. Produce un pH suficientemente alto, con una amplia reserva de alcalinidad. El carbonato potásico se utiliza ocasionalmente cuando se requiere un pH más alto. También podría emplearse el carbonato de litio, pero no presenta ventajas y es mucho más caro. El carbonato de calcio es insoluble en agua, por lo que carece de utilidad. Los bicarbonatos tienen también una fuerte acción tampón, pero su alcalinidad es más baja, por lo que se utilizan raramente, excepto en combinación con carbonatos, con los cuales alcanzan un poco más de alcalinidad.

El carbonato de sodio se usa raramente como activador en los reveladores de películas en blanco y negro, porque en el baño ácido de paro, después del revelado, la acción del ácido sobre el carbonato libera burbujas de dióxido de carbono. Como esto ocurre dentro de la gelatina, se producen pequeños agujeros en la emulsión, que permanecerá después de que la película haya sido procesada. Lo mismo sucede en el papel, pero las burbujas son muy pequeñas, y no resultan apreciables a simple vista. En los negativos amplificados aparecen como puntos negros visibles, en la copia del papel.

Carbonato de amonio.— El carbonato de amonio, que se utiliza en algunos reveladores para positivos en tonos fuertes, no es el carbonato neutro, sino un intermedio $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot 2(\text{NH}_4)\text{HCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 290)$ entre esta sal y el bicarbonato; éste seaquicarbonato de amonio forma unas masas blancas fibrosas de fuerte olor amoniacal a causa de su lenta transformación en bicarbonato; casi siempre contiene una fuerte proporción de carbamato de amonio $(\text{NH}_2\text{-CO}_2\text{-NH}_4)$. Esta sal debe conservarse en recipientes cerrados herméticamente. Cuando se halla cubierta de una costra blanca, conviene eliminarla antes de pasar la sal por medio de un ligero aclarado de los cristales y un enjuagado entre papeles secantes. Esta sal, muy soluble en el

agua fría (aproximadamente un 25%), se descompone cuando se calienta con moderación. (58)

Carbonato de Potasio.- Sal tártara. Fórmula K_2CO_3 FM = 138.

Se utiliza como acelerador alcalino en los reveladores cuando es necesario un pH más alto que el que se obtiene con el uso del carbonato de sodio, y se aplica también en los reveladores de glicina.

Se presenta como polvo blanco granular; bastante higroscópico. Es muy soluble en agua, pero insoluble en alcohol y éter.

Carbonato de Sodio.- Sal de sosa. Fórmula Na_2CO_3 , $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ - (monohidratado), $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (cristalizado).

Principal acelerador utilizado en reveladores que tienen una actividad más bien elevada.

El carbonato de sodio anhidro se presenta en forma de polvo blanco; el monohidratado, en granulos cristalinos blancos, y el cristalizado, en cristales transparentes incoloros. Es soluble en agua e insoluble en alcohol. Las tres formas no tienen una actividad equivalente, pero pueden sustituirse entre sí:

Para sustituir 100 gr. de carbonato anhidro, utilice 117 gr. de la forma monohidratada o 270 gr. de la cristalizada.

Para sustituir 100 gr. de carbonato monohidratado, utilice 85 gr. de la forma anhidra o 230 gr. de la cristalizada.

Para sustituir 100 gr. de carbonato cristalizado, utilice 37 gr. de la forma anhidra o 43 gr. de la monohidratada. (55)

CITRATO AMONICO FERRICO.- Amonio-citrato de fierro; citrato de amonio e hierro; citrato férrico soluble. Fórmula indefinida (composición variable), FM = variable.

Se utiliza en la sensibilización de papeles al ferroprusiato en calitipia (es uno de los primeros procesos a la plata y se atribuye a W.W. Nicol) y en soluciones viradoras azules al fierro.

Algunas formas del citrato amónico-ferrico son verdes; otras -

son de color castaño. La variedad verde es preferible para los usos fotográficos, pero ambas son fotosensibles.

CITRATO POTÁSICO.— Citrato tribásico de potasio. Fórmula $K_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$, FM = 324.34.

Utilizado en la preparación de emulsiones de cloruro de plata especialmente en papeles para positivado directo. El citrato potásico se usa a veces como retardador de reveladores para películas positivas. Es también uno de los ingredientes de los baños de virado al cobre.

Se presenta en forma de polvo granular de carácter deliquescente. Es un compuesto muy soluble en agua, pero que sólo se disuelve ligeramente en alcohol.

ACIDO CÍTRICO.— Acido 2-hidroxi-1,2,2 propanotricarboxílico; — Acido B-hidroxitricarbólico. Fórmula $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$, FM = 210.14.

Es un ácido débil, utilizado en algunos baños de virado, en baños aclaradores y en la fabricación de emulsiones para papel.

Se presenta en cristales ligeramente deliquescentes en aire húmedo pero que tiende a perder agua de cristalización en aire seco o cuando son calentados. El ácido cítrico es muy soluble en agua, — fácilmente soluble en alcohol y éter. (56)

CLOROHIDROQUINONA.— Cloroquinol; 2-cloro-1,4-bencenodiol; — Adurol. Fórmula $ClC_6H_3(OH)_2$ FM = 114.56.

Agente revelador, que produce tonos castaños en los papeles.

Fue utilizado en los reveladores para negativo, pero no ofrece ninguna ventaja para este uso.

Se presenta en forma de polvo blanco, cristalino, que se disuelve fácilmente en agua caliente. Como revelador, sus propiedades corresponden aproximadamente a una mezcla de hidroquinona y alrededor de un 5% de metol. Su potencial de reducción es 7. La clorohidroquinona tiene una tendencia muy baja a la formación de velo, particularmente en sistemas de revelado en los que la película queda expuesta al aire una parte del tiempo. (57)

HIDROXIDO DE POTASIO (POTASA CAUSTICA).— El hidróxido de potasio o potasa cáustica se encuentra en el comercio en las mismas formas y variedades que la sosa cáustica; sus propiedades físicas y químicas son muy parecidas y todas las precauciones que se indican para el manejo y conservación de la sosa y sus soluciones se aplican también a la potasa y sus soluciones.

La potasa cáustica corriente contiene carbonato y cloruro, cuerpos que no se encuentran en la potasa al alcohol.

La lejía a 36°Bé contiene un 44.5% y la lejía a 40°Bé un 52% de la potasa cáustica. A dosis equivalentes, la potasa cáustica, ionizada más completamente, da a las soluciones un pH más alto que la sosa cáustica.

HIDROXIDO DE SODIO (SOSA CAUSTICA).— El hidróxido de sodio o sosa cáustica NaOH, FM = 40 se halla en el comercio en forma de placas gruesas, de barritas en pequeños fragmentos finos (copos) blancos y opacos, o bien en soluciones concentradas llamadas lejías. En su estado sólido, la sosa cáustica se presenta en dos calidades; -- purificada llamada al alcohol, y corriente; esta última contiene de 2 a 7% de carbonato de sodio (Na_2CO_3) cuando es de fabricación reciente, y mucho más cuando tiene ya algún tiempo; también contiene cloruro de sodio que asimismo se encuentra, aunque en dosis mucho más pequeña, en la sosa al alcohol. La sosa es deliquescente y tiene siempre, por consiguiente, un poco de agua, se trata de un producto sumamente cáustico; cada vez que se toca hay que aclararse -- los dedos (cuando, debido a un contacto prolongado, se haya producido una quemadura, primero se lavará con mucha agua y luego con una solución diluida de bicarbonato de sodio preparada en frío) y no se deben triturar las placas cuando no se han protegido los ojos -- con gafas de grandes cristales o por medio de una plancha de cristal colocada ante ellos. Para limitar la absorción de la humedad y del gas carbónico del aire, la sosa cáustica debe conservarse en --

recipientes cerrados (preferentemente en cajas redondas de hojalata) no se deben conservar nunca la sosa ni sus soluciones en frascos de tapón esmerilado, pues, en el caso en que una partícula o gota de la solución quedara aprisionada entre el tapón y el cuello del frasco, sería imposible volverlo a destapar.

La disolución de la sosa cáustica en agua desprende gran cantidad de calor; para ello deberá emplearse siempre el agua fría, la sosa se introducirá por pequeñas cantidades a la vez y se agitará constantemente para evitar un exceso de calor local que pueda sobre pasar la temperatura de ebullición, pues en éste caso podría haber proyección del líquido corrosivo y rotura del recipiente, si éste es de cristal o de cerámica.

Cuando sea posible procurarse la sosa en las propias fábricas es preferible adquirirla como lejía, técnica, purificada o pura, ya que en todos estos casos es más barata que el producto sólido de igual porcentaje; la lejía a 36°Bé (densidad 1.332 a 15°C) contiene un 40% de sosa cáustica; la lejía de 40°Bé (densidad 1.383) contiene un 48% y la lejía de 45°Bé (densidad 1.453) contiene un 56%. Las lejías se suministran en barriles de plancha sin recubrir o en bombonas de cristal.

Las soluciones de sosa cáustica atacan el aluminio, las aleaciones ligeras, el estaño y el zinc (y también por consiguiente, la plancha estañada y la galvanizada).

SULFITO DE SODIO.— El sulfito de sodio neutro, es el sulfito que se emplea corrientemente en los reveladores, se suministra al estado anhidro (Na_2SO_3 PM = 126) o al estado cristalizado ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ PM = 252); 1 gr. de sal anhidra equivale a 2 gr. de cristalizada suponiéndolas ambas a un mismo grado de pureza.

El sulfito anhidro es un polvo blanco que al amontonarse se protege automáticamente contra la acción del aire; el sulfito cristalizado se presenta en forma de pequeños cristales incoloros y --

y eflorescentes, que suelen estar recubiertos de una costra en polvo de sal anhidra; el porcentaje de la sal anhidra en producto útil raramente es inferior a un 90% el del producto cristalizado -- suele estar comprendido entre el 40 y el 45%. Ambos productos contienen un poco de sulfato y de ditionato, que producen de su oxidación, así como también carbonatos, cloruro de sodio y partículas de hiposulfito. El sulfito debe conservarse en recipientes cerrados.

El sulfito de sodio es muy soluble en agua (23% a 20°C, y 44% a 40°C; las concentraciones se expresan en la sal anhidra); su solubilidad disminuye rápidamente a temperaturas inferiores a los 90°C.; como el momento de hervir las soluciones concentradas depositan la sal anhidra, no se debe disolver nunca el sulfito en agua demasiado caliente. Así como la disolución del sulfito cristalizado disminuye la temperatura del agua, el sulfito anhidro se disuelve sin hacerla variar; por ello se le prefiere en todos aquellos casos en que el revelador se prepara en el momento del empleo.

Las soluciones de sulfito neutro son básicas al tornasol. La oxidación de las soluciones de sulfito por el oxígeno del aire es muy lenta en las soluciones alcalinizadas a un pH mayor a 9,5 (T.H. James y A. Weissberger, 1939); la oxidación de las soluciones neutras se retrasa cuando hay partículas de hidroquinona o de p-aminofenol, de alcoholes, de glicerina, de azúcar. Se aconseja no preparar soluciones de reserva de sulfito en cantidades superiores al consumo de una semana.

Los ácidos fuertes descomponen los sulfitos liberando el anhídrido sulfuroso SO_2 ; esta descomposición deja de producirse cuando se añade una cantidad moderada de ácido acético a una solución de sulfito.

Los sulfitos forman complejos con las sales de varios metales pesados; las soluciones de sulfito neutro disuelven el bromuro y el cloruro de plata; una solución al 8% de sal anhidra disuelve un ---

0.08% de bromuro de plata; la solución deposita lentamente la plata coloidal con formación de ditionato de sodio.

El sulfito neutro de calcio es insoluble, a su formación sobre todo se deben los residuos blancos que se depositan lentamente en los reveladores preparados con agua no desmineralizada o no protegida con adiciones apropiadas.

BISULFITO DE SODIO.— Hasta hace poco, se hallaba a la venta -- una solución concentrada a 35°Bé de bisulfito de sodio ó sulfito -- ácido de sodio (NaHSO_3 , FM = 104) que contenía aproximadamente 455 gr. de bisulfito por litro (densidad 1.320 a 15°C); éste producto -- de calidad razonablemente constante cuando era de reciente fabricación, se alteraba lentamente perdiendo anhídrido sulfuroso y depositando sulfato ácido de sodio (bisulfato).

Actualmente, sólo se fabrica el metabisulfito de sodio $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ FM = 190, que suele designarse con el nombre de bisulfito de sodio seco; se trata de un producto blanco en polvo, que huele fuertemente a anhídrido sulfuroso, de composición muy variable, se oxida con mucha facilidad y contiene de un 80 a un 90% de producto útil, entre cuyas impurezas suelen encontrarse partículas de hidrosulfito que -- reducen directamente el bromuro de plata. Cuando no sea posible --- comprobar en el momento de su empleo el porcentaje en anhídrido --- sulfuroso disponible, será preferible escoger, a pesar de que sea -- más caro, el metabisulfito de potasio.

Este producto se transforma en bisulfito en el momento de disolverse en el agua (evitese el empleo de agua demasiado caliente -- que aceleraría la oxidación), con lo que 190 grs. de metabisulfito forman 208 grs. de bisulfito; por lo tanto; se obtiene el equivalente de 100 cm^3 de la solución concentrada de bisulfito disolviendo 41.5 grs. de metabisulfito, suponiendo, claro está, que todos -- los productos son puros.

Las soluciones de bisulfito tienen las propiedades de una ----

mezcla de sulfito neutro y de anhídrido sulfuroso, y es por medio de este anhídrido sulfuroso que se reducen las soluciones de cromatos y permanganatos. También disuelven el bromuro y el cloruro de plata al igual que las soluciones de sulfito neutro.

Hay que evitar cualquier contacto entre una solución de bisulfito y el zinc, el fierro galvanizado y toda clase de metales que se oxiden con facilidad, pues al formarse el hidrosulfito podrían producirse velos o manchas.

En los reveladores preparados a base de dos soluciones de reserva, el bisulfito añadido a la solución sulfúrica de los reveladores, neutraliza, durante la mezcla, una fracción del álcali traído por la otra solución; al establecer la fórmula deberá tenerse en cuenta este hecho. Cuando se emplea un álcali cáustico, el sulfito ácido se transforma en sulfito neutro; cuando se utiliza un carbonato, se forma bicarbonato que rebaja la basicidad del carbonato neutro no transformado, con lo que ya no es posible poder calcular las cantidades que deberán emplearse para compensar la utilización del bisulfito.

Algunas fórmulas de reveladores en baño único previenen a la vez el empleo de bisulfito, de sulfito neutro y de carbonato, probablemente con el fin de compensar el carbonato neutro por medio de la formación de bicarbonato.

METABISULFITO DE POTASIO.— El metabisulfito o piro-sulfito de potasio ($K_2S_2O_5$ PM = 222) se presenta en grandes cristales incoloros, bastante estables, pero que con el tiempo se recubren de una costra opaca de sulfato y de ditionito de potasio; ésta sal es muy soluble en el agua (30% a 15°C.); la solución obtenida contiene el bisulfito de potasio ($KHSO_3$); la solución deberá prepararse en frío, ya que todos los bisulfitos se descomponen parcialmente en caliente.

Hay equivalencias entre 100 cm³ de solución de bisulfito de sodio a 35° Bé y 48 gr. de metabisulfito de potasio, o bien entre --

100 grs. de éste metabisulfito y 205 cm³ de la solución de bisulfito de sodio a 35°Bé.

TRITANOLAMINA.— El empleo de la Tritanolamina $N(CH_2CH_2OH)_3$ FM = 98 se ha propuesto para sustituir a los álcalis en los reveladores de grano fino (M.L. Dandon, 1932) y en los reveladores cromógenos (E.E. Jelley, 1938). El producto comercial, que es un líquido amarillento viscoso, no volátil, inodoro o con un suave olor a amoníaco, es una mezcla de 80-85% de tritanolemina, 10 a 15% de dietanolamina y 5% de monoetanolamina (en los que uno o dos grupos alcohol se han sustituido por el hidrógeno), mucho más básicos; éste líquido, de densidad 1.12 a 20°C., que es más básico que el amoníaco, no es ni cáustico ni irritante; no ejerce ninguna acción sobre la gelatina ni sobre los soportes pelliculares; disuelve una proporción mucho más pequeña de bromuro de plata.

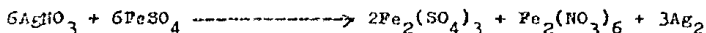
Debe conservarse en frascos bien tapados, pues absorbe rápidamente el vapor de agua y el gas carbónico y oscurece lentamente al contacto del aire. (58)

C A P I T U L O VI

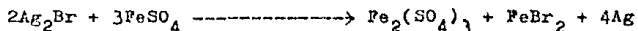
REACCIONES QUIMICAS DE LAS SOLUCIONES REVELADORAS

Reacciones Químicas que desarrollan o revelan la imagen.— Como la acción de la luz debería prolongarse enormemente para llegar a producir, sobre la capa sensibilizada, una imagen visible, se emplean reactivos que, ejerciendo una acción reductora sobre las sales de plata, hacen aparecer dicha imagen, completando la acción iniciada por la luz. Estos reactivos se denominan reveladores.

La reacción que tiene lugar cuando se desarrollan o revelan placas de colodión húmedo puede explicarse por la acción del sulfato ferroso sobre el nitrato de plata.

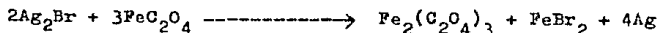


Admitiendo que la plata así depositada se suma a la procedente de la sal de plata modificada por la acción de la luz y descompuesta después por el revelador del siguiente modo:



La imagen desarrollada en la placa húmeda está principalmente en la superficie de la capa sensible, porque la sal de plata está en la parte superior de dicha capa. Si la sal ferrosa y el nitrato de plata se ponen en contacto solos, la reducción que tiene lugar es demasiado rápida; por esto es costumbre emplear ciertas sustancias que, durante la descomposición de la sal de plata, obran como retardadores. Estas sustancias son ácidos minerales u orgánicos, y otros compuestos también orgánicos.

El revelado puede realizarse también mediante sales orgánicas de fierro, de las cuales la más importante es el Oxalato Ferroso; la reacción que tiene lugar es la siguiente:



es comparable a la anteriormente citada para el sulfato ferroso.

Además de las sales de fierro se emplean, tanto para las placas al colodión húmedo como para las placas secas, el pirogalol o —

ácido pirogalico; la reacción, lo mismo que en el caso de los compuestos ferrosos, es una reducción por un cuerpo capaz de absorber los halógenos. Revelando en solución alcalina, la acción reductora se ejerce primero sobre el sub-bromuro de plata producido por la acción de la luz sobre el bromuro, siendo absorbido el bromo por el sustrato orgánico. Para revelar en estas condiciones, el pirogalol debe estar en una solución alcalinizada con amoníaco o con otro cuerpo alcalino, ya que, sólo, es incapaz de reducir el sub-bromuro de plata metálica; en presencia de un álcali, en cambio, puede absorber rápidamente el oxígeno o cantidades equivalentes de cloro, bromo o yodo.

Existen razones para creer que la plata, recién depositada, — convierte en sub-bromuro el bromuro de plata no alterado, y que el sub-bromuro así formado, siendo atacado por el revelador, daría un depósito que se extendería por la placa más allá de las regiones — que han sufrido la acción de la luz; por esto es preciso que el — revelador contenga alguna sustancia capaz de restringir esta descomposición secundaria. Se emplean generalmente, para ello, bromuros — solubles, y es posible que estos bromuros formen con el de plata — una solución de sal doble que sea menos atacable por la plata nascente, con lo cuál se evita que se deposite plata reducida fuera — de los sitios en que la reducción haya sido iniciada por la luz.

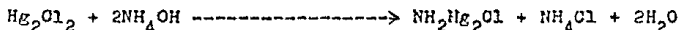
No debe perderse de vista que el conocimiento que actualmente se tiene de la acción de la luz y de los reveladores sobre las sales de plata no es bastante completo para que puedan escribirse — con seguridad ecuaciones que representen exactamente las reacciones que tienen lugar.

Para explicar la acción química del revelado se ha querido, — modernamente, utilizar la teoría de la ionización. Así, en el caso de la hidroquinona, en el cuál se sabe que el producto que se forma durante el revelado es la quinona, se supone que la hidroquinona se

ioniza, perdiendo durante la reacción dos cargas negativas que neutralizan las positivas de la plata del bromuro ionizado, y uniéndose los átomos de oxígeno para formar quinona.

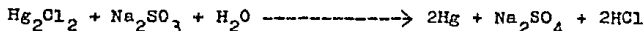
Reacciones Químicas que se realizan al Reforzar y Debilitar -- los negativos.— El refuerzo, o sea la intensificación de la imagen negativa, se puede llevar a cabo de dos maneras: haciendo que se deposite más plata o depositando algún otro cuerpo sobre la plata depositada ya durante el revelado.

En el primer caso, la reacción es análoga a la que se realiza al revelar. Como ejemplo del segundo caso puede citarse el refuerzo mediante el cloruro mercuríco y el amoníaco.

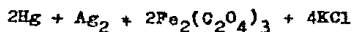
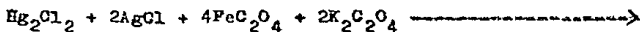


en esta operación se empieza por convertir, mediante un tratamiento por solución de cloruro mercuríco, la plata de la imagen en mezcla de cloruros mercuríco y argéntico; se lava enseguida la placa con agua y se sumerge en amoníaco diluido, con lo cuál el cloruro argéntico se disuelve y el mercurioso se transforma en cloruro dimercuroso-amónico, negro, que da una imagen más intensa.

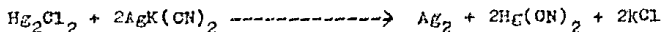
Se han aplicado al refuerzo de los negativos otras reacciones. En algunos de los métodos más importantes se empieza por tratar la imagen por cloruro mercuríco, para depositar sobre ella cloruro mercurioso, como en el procedimiento antes citado, y luego se aplican sobre la sal mercuriosa diferentes reactivos, como el sulfito de sodio.



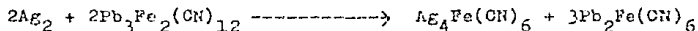
o el Oxalato Ferroso;



o el Cianuro Argentico Potásico:



En otros métodos no se convierte la plata en cloruro mercurioso, sino que se hacen actuar directamente sobre ella ciertos cuerpos, como los ferrocianuros de plomo y de urano.



Empleando, como se indica en la ecuación, el ferrocianuro de plomo, los cuerpos que se forman (ferrocianuros de plomo y de plata) son blancos, por lo cual es necesario tratar el negativo, después de lavarlo, por un sulfuro alcalino, para transformar los ferrocianuros blancos en sulfuros, que son de color obscuro. Si se emplea el ferrocianuro de urano, el ferrocianuro de éste metal que se forma tiene un color pardo rojizo bastante intenso para que la imagen resulte suficientemente intensificada sin necesidad de tratamiento ulterior alguno.

Placas de Colodión.— Placas de vidrio con una capa de algodón — polvora soluble o colodión, impregnado con yoduros o bromuros solubles, los cuales, al colocar las placas en una solución de nitrato de plata, dan lugar a la formación de compuestos argénticos sensibles a la luz.

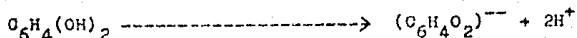
Algodón polvora soluble, piroxilina o algodón para colodión, $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{O}_6(\text{OH})(\text{NO}_3)_3$, se forma haciendo actuar sobre el algodón una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico con un poco de agua o una mezcla de nitrato potásico y ácido sulfúrico. Se diferencia del algodón en que es soluble en una mezcla de alcohol-eter, dando un líquido viscoso que, al evaporarse, deja una película transparente (colodión). (59)

Reacciones e influencia del sulfito en una solución reveladora

Si el agente revelador es hidroquinona con fórmula empírica --

$C_6H_4(OH)_2$. La secuencia de la reacción es la siguiente:

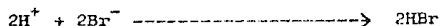
La hidroquinona es primero ionizada a ion quinona $(C_6H_4O_2)^{--}$ e iones hidrógeno H^+ .



el ion quinona da 2 electrones a 2 iones de plata para formar 2 átomos de plata metálica y quinona.



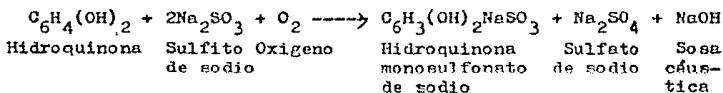
El ion hidrógeno se combina con el ion bromuro para producir ácido bromhídrico.



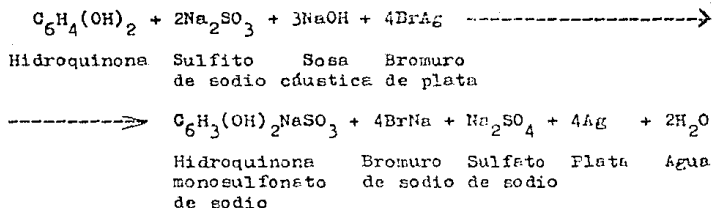
La quinona se combina con el sulfito de sodio para formar el monosulfonato y disulfonato de quinona. (60)

La mecánica de la protección mutua del sulfito y del revelador contra la oxidación no se ha podido poner en claro todavía, pero se ha estudiado sobre todo en el caso de los polifenoles y, particularmente, de la hidroquinona.

Así como la oxidación de la hidroquinona en solución ácida o débilmente alcalina produce cierta cantidad de quinona, este cuerpo no se ha podido encontrar en los productos de oxidación de la hidroquinona en presencia de un exceso de sulfito; por otra parte, si se introduce la quinona en una solución de sulfito se transforma instantáneamente en hidroquinona-monosulfato; éste es precisamente el producto que constituye el primer paso de la oxidación de la hidroquinona en solución sulfúrica (J. Pinnow, 1913); en la oxidación espontánea se forma:



En el caso del revelado, se forma:



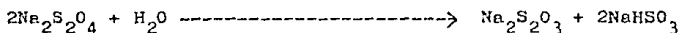
Se observará que, si en el segundo caso, una fracción del álcali disponible es neutralizada, el sulfito libera una parte de sosa cáustica en el curso de la oxidación espontánea. Así se aplica el fenómeno de que una solución sulfítica de hidroquinona sea incapaz de revelar cuando acaba de ser preparada, mientras que, cuando se le deja durante varios días en un frasco no lleno del todo, se transforma en un revelador muy activo (Lüppo-Cramer 1931). Así se explica también que, cuando los componentes de un revelador se han disuelto en dos soluciones que no deben mezclarse hasta el momento del empleo (revelador y sulfito, de una parte, y el álcali, de la otra), sólo se evita la oxidación espontánea acidificando su solución añadiéndole, por ejemplo un bisulfito.

La hidroquinona-monosulfonato así formada constituye todavía un revelador, aunque ligeramente menos enérgico, cuya oxidación conduce a través de unas reacciones análogas a las que acabamos de indicar, a la formación de hidroquinona-disulfonato de sodio ($\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{NaSO}_3)_2$) de fluorescencia azul fuerte.

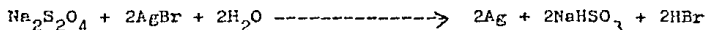
Así como, en solución alcalinizada, sin sulfito, una molécula de hidroquinona sólo reduciría 2 moléculas de bromuro de plata, en presencia de sulfito llegaría a reducir hasta 4, y el sulfonato formado puede reducir 4 moléculas más, por lo tanto, se puede considerar que un revelador sulfitado es el sulfito el que constituye, en realidad, el aceptador de oxígeno.

El papel protector del sulfito consiste en impedir la formación de quinona o de derivados quinónicos, los cuales, si no hubiera el sulfito (o cuando éste se haya agotado en un revelador que solamente contenga una cantidad insuficiente del mismo), catalizaría enérgicamente la oxidación de la hidroquinona por el aire (T. H. James y A. Weissberger, 1939). (58)

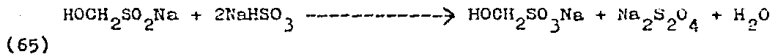
Reacción de un Agente Revelador No Metálico.— El Ditionato de sodio fué primero mencionado como un agente revelador por Eder (61) (62). Las soluciones absorben rápidamente oxígeno atmosférico en una reacción en la cual parece ser catalizada por partículas de plata, y en la falta de aire el revelador se deteriora por reacción.



En el revelado, el ditionito es oxidado a bisulfito.



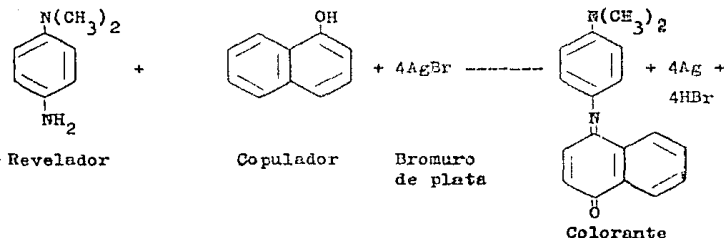
Sin embargo, el ditionito de sodio produce considerablemente velo en las emulsiones de cloruro y bromuro, el revelador es conveniente para los procesos de emulsiones de yoduro. (63), (64). Rongalito C. (Hidroximetanosulfonato de sodio) no es un revelador, una mezcla de rongalito C y bisulfito de sodio, los cuales forman el sulfonato de ditionito, reveladores pero no tienen ventajas sobre las soluciones de ditionito de sodio neutras.



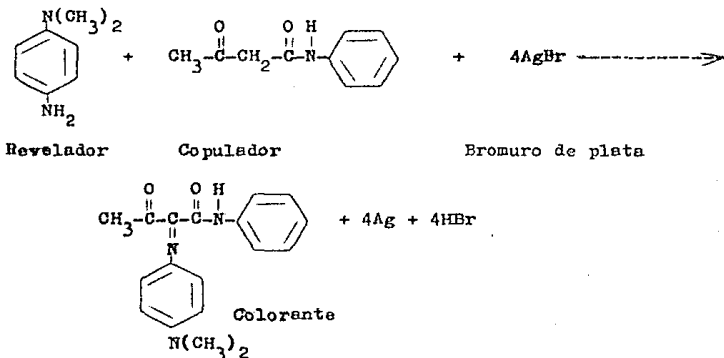
Química de la Reacción Copuladora de Revelado de Color.— En 1912, Fischer (66) encontró que ciertos agentes, al ser añadidos a las soluciones reveladoras de p-fenilendiamina o p-aminofenol formarían una imagen coloreada al mismo tiempo que la imagen de plata. Se encontró que esto se debía a la "Copulación" de éste material añadido al revelador oxidado, por lo que a éste material se le ----

llamó " Copulador".

Durante el revelado u otros métodos de oxidación del revelador - el copulador reacciona con el revelador oxidado de la forma siguiente:

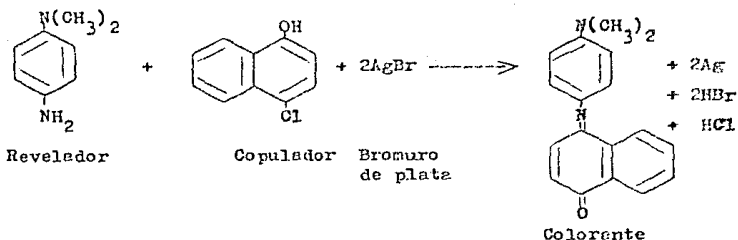


Se han reducido cuatro moléculas de bromuro de plata y se han formado otras cuatro de ácido bromhídrico. La reacción de un copulador con un grupo metileno activo puede formularse como sigue:



Ciertos copuladores fenólicos tienen la posición de copulación ocupada por un átomo de cloro en lugar de un hidrógeno. En éste caso el cloro es escindido durante la reacción copuladora y se forma

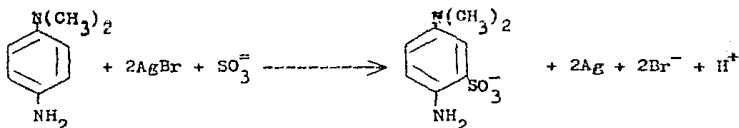
el mismo colorante que si el cloro no hubiese estado presente. Por ejemplo:



Solamente se han reducido dos moléculas de bromuro de plata y se han liberado dos moléculas de ácido bromhídrico y una molécula de ácido clorhídrico.

En la práctica durante el revelado simultáneo de una imagen de plata y colorante, tienen lugar reacciones similares a las anteriores, pero además parte del revelador oxidado reacciona con el sulfito que normalmente se incluye en todas las soluciones reveladoras.

La reacción:



Además cierta cantidad de revelador se oxida por la acción del oxígeno del aire, formándose así colorante sin la formación de plata, por lo que resulta extremadamente difícil demostrar experimentalmente la relación de 4 a 1 de la cantidad de plata y colorante formado (o 2 a 1 en el caso de copuladores clorosustituídos) como se indica en las reacciones anteriores.

La reacción copuladora ha sido investigada por Flannery y Collins. (67) Emplearon reveladores sin sulfito, pero no mencionan

ron las medidas adoptadas para eliminar el oxígeno. Para el copulador cyan 2,4-dicloro-~~naftol~~ encontraron 1.83 moléculas de plata por cada molécula de colorante formado durante la reacción del ~~---~~ revelado. Esto concuerda bastante con el valor 2 que podría predecirse de la ecuación de un copulador clorosustituido. Para el copulador magenta 1-pnitrofenil-3-metil-5-pirazolona se formaron 3.64 moléculas de plata por moléculas de colorante y para el copulador ~~---~~ amarillo furoil-2-aceto-2,4-xiliuro, se formaron 3.4 moléculas de plata por molécula de colorante. Estos resultados concuerdan bien con el valor teórico de 4. La desviación de estos resultados respecto de los valores teóricos, debe atribuirse al error experimental más bien que a cualquier error de las propias ecuaciones, ya que la estructura de los colorantes formados por un cierto número de copuladores ha sido determinada y está en perfecto acuerdo con la estructura dada por las ecuaciones. (68), (69).

C A P I T U L O VII

FÓRMULAS DE LAS SOLUCIONES REVELADORAS

Fórmulas Procesadoras para Materiales Blanco y Negro

Preparación de las Soluciones.- Disuélvase los materiales en el orden en que figuren en las fórmulas, empleando tres cuartas --- partes del volúmen total de agua. El agua debe ser caliente (a unos 50°C.), completando finalmente el volúmen con agua fría. En las --- fórmulas que contengan metol, disuélvase una pequeña cantidad de -- sulfito antes de añadir el metol, con el fin de inhibir la oxida--- ción aérea, y a continuación cuando el metol se haya disuelto, --- añádase el resto del sulfito de la fórmula.

Todas las soluciones y sustancias químicas deben ser considera das como potencialmente tóxicas, y por lo tanto hay que adoptar --- precauciones al manejarlas.

Sustitución de Substancias Químicas.- En fórmulas que contengan sulfito sódico, las cantidades se refieren a la substancia anhidra. Si se usa sulfito sódico cristalizado la cantidad debe ser doblada.

En fórmulas que contengan carbonato sódico, las cantidades se refieren a la substancia anhidra. Si se usa carbonato sódico cristalizado (decahidratado) la cantidad debe ser multiplicada por 2.75. Si se usa carbonato sódico monohidratado la cantidad debe ser multi plicada por 1.25.

En muchas fórmulas de (fenidona-quinona) FQ se menciona la --- solución retardadora Ilford IBT. Puede usarse también un retardador formado por 10 gr. de benzotriazol en 1 litro de una solución de --- carbonato sódico (anhidro) al 1%.

Reveladores o Soluciones Reveladoras.- Las fórmulas revelado--- ras para materiales blanco y negro se han clasificado en los si--- guientes grupos:

- 1.- Universales
- 2.- Reveladores para películas:
 - a).- De uso general.
 - b).- De grano fino.

- c).- De acutancia.
- d).- Alto contraste.
- e).- Contraste extremo (litográficos).
- f).- De uso tropical.
- g).- Monobaño.

3.- Papeles Reveladores.

1.- REVELADORES UNIVERSALES (Para películas en rollo, planas, papeles de contacto y ampliaciones).

REVELADOR ID-36 DE METOL-HIDROQUINONA

Revelador Universal de MQ para películas y papeles.

SOLUCION DE RESERVA

Metol	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	50.0 g
Hidroquinona	12.5 g
Carbonato de sodio anhidro	72.0 g
Bromuro de potasio	0.75g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Felículas:

Bandejas: Diluir 1 parte en 3 partes de agua.

Tanque: Diluir 1 parte en 7 partes de agua.

Papel de contacto:

Diluir 1 parte en 1 parte de agua.

Ampliación y papeles en rollo:

Diluir 1 parte en 3 partes de agua.

REVELADOR ID-62 DE FENIDONA-HIDROQUINONA

Fórmula FQ universal para películas y papeles.

SOLUCION DE RESERVA

Sulfito de sodio anhidro	50.0 g
Carbonato de sodio anhidro	60.0 g
Hidroquinona	12.0 g
Fenidona	0.5 g
Bromuro de potasio	2.0 g
Solución Retardadora IBT	20.0 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Películas:

Bandejas: Diluir 1 parte en 3 partes de agua.

Tiempo: 1 1/4 - 3 3/4 min. a 20°C.

Tanque: Diluir 1 parte en 7 partes de agua.

Tiempo: 3 - 7 1/2 min. a 20°C.

Papeles de contacto:

Diluir 1 parte en 1 parte de agua.

Amplificación y papeles en rollo:

Diluir 1 parte en 3 partes de agua.

Tiempo: 1 1/2 - 2 min. a 20°C.

2.- REVELADORES PARA PELICULAS

a).- De uso general.

REVELADOR ID-67 DE FENIDONA-HIDROQUINONA

Sulfito de sodio anhidro	75.0 g
Carbonato de sodio anhidro	37.5 g
Hidroquinona	8.0 g
Fenidona	0.25g
Bromuro de potasio	2.0 g
Solución Retardadora IBT	15.0 ml.
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Bandeja: 1 parte en 2 partes de agua.

Tiempo: 1 1/4 - 4 1/2 min. a 20°C.

Tanque: Diluir 1 parte en 5 partes de agua.

Tiempo: 2 1/2 - 10 min. a 20°C.

REVELADOR D-61A DE METOL-HIDROQUINONA

Fórmula MQ de uso general para películas en rollo y planas.

SOLUCION DE RESERVA

Metol	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g
Metabisulfito de sodio	2.0 g
Hidroquinona	6.0 g
Carbonato de sodio anhidro	11.0 g
Bromuro de potasio	2.0 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Bandeja: Diluir 1 parte en 1 parte de agua.

Tiempo: 7 min. a 20°C.

Tanque: Diluir 1 parte en 3 partes de agua.

Tiempo: 14 min. a 20°C.

b).- Reveladores de Grano fino.

REVELADOR DE GRANO FINO D-76 E ID-11

Revelador de MQ bórax para películas y placas. De grano fino - suficiente para aplicaciones normales sin pérdida de sensibilidad - de emulsión.

SOLUCION DE RESERVA

Metol	2.0 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g

Hidroquinona	5.0 g
Bórax	2.0 g
Agua hasta	1.0 litro

Se usa sin diluir en bandejas y tanques. Tiempo: 6 - 10 min. a 20°C.

También puede usarse diluido a (1 + 1) ó (1 + 3), aumentando - proporcionalmente el tiempo de revelado, y desechándolo una vez --- usado.

RELLENADOR PARA EL REVELADOR D-76 E ID-11

Rellenador para mantener la actividad y duración de éste revelador.

SOLUCION DE RESERVA

Metol	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g
Hidroquinona	7.5 g
Bórax	20.0 g
Agua hasta	1.0 litro

Añádase al tanque revelador a medida que convenga para mantener el nivel de la solución. En condiciones normales de trabajo, en que el tanque esté siendo usado regularmente, puede añadirse un total - de relleno igual al volúmen original de revelador antes de des- char la solución reveladora.

REVELADOR DE GRANO FINO ID-68

Fórmula FQ bórax para películas y placas. Da grano fino sufi- ciente para aplicaciones normales sin pérdida de sensibilidad de -- emulsión.

SOLUCION DE RESERVA

Sulfito de sodio anhidro	85.0 g
Hidroquinona	5.0 g

Bórax	7.0 g
Acido bórico	2.0 g
Bromuro de potasio	1.0 g
Fenidona	0.13g
Agua hasta	1.0 litro

Se usa sin diluir en bandejes o tanques. Tiempo: 3 - 12 min.
a 20°C.

RELLENADOR PARA EL REVELADOR ID-68

Fórmula del rellenedor para mantener la actividad y duración -
del revelador ID-68.

SOLUCION DE RESERVA

Sulfito de sodio anhidro	85.0 g
Hidroquinona	8.0 g
Bórax	10.0 g
Fenidona	0.22g
Agua hasta	1.0 litro

Añádase al tanque revelador a medida que convenga para mante-
ner el nivel de la solución. En condiciones normales de trabajo, en
que el tanque esté siendo usado regularmente, puede añadirse un ---
total de rellenedor igual al volúmen original de revelador antes de
desechar la solución reveladora.

c).- Reveladores de Acutancia.

Las siguientes fórmulas han sido concebidas para destacar los
efectos de borde (acutancia).

REVELADOR DE BEUTLER

SOLUCION DE RESERVA A

Metol	5.0 g
Sulfito de sodio anhidro	25.0 g

Agua hasta	1.0 litro
------------	-----------

SOLUCION DE RESERVA B

Carbonato de sodio anhidro	25.0 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Una parte de A más una parte de B en 8 partes de agua. Tiempo 8 - 15 min. a 20°C. usese una sólo vez.

REVELADOR DE ALTA ACUTANCIA FX-1

Una variante del revelador de Beutler a la que se le atribuyen mejores efectos de adyacencia, mejor control del contraste y un aumento de sensibilidad de 1/2 - 1 diafragma.

SOLUCION DE RESERVA

Metol	0.5 g
Sulfito de sodio anhidro	5.0 g
Carbonato de sodio anhidro	2.5 g
Yoduro de potasio (sol. al 0.001%)	5.0 ml.
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Usese una sólo vez sin diluir. Tiempo: 12 - 14 min. a 20°C.

d).- Reveladores de Alto Contraste.

REVELADOR D-19b, ID-19

Revelador de alto contraste para películas de Rayos X, película aérea, fotografía industrial y científica.

SOLUCION DE RESERVA

Metol	2.2 g
Sulfito de sodio anhidro	72.0 g
Hidroquinona	8.8 g

Carbonato de sodio anhidro	48.0 g
Bromuro de potasio	4.0 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Usese sin diluir en bandejas o tanque: Tiempo: 5 minutos.

RELLENADOR PARA EL REVELADOR D.19bSOLUCION DE RESERVA

Metol	4.0 g
Sulfito de sodio anhidro	72.0 g
Hidroquinona	16.0 g
Carbonato de sodio anhidro	48.0 g
Agua hasta	1.0 litro

Añadase al tanque revelador a medida que convenga para mantener el nivel de la solución.

e).- Reveladores de Contraste Externo (litográficos o de proceso).

REVELADOR DE HIDROQUINONA-CAUSTICO ID-13

Para el revelado en bandejas de películas de línea cuando se desea el máximo contraste. Recomendado también para revelar placas especiales para aplicaciones científicas cuando se requiere el máximo contraste.

SOLUCION DE RESERVA A

Hidroquinona	25.0 g
Metabisulfito de potasio	25.0 g
Bromuro de potasio	25.0 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE RESERVA B

Hidróxido de potasio (potasa cáustica)	50.0 g
--	--------

Agua hasta 1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Bandeja: Mezclar partes iguales de A y B inmediatamente antes de usar.

REVELADOR LITOGRAFICO AN-79b

Para revelar materiales litográficos. Fórmula en dos soluciones que contienen formaldehído como medio para mantener más baja la concentración de sulfito, y la hidroquinona como agente revelador.

SOLUCION DE RESERVA A

Sulfito de sodio anhidro	1.0 g
Paraformaldehído	30.0 g
Metabisulfito de potasio	10.5 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE RESERVA B

Sulfito de sodio anhidro	120.0 g
Acido bórico cristalizado	30.0 g
Hidroquinona	90.0 g
Bromuro de potasio	6.0 g
Agua hasta	3.0 litros

SOLUCION DE TRABAJO

1 parte de A + 3 partes de B. Tiempo: 2 minutos.

f).- Reveladores para climas tropicales.

Para el revelado a altas temperaturas, de hasta unos 35°C.

REVELADOR TROPICAL DK-15

SOLUCION DE RESERVA

Metol	5.7 g
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g

Bórax cristalizado	13.5 g
Hidróxido de sodio	2.9 g
Bromuro de potasio	1.9 g
Sulfato de sodio anhidro	46.5 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Usese sin diluir.

D-76, ID-11 MAS SULFATO SODICO

Para temperaturas de 29-32°C. añádanse 100 gr. de sulfato sódico anhidro por litro de solución de reserva D-76, ID-11. Para mayores temperaturas, de 32-35°C., disminuir también el tiempo de revelado aproximadamente en un tercio.

g).- Monobaños.

MONOBAÑOS MM-1

Sulfito de sodio anhidro	50.0 g
Fenidona	4.0 g
Hidroquinona	12.0 g
Hidróxido de sodio	4.0 g
Tiosulfato de sodio cristalizado	110.0 g
Glutaraldehído (sol. al 25%)	8.0 g
Agua hasta	1.0 litro

Después de añadir la fenidona añádase una pizca de hidroquinona seguida del hidróxido de sodio. La fenidona se disolverá así --- completamente; la pequeña cantidad de hidroquinona impide la oxidación de la fenidona. Añádase después el resto de la hidroquinona y las demás sustancias en el orden en que figuran en la fórmula.

Tiempo: Películas, 7 min. a 24°C.

Cada película responde de una manera diferente en un monobaño; alguna aumenta la sensibilidad y el contraste. Para disminuir el --- contraste añádase ácido acético glacial (1-5 ml). Si se desea aumen

ter el contraste se añade hidróxido de sodio (2.5 gr.). Con algunas películas puede producirse una pérdida de sensibilidad (1/2 abertura) mientras que la película Kodak Verichrome da los mismos resultados que revelada normalmente. (4)

OTROS REVELADORES PARA NEGATIVOS DE BLANCO Y NEGRO

REVELADOR KODAK D-8

Agua a unos 32°C.	750.0 ml
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g
Hidroquinona	45.0 g
Hidróxido de sodio granulado	37.5 g
Bromuro de potasio anhidro	30.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak D-8 es un revelador rápido para películas y placas para trabajos de tono continuo o de líneas que requieran un contraste y una densidad muy alta (para trabajos generales de alto contraste se recomienda el revelador Kodak D-11).

Recomendaciones para el revelado: Para su utilización, mezcle dos partes de solución preparada con una parte de agua. Revele durante unos 2 minutos en cubeta a unos 20°C. En cubeta éste revelador tiene una vida útil muy corta y debe ser utilizado inmediatamente después de su mezcla.

REVELADOR KODAK D-11

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
Agente revelador Kodak Elon	1.0 g
Sulfito de sodio anhidro	75.0 g
Hidroquinona	9.0 g
Carbonato de sodio monohidratado	30.0 g
Bromuro de potasio anhidro	5.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak D-11 es un revelador vigoroso para película y placas con buenas características de conservación, para un uso -- general siempre que se desea alto contraste. Cuando precise un contraste muy alto, utilice el revelador Kodak D-8. El revelador Kodak D-11 es aconsejable para las películas de alto contraste utilizadas para la reproducción de textos escritos o impresos, dibujos de ---- líneas, así como para materiales similares.

Recomendaciones para el revelado: Para los sujetos de línea, - utilice el producto sin dilución. Para el revelado de copias o de - sujetos de tono continuo, dilúyalo con un volumen igual de agua. -- Revele durante 5 minutos en tanque ó 4 en cubeta a 20°C.

REVELADOR KODAK DK-15 (Revelador Tropical)

Este revelador está destinado al revelado de películas y pla-- cas bajo condiciones tropicales.

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	5.7 g
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g
Alcali equilibrado con Kodak	22.5 g
Bromuro de potasio anhidro	1.9 g
Sulfato de sodio anhidro ⁺	45.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

+ Si prefiere usar sulfato de sodio cristalizado en lugar de la --- forma anhidra, utilice 2 1/4 veces la cantidad que se indica para - el sulfato anhidro.

El tiempo medio de revelado en tanque es de unos 10 min. a 20°C y de 2 a 3 min. a 32°C. Estos tiempos son aplicables cuando el revela-- lado es reciente. Varíe el tiempo para obtener el contraste deseado.

A temperaturas inferiores a 24°C. se puede prescindir del sulfato de sodio para obtener un revelador de acción más rápida. El -- tiempo de revelado sin sulfato de sodio es de unos 6 min. a 20°C.

Si revela las películas en cubeta, reduce los tiempos de revelado indicados en un 20%.

Cuando el revelado se haya completado, eclare la película o la placa durante solo 1 o 2 seg. y sumérgalas seguidamente en el baño endurecedor Kodak SB-4 durante 3 min. Omite el aclarador si considera que la película tiene tendencia a ablandarse. Fije la película al menos durante 10 min. en un baño fijador ácido endurecedor, tal como el fijador Kodak P-5, y lave la película durante 10 o 15 min. en agua cuya temperatura no supere 35°C.

Con este revelador no se formen burbujas; además el álcali --- equilibrado con Kodalk no genera gas cuando es tratado con un ácido. Esta propiedad supone una ventaja considerable cuando se revela a temperaturas elevadas.

REVELADOR KODAK D-19

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	2.0 g
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g
Hidroquinona	8.0 g
Carbonato de sodio monohidratado	52.5 g
Bromuro de potasio anhidro	5.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak D-19 de alto contraste y de resultados --- limpios, proporciona negativos brillantes con tiempos de revelado --- cortos. Posee buenas características de conservación y gran capacidad de revelado. Se recomienda especialmente para trabajos de tono continuo que requieren un contraste superior al normal.

Recomendaciones para el revelado: Revele durante unos 6 min. --- en tanque, o bien durante unos 5 min. en cubeta a 20°C.

REFORZADOR KODAK D-19 R

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
-------------------	----------

Agente Revelador Kodak Elón	4.5 g
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g
Hidroquinona	17.5 g
Carbonato de sodio anhidro ó monohidratado	52.5 g
Hidróxido de sodio granulado	7.5 g
Agua hasta completar	1.0 litro

Utilice este reforzador sin diluir. Después de revelar 20 x 25 cm. de película o una cantidad equivalente, añada al revelador 25 - ml de solución reforzadora. El volumen total de reforzador añadido no debe superar el volumen original de revelador.

REVELADOR KODAK D-23

Es un revelador lento que no produce alto contraste aunque los tiempos de revelado sean prolongados. Utilicelo cuando desea conseguir una escala de densidad más bien baja.

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	7.5 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El tiempo de revelado es de unos 12 min. en tanque o de 10 min. en cubeta a 20°C.

La vida útil del revelador puede prolongarse con el reforzador Kodak DK-25R. Añada 23 ml. de reforzador por cada rollo revelado. - Tire el revelador al cabo de unos 27 rollos (13.470 cm²) de película por cada litro.

REVELADOR KODAK D-25

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	7.5 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g
Bisulfito de sodio anhidro	15.0 g

Agua fría hasta completar 1.0 litro

La mayoría de las películas Kodak en rollo han de revelarse en tanque durante unos 20 min. a 20°C. ó durante unos 11 min. a 25°C. Si el revelador es utilizado a 25°C., los resultados serán parecidos a los que se obtienen empleando el revelador Kodak DK-20⁺ a 20°C. El grano es similar al que resulta con el revelador de p-fenilendiamina, pero con la ventaja de que el revelador Kodak D-25 no es tóxico ni mancha.

Si no es esencial la obtención de grano muy fino o no resulta práctico trabajar a la temperatura más alta, utilice la mitad de la cantidad indicada de bisulfito de sodio. En este caso el tiempo de revelado es de aproximadamente 14 min. a 20°C., y el grano resulta intermedio entre el del revelador Kodak D-23 y el del revelador Kodak D-25.

Reforzamiento: Añada un total de 40 ml. de reforzador Kodak -- DK-25R por cada litro de solución para cada rollo revelado, durante los primeros 13 rollos, y 24 ml. por cada litro de solución para -- cada uno de los restantes. Seguidamente, remplace el revelador con una solución reciente.

REFORZADOR KODAK DK-25R

Agua a unos 50°C.	750.0 ml.
Agente Revelador Kodak Elón	10.0 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g
Alcali equilibrado con Kodak	20.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

+ La fórmula para el revelador Kodak DK-20 no se indica, ya que no produce resultados satisfactorios con la mayoría de películas modernas de emulsión delgada; los reveladores disolventes de este tipo -- producen a menudo velo difracto y no conviene usarlos.

REVELADOR KODAK DK-50 (Solución de Reserva)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	2.5 g
Sulfito de sodio anhidro	30.0 g
Hidroquinona	2.5 g
Alcali equilibrado con Kodalk	10.0 g
Bromuro potásico o de potasio anhidro	0.5 g
Agua hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak DK-50, que da resultados limpios con bastante rapidez, es muy popular entre los fotógrafos comerciales y de retrato. Puede utilizarse diluido o no, en tanque o en cubeta, y con él se obtienen negativos muy definidos con todo tipo de sujetos.

Recomendaciones para el revelado. Para el revelado en tanque de negativo de retrato, dilúyalo con un volumen igual de agua y revele durante unos 10 min. a 20°C. Para el revelado en cubeta, úsalo sin diluir y revele durante unos 6 min. a 20°C. Para trabajos comerciales, utilícelo sin diluir, revele durante unos 6 min. en tanque ó 4 min. y 30 seg. en cubeta a 20°C.

Reforzamiento: Añada un total de 30 ml. de reforzador Kodak DK-50R por cada 20 x 25 cm de hojas o su equivalente reveladas. Si el revelador es diluido 1:1 el reforzador debe serlo en igual proporción.

REFORZADOR KODAK DK-50R

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	5.0 g
Sulfito de sodio anhidro	30.0 g
Hidroquinona	10.0 g
Alcali equilibrado con Kodalk	40.0 g
Agua hasta completar	1.0 litro

REVELADOR KODAK DK-60a

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
-------------------	----------

Agente Revelador Kodak Elón	2.5 g
Sulfito de sodio anhidro	50.0 g
Hidroquinona	2.5 g
Alcali equilibrado con Kodalk	20.0 g
Bromuro de potasio anhidro	0.5 g
Agua hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak DK-60a es rápido y para uso general en negativos de gran tamaño. Sus tiempos de revelado son relativamente --- cortos (4 min. en cubeta, 5 min. en tanque) y produce negativos de grano moderado, de brillantez elevada y con niveles de velo bajos. Para su reforzamiento añada 30 ml. de reforzador Kodak DK-60aTR --- por cada 500 cm² de película.

REFORZADOR KODAK DK-60aTR

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	5.0 g
Sulfito de sodio anhidro	50.0 g
Hidroquinona	10.0 g
Alcali equilibrado con Kodalk	40.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

REVELADOR KODAK D-61a

Este revelador se recomienda para tanques o cubetas con ---- películas y placas para profesionales.

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	90.0 g
Bisulfito de sodio anhidro	2.0 g
Hidroquinona	6.0 g
Carbonato de sodio monohidratado	14.0 g
Bromuro de potasio anhidro	2.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

Para utilizarlo en cubeta, diluya una parte de solución de --- reserva con una parte de agua y revele durante unos 6 min. a 20°C. En tanque, diluya una parte de solución de reserva en tres partes - de agua y revele durante 12 min. a 20°C. Añada periódicamente solución de reserva (en dilución 1:3) para mantener el volumen, o bien utilice el reforzador Kodak D-61R para mantener la capacidad de la solución en tanque.

REFORZADOR KODAK D-61R

Esta fórmula es indicada para el reforzamiento de la solución para tanque de revelado Kodak D-61a.

SOLUCION DE RESERVA A

Agua a unos 50°C.	3.0 litros
Agente Revelador Kodak Elón	6.0 g
Sulfito de sodio anhidro	180.0 g
Bisulfito de sodio anhidro	4.0 g
Hidroquinona	12.0 g
Bromuro de potasio anhidro	3.0 g
Agua fría hasta completar	6.0 litros

SOLUCION DE RESERVA B

Carbonato de sodio monohidratado	280.0 g
Agua hasta completar	2.0 litros

Modo de empleo: Tome tres partes de solución de reserva A y -- una parte de solución de reserva B y añadalas a la disolución de -- revelador para tanque en la cantidad necesaria. Mézclelas solo al - ir a usarlas.

REVELADOR KODAK D-75

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	2.0 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g

Hidroquinona	5.0 g
Bórax Decahidratado	2.0 g
Agua hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak D-76 no ha sido superado por ningún otro -- revelador Kodak de uso ordinario, por su capacidad de proporcionar toda la sensibilidad de la emulsión y un máximo detalle en las ---- zonas de sombra con un contraste normal. Las películas reveladas -- con revelador Kodak D-76 poseen una excelente granulación. Para --- conseguir más definición, pero con cierta pérdida en grano, diluya el revelador 1:1. El revelador Kodak D-76 tiene una excelente latitud de revelado y produce poco velo en los revelados forzados.

Recomendaciones para el revelado: Para películas en hojas, el tiempo medio de revelado es de 9 min. en cubeta o de 11 min. en --- tanque a 20°C.

Reforzamiento: Añada un total de 30 ml. de reforzador Kodak -- D-76 por cada hoja de 20 x 25 cm. o superficie equivalente revelada.

REFORZADOR KODAK D-76R

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	100.0 g
Hidroquinona	7.5 g
Bórax Decahidratado	20.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

REVELADOR KODAK D-78 (Revelador Negativo de Glicina)

Agua	750.0 ml
Sulfito de sodio anhidro	3.0 g
Glicina	3.0 g
Carbonato de sodio monohidratado	7.2 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El tiempo medio de revelado utilizando el revelador Kodak D-78 es de 15 a 25 min. a 18.5°C.

REVELADOR KODAK D-79 (Revelador Negativo de Glicina)

Agua	750.0 ml
Sulfito de sodio anhidro	25.0 g
Acido pirogálico	2.5 g
Carbonato de sodio monohidratado	6.0 g
Bromuro de potasio anhidro	0.5 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El tiempo medio de revelado con este revelador es de 9 a 12 min a 18.5°C. La solución se oxida rápidamente; no debe usarse después de una hora de preparada.

REVELADOR KODAK D-82 (Revelador Energico)

Este revelador esta destinado a las películas sumamente subexpuestas.

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Alcohol metilico	48.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	14.0 g
Sulfito de sodio anhidro	52.5 g
Hidroquinona	14.0 g
Hidróxido de sodio granulado	8.8 g
Bromuro de potasio anhidro	8.8 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

Uselo sin diluir durante 4 a 5 min. en cubeta a 18.5°C. Se conserva solo unos pocos días. Si no añade el alcohol metilico y diluye el revelador, la solución no resultará tan activa como en su forma concentrada (70)

REVELADORES PARA PAPEL

ID-20 METOL-HIDROQUINONA

SOLUCION DE RESERVA

Ketol	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	50.0 g
Hidroquinona	12.0 g
Carbonato de sodio anhidro	60.0 g
Bromuro de potasio	4.0 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Para uso normal.

Diluir 1 parte en 3 partes de agua.

D-163 METOL-HIDROQUINONA

Ketol	2.2 g
Sulfito de sodio anhidro	25.0 g
Carbonato de sodio anhidro	37.0 g
Bromuro de potasio	2.8 g
Agua hasta	1.0 litro

SOLUCION DE TRABAJO

Diluir 1 parte en 3 partes de agua. Tiempo: 1 1/2 - 3 min. (4)

REVELADOR KODAK D-51 (Revelador de amidol para papeles de bromuro)SOLUCION DE RESERVA

Agua a unos 50°C.	750.0 ml
Sulfito de sodio anhidro	120.0 g
Amidol (Clorhidrato de diaminofenol)	37.5 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

Modo de empleo: Tome 180 ml de solución de reserva, 3 ml. de solución de bromuro de potasio al 10% y 750 ml de agua. Revele durante 90 seg. a 3 min. a 21°C. La solución debe utilizarse inmediatamente, una vez añadida el agua, pues se oxida enseguida al entrar en contacto con el aire.

REVELADOR KODAK D-52SOLUCION DE RESERVA

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	1.5 g
Sulfito de sodio anhidro	22.5 g
Hidroquinona	6.0 g
Carbonato de sodio monohidratado	17.0 g
Bromuro de potasio anhidro	1.5 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak D-52 incorpora las últimas mejoras y es de preparación fácil. Posee una larga vida útil, está diseñado especialmente para el revelado de papeles de tonos cálidos, produce una tonalidad de la imagen y un contraste agradable, se mantiene claro durante la utilización y posee notable capacidad de revelado y buena conservación. Puesto que la actividad reveladora disminuye muy lentamente con el uso, es fácil mantener una tonalidad constante de las imágenes. El revelador Kodak Selector es una preparación en paquete con características similares a las del D-52.

Recomendaciones para el revelado: Diluya una parte de solución de reserva con una parte de agua. Para resultados medios, revele durante 2 min. a 20°C. Para tener una tonalidad de imagen ligeramente más cálida, revele durante 90 seg. Con ciertos papeles el contraste puede aumentar ligeramente revelando durante un período de hasta 4 min. Los tiempos de revelado más largos producirán una tonalidad de imagen más fría.

REVELADOR KODAK D-72

Agua a unos 50°C.	500.0 ml
Agente Revelador Kodak Elón	3.0 g
Sulfito de sodio anhidro	45.0 g
Hidroquinona	12.0 g

Carbonato de sodio monohidratado	80.0 g
Bromuro de potasio anhidro	2.0 g
Agua fría hasta completar	1.0 litro

El revelador Kodak D-72 también incorpora las últimas mejoras y es de preparación fácil. Las soluciones mezcladas de D-72 se conservan generalmente sin lodos, depósitos, precipitados y sin cambios de color durante toda la vida útil de la solución. El revelador Kodak Dektol es un preparado en paquetes que tiene propiedades similares a las del D-72.

Recomendaciones para el revelado: Diluya una parte de solución de reserva con dos partes de agua. Los tiempos medios de revelado para los papeles recomendados varían de 60 a 90 seg. a 20°C. (70)

FORMULAS PROCESADORAS PARA MATERIALES DE COLORPROCESO AGFACOLORREVELADOR PARA PELICULAS

	<u>SOL. DE TRABAJO</u>	<u>REFORZADOR</u>
Dietyl-p-fenilendiamina	2.75 g	4.0 g
Sulfito anhidro	2.0 g	2.0 g
Carbonato de potasio anhidro	75.0 g	75.0 g
Bromuro de potasio	1.5 g	-
Trilon B (sal disódica del EDTA)	2.0 g	2.0 g
Nekal BX2 (sal sódica de sulfoxilato-de alquilnftaleno)	1.2 g	2.5 g
Agua hasta completar	1.0 litro	1.0 L.

En 15 litros de solución fueron revelados 100 mts. de película de 35 mm.

REVELADOR PARA PAPEL

Hidroxietyl-etyl-p-fenilendiamina	4.5 g
Carbonato de potasio anhidro	78.0 g
Hidroxicloloruro de Hidroxilamina	2.0 g
Sulfito anhidro	2.0 g
Agua hasta completar	1.0 litro

PROCESO ANSCO-COLORREVELADOR 608 PARA PELICULA

	<u>SOL. DE TRABAJO</u>	<u>REFORZADOR</u>
Agua	1.0 litro	1.0 L.
Calgon (Hexametáfosfato)	1.0 g	1.0 g
Sulfito de sodio anhidro	3.0 g	3.75g
Revelador S5	7.0 g	11.0 g
Carbonato de sodio monohidratado	75.0 g	75.0 g

	<u>SOL. DE TRABAJO</u>	<u>REFORZADOR</u>
Sulfato de sodio anhidro	30.0 g	30.0 g
Bromuro de potasio	2.0 g	1.0 g
Acelerador DA-1 al 5%	5.0 cc	6.0 cc
Sosa cáustica para un pH = 0.45 abajo de la solución de trabajo	2.0 g	2.0 g

REVELADOR 609 PARA PAPEL

	<u>SOL. DE TRABAJO</u>	<u>REFORZADOR</u>
Agua	1.0 litro	1.0 L.
Calgon (Hexametáfosfato)	1.0 g	1.0 g
Sulfito de sodio anhidro	2.0 g	3.0 g
Revelador S5	5.0 g	7.5 g
Carbonato de sodio monohidratado	60.0 g	60.0 g
Bromuro de potasio	1.0 g	2.0 g
Yoduro de potasio	1.0 mg	-
Sosa cáustica para un pH = 0.4 abajo de la solución de trabajo	2.0 g	2.0 g

PROCESO FERRANIACOLORREVELADOR PARA PELICULA

Tiempo de revelado: 6 1/2 - 7 min. a 18°G.

Parte A

Agua	500.0 ml
Sulfato de hidroxietil-etil- p-fenilendiamina	4.0 g

Parte B

Agua	500.0 ml
Sulfito de sodio anhidro	0.5 g
Carbonato de sodio anhidro	84.0 g
Bromuro de potasio	2.5 g
pH = 10.8 - 11	

REVELADOR PARA PAPEL

Tiempo de revelado: 3-5 min. a 18°C.

Parte A

Agua	50.0 ml
Sulfato de hidroxietil-etil- p-fenilendiamina	4.5 g

Parte B

Agua	950.0 ml
Sulfito de sodio anhidro	0.5 g
Carbonato de potasio	84.0 g
Hidroxiclóruo de hidroxilamina	2.0 g
Bromuro de potasio	0.5 g
Produc. A.70	2.0 g

REVELADOR UNIVERSAL PARA NEGATIVO (Agfacolor, Gevacolor, Ferrania--color, Telcolor, Pakolor etc.)

Agua	1.0 litro
Sulfato de hidroxietil-etil- p-fenilendiamina	4.0 g
Carbonato de potasio	75.0 g
Bromuro de potasio	2.5 g
Sulfito de sodio anhidro	2.0 g
EDTA	1.5 g
Fosfato trisódico	10.0 g

REVELADOR GORDON'S PARA PAPEL

Agua	1.0 litro
Sulfato de hidroxietil-etil- p-fenilendiamina	4.5 g
Carbonato de potasio	75.0 g
Bromuro de potasio	2.5 g
Sulfito de sodio anhidro	2.0 g

EDTA	1.5 g
Fosfato tripotásico	10.0 g
Hidroxiclóruo de hidroxilamina	2.0 g

(60)

REVELADOR PARA PELICULA DE COLOR PROCESO D-41

A este proceso se le atribuye propiedades apropiadas para el procesamiento de Kodacolor II, Vericolor II, Fujicolor II, Gaf Color -- Frint, 3M Color Print, Sakuracolor II y Turacolor II, todas ellas - películas de color.

Tiempo de revelado: 3 min. 15 seg. a $37.8 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$.

Calgon	2.0 g
Sulfito de sodio anhidro	2.0 g
Bicarbonato de sodio	8.0 g
Bromuro de potasio	1.8 g
Carbonato de sodio anhidro	30.0 g
Sulfato de hidroxilamina	3.0 g
6-nitrobenzimidazol ⁺ sol. al 0.3%	10.0 ml
Revelador CD-4	3.2 g
Agua hasta	1.0 litro
pH	10-10.2
Duración	1 mes
Capacidad (número de películas 135/35)	5

+ Preparado por adición de 1.5 g de 6-nitrobenzimidazol a 500 ml de agua acidificada por adición de 0.4 ml. de ácido nítrico.

REVELADOR PARA PAPEL PROCESO EKTAPRINT-1

Este procedimiento se considera adecuado para los papeles Ekta color 37RC, Fujicolor RC, Sakuracolor RC Tipo QII, 3M Color papel - Rc.

(92)

Tiempo de revelado: 3 min. 30 seg. a $31.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$.

3 min. a $33.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$.

2 min. a $38.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$.

Calgon	2.0 g
Sulfato de hidroxilamina	2.0 g
Sulfito de sodio anhidro	2.0 g
Carbonato de potasio anhidro	30.0 g
Bromuro de potasio	0.4 g
Alcohol bencílico/Etilenglicol 1/1	30.0 ml
Nitrato de 6-nitrobenzimidazol sol. 3%	7.0 ml
Revelador CD-3	4.4 g
Agua hasta	1.0 litro
pH	10.1-10.2

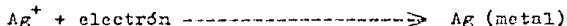
(4)

C A P I T U L O V I I I

REVELADO

LA TEORIA DEL REVELADO

El revelado de la imagen latente fotográfica está por supuesto ligado estrechamente con la propia naturaleza de la imagen latente. El proceso consiste en la reducción de granos de haluro de plata -- que han sido expuestos, a plata metálica, de acuerdo con la ----- ecuación:



Durante el revelado normal solamente se reducen los granos expuestos que contienen imagen latente. La pregunta obligada es la -- siguiente: ¿ Por qué un revelador no revela los granos sin exponer, lo mismo que revela los expuestos?. En realidad, si el revelado se prolonga durante un tiempo grande, el revelado alcanza a todos los granos, tanto los expuestos como los no expuestos. Por lo tanto, el revelado de la imagen latente es un fenómeno de rapidez, ya que el revelado de los granos expuestos tiene lugar mucho antes que el de los no expuestos.

Para que un agente rebajador pueda actuar como revelador es -- necesario que esté dentro del intervalo adecuado de poder de reducción. Si es demasiado débil, el agente rebajador no puede reducir -- el haluro de plata en absoluto, y si es demasiado fuerte rebajará -- inmediatamente los granos sin exponer tanto como los expuestos. --- Ciertos rebajadores orgánicos, como el p-metilaminofenol, la hidroquinona, el catecol, la p-fenilendiamina, y agentes rebajadores --- inorgánicos tales como el oxalato ferroso, están comprendidos en el intervalo adecuado y son reveladores. Los agentes rebajadores fuertes, tales como el estanita de sodio y el hidrosulfito, son demasiado potentes y reducen o velan completamente todos los granos de la emulsión.

Si bien existen muchos tipos de reveladores, hay solamente dos tipos básicos de revelado. Se conocen con los nombres de revelado --

Químico y revelado físico. En un revelado físico, la plata que se reduce es suministrada por los propios iones de plata de la solución. En el revelado químico, los granos de la mayor parte de los reveladores químicos normales contienen algo de disolvente del haluro de plata, de forma que algunos de los granos pueden resultar disueltos y reducidos en la solución por el revelado físico, pero, en la mayoría de los casos, éste es un efecto de menor importancia y no cambia básicamente la naturaleza del proceso del revelado químico.

En los primeros tiempos de la fotografía, cuando se empleaban las emulsiones de colodión, el revelado físico era el único que se usaba, pero ahora se usa solamente en casos especiales, principalmente en casos experimentales en la investigación del proceso del revelado y la naturaleza de la imagen latente. Puesto que los iones de plata en solución se reducen con más facilidad que los granos de haluro de plata, los reveladores físicos deben ser agentes rebajadores más débiles que los reveladores químicos. El revelado químico se lleva generalmente a cabo en soluciones alcalinas, en las cuales los agentes rebajadores tienen más fuerza. El poder del oxalato ferroso no tiene relación con la acidez o alcalinidad, de forma que puede emplearse en un amplio intervalo de condiciones; si bien es muy útil en estudios teóricos, su aplicación en la práctica es rara.

REVELADO FISICO.— Un revelado físico contiene un agente rebajador, tal como el metol, un ácido y un proveedor de iones de plata, frecuentemente en Nitrato de Plata. Es medianamente inestable y con el tiempo, se deposita plata metálica sobre el recipiente y a través de la solución. Sin embargo, este depósito de plata se acelera bastante por la presencia de gérmenes de plata. Como ya se dijo anteriormente, Reinders, Hamburger y De Vries, determinaron el tamaño de los gérmenes de plata que se necesitaban para iniciar el depósito de plata en un revelador físico, y llegaron a la conclu---

sión de que con cuatro átomos había suficiente. Arens y Eggert (70) estudiaron la cantidad de plata en un sol de plata y encontraron -- que la cantidad era una función del número de gómenes de plata más bien que de su tamaño. Para los soles de oro se observó la misma -- relación.

Bullock (71), inventó la cantidad de exposición que necesita-- ría una placa fotográfica ordinaria para ser revelada mediante reve-- lado físico, y encontró que era aproximadamente cinco veces mayor -- que la requerida para llevar a cabo el revelado químico ordinario. Para ello, empleó un tipo de emulsión lenta, pero se tienen pruebas de que la diferencia es mayor aún para el caso de las emulsiones -- rápidas. Por tanto, el hecho de que una emulsión expuesta pueda ser revelada en un revelador físico, no puede interpretarse como eviden-- cia de que la imagen latente para el revelado químico, esté compues-- ta de plata metálica.

Difícilmente puede ponerse en duda que la imagen latente para el revelado físico sea plata metálica. Lo demuestra aún más el --- hecho de que, incluso después de haber sido fijada una emulsión ex-- puesta, puede ser revelado en un revelador físico. Esto se conoce -- como revelado físico de postfijación, en oposición al revelado nor-- mal o revelado físico de profijación. Al fijar la película para el revelado físico de postfijación, deben adoptarse ciertas precau-- ciones para impedir la disolución de las finas partículas de plata de la imagen. En esta condición dispersa, la plata se oxida fácilmente y los agentes fijadores que formen complejos con ella durante el -- fijado, ayudan a la oxidación. Debido a la pérdida parcial de plata durante el fijado, se presentan dudas acerca de las conclusiones -- deducidas de gran parte de trabajo experimental, sobre el revelado físico de postfijación.

La naturaleza del mecanismo del revelado físico, ha sido obje-- to de numerosas especulaciones. Una de las primeras teorías que se

mantuvo con carácter general durante muchos años fué la teoría de la sobresaturación, propuesta por Ostwald (72). Se suponía que el revelador reducía parte de los iones de plata a plata metálica, la cual permanecía en solución en estado sobresaturado. Esta saturación impedía la reducción posterior de los iones de haluro de plata. En presencia de los gérmenes de plata metálica, la solución sobresaturada de plata depositaba plata metálica, la cual rebajaba la sobresaturación y permitía que se redujese más plata.

La segunda teoría está basada en la acción catalítica del germen de plata, el cual aumenta la rapidez de la reducción del ion de plata, más bien que el depósito de plata. Esta acción catalítica fué explicada de distinta manera por distintos investigadores, pero en su mayor parte admitieron que el revelador se adsorbía en la plata, y el aumento resultante en la concentración del revelador daba lugar a la velocidad creciente de la reducción.

James (73), recientemente, aclaró bastante el mecanismo del revelado físico. Investigó la rapidez de formación de plata a partir del ion de plata en solución, mediante un cierto número de agentes reveladores. Encontró que, en presencia de gérmenes de plata, la rapidez era una función lineal de la concentración de ciertos agentes reveladores, característica normal de una reacción homogénea. Sin embargo, la rapidez era una potencia fraccionaria de la concentración del ion de plata. Esto es característico en las reacciones heterogéneas, en las cuales tiene lugar la adsorción, y puede considerarse como que la adsorción de los iones de plata en los gérmenes tiene un papel de la máxima importancia en el revelado físico. El resultado es un acuerdo con la teoría catalítica mencionada anteriormente y está, en oposición a la teoría de la sobresaturación.

REVELADO QUÍMICO.— El revelado químico o la reducción de los granos de haluro de plata en una emulsión es por naturaleza, comple

tamente diferente al del revelado físico. Se han elaborado unas --- cuantas teorías para explicar este mecanismo que varían de acuerdo con la teoría de la imagen latente sostenida por diversos investiga--- dores, y de acuerdo con los numerosos hechos observados sobre las --- características del revelado bajo diferentes condiciones. La cinéti--- ca del revelado está influenciada por un gran número de variables; contenido total salino de la solución reveladora, pH, el propio --- agente revelador, ciertos colorantes, productos de oxidación del --- revelador, bromuro, antivielos, disolvente del bromuro de plata y --- muchos otros. La interpretación de los resultados en muchos experi--- mentos, ha resultado confusa debido a que algunos de estos factores no eran bien conocidos en su época. Solo en años recientes han podi--- do conocerse estas variables y manejarse para obtener una idea cla--- ra del proceso del revelado.

La teoría del mecanismo del revelado químico que tuvo más --- éxito en sus días, fué la teoría de la sobresaturación, mencionada anteriormente en relación con el revelado físico. Existen actual--- mente pruebas en contra de esta teoría, la más concluyente de las --- cuales, es la obtenida con el microscopio electrónico. Hasta hace --- relativamente poco tiempo, el aspecto de los granos individuales de una emulsión revelada, había sido descrito como un pedazo de coque, un mazacote sólido. Sin embargo, con los grandes aumentos que permí--- te el microscopio electrónico, se ha visto que el grano revelado --- esta compuesto por un gran número de minúsculos filamentos, de mane--- ra que su aspecto exterior es algo parecido a una masa de algas --- marinas.

La plata, en forma de filamentos, no se forma en el revelado --- físico, una verdadera diferencia entre los dos tipos de revelado. Esta evidencia por sí mismo no rebata la teoría de la sobresatura--- ción de Ostwald, para el revelado físico, pero resulta difícil --- imaginarse cómo podría tener lugar la formación de plata en forma ---

de filamentos mediante el revelado químico. Bancroft (74) sugirió la teoría del revelado por adsorción. Si los granos expuestos adsorben revelador más fuertemente que los no expuestos, se revelarán más rápidamente. Esta teoría ha sido modificada en forma diferente por varios investigadores, incluyendo la restricción de la adsorción del revelador al haluro de plata a los gránulos de plata de la imagen latente o a la superficie interna entre los dos.

REVELADO.- Conjunto de operaciones necesarias para revelar una imagen fotográfica. La imagen latente de la placa, película o papel sensible está formada por los granos de emulsión de sal argéntica, por lo común gelatinobromuro de plata, en los que la acción reductora de la luz deposita cantidades ultramicroscópicas de plata metálica, la cual cataliza la nueva reducción de aquellos granos al tratarle la placa por la solución de un revelador. Esta reducción es tanto más intensa cuanto mayor fué el efecto primitivo producido por la luz, y estas diferencias determinan la imagen visible. El revelado se hace con la luz infrarroja, o en la oscuridad para las emulsiones pancromáticas, o con luz amarilla si la placa se desensibiliza previamente en solución de safranina. (75)

INDICACIONES GENERALES.- El local destinado al revelado (laboratorio o cámara oscura) debe ser una habitación completamente oscura o que no pueda recibir más luz que la que penetre por una ventana provista de cristales rojos o anaranjados (o una combinación de ambos). Además se debe disponer de agua corriente en abundancia y buena ventilación. Las placas deben guardarse siempre en una habitación bien seca. La cámara oscura no conviene para almacén de placas, por la facilidad con que se carga de humedad.

Distintos reveladores dan diferentes resultados; por ejemplo, el ácido pirogálico combinado con el carbonato de sodio o potasio da negativos muy fuertes y vigorosos, mientras que con el iconógeno

y el metol se obtienen negativos muy flojos y delicados; pero si se agrega hidroquinona al iconógeno o al metol se obtiene más contraste es decir, más fuerza o intensidad en la negativa o negativo.

Es indispensable tener en el laboratorio un frasco con una solución de bromuro de potasio al 10% (25 gr. de bromuro por 1/4 de litro de agua) pues cuando una placa está pasada basta echar unas gotas de esta solución al revelador al notar dicho efecto, para que quede la negativa mucho mejor. (Se conoce que una placa está "pasada" cuando aparece la imagen casi inmediatamente y a continuación se ennegrece casi toda).

Las placas falta de exposición deben sacarse del revelador y echarse en una cubeta con agua, donde no pueda llegar luz alguna. Si empiezan a verse los detalles en las partes de sobra después de media hora aproximadamente, pueda volverse a echar la placa en el revelador y continuar el revelado hasta el final.

Un revelado rápido, con solución muy concentrada, no da gradua ción en los tonos, es decir, no da medios tonos. Si el revelador está demerziado caliente o contiene demasiado álcali (carbonato de sodio o potasio), resultan negativas flojas y borrosas. En cambio, si el revelador está demasiado frío obra muy lentamente y da lugar a negativas muy endebles.

Para obtener resultados regulares hay que trabajar a una temperatura también regular, es decir, sin grandes variaciones.

Si el revelado se prolonga demasiado, la negativa resulta muy fuerte.

En tiempo caluroso, el revelador debe diluirse; y al contrario en tiempo frío debe concentrarse algo más.

La negativa no ha de exponerse a la luz blanca hasta haberse fijado por completo, y debe tenerse en el fijador cinco minutos más del tiempo necesario para disolver el bromuro de plata blanco.

En tiempo de calor debe emplearse como fijador un baño con ---

alumbre crómico para evitar que la gelatina se arrugue.

Como fijador ordinario se empleará siempre el hiposulfito, que además de ser bueno es muy barato.

Tanto para las placas como los chasis⁺ y cubetas deben estar -- fuera del polvo para evitar las "picaduras" en las negativas y posi-
tivas.

+ (Bastidor donde se colocan las placas para exponerlas en la cámara oscura).

Después de fijada la negativa o negativo debe lavarse en agua clara durante una hora aproximadamente. Las placas deben secarse -- rápidamente en verano, pues de no hacerlo así, se endurece y granu-
la la película.

No puede esperarse obtener negativas buenas si se emplean ---- reveladores viejos o fijadores o cubetas sucias.

DURACION DEL REVELADO.-- Respecto al coeficiente del revelador o tiempo que dura el revelado, como regla general se tiene que, para una exposición conveniente, el tiempo total de revelado para una -- cierta intensidad guarda una relación constante con el tiempo que -- tarda en aparecer la imagen, con tal que la fuerza del revelador -- permanezca invariable durante el revelado; esta regla se verifica -- cualquiera que sea la energía primitiva del revelador, la cantidad de álcali o de bromuro y la temperatura a que se opere, dentro siem-
pre de los límites tolerables en la práctica.

El tiempo total del revelado, dividido por el tiempo que tarda en aparecer la imagen, da un coeficiente que es lo que se llama -- "coeficiente o factor" del revelador empleado. El metol es un revelador de factor muy grande, ya que una placa necesita para su com-
pleto revelado un tiempo igual a 30 veces el que tarda en aparecer la imagen: si se emplea menos tiempo resulta una negativa débil. El hidroquinona en cambio tiene un factor pequeño, siendo fácil obte-
ner demasiado contraste al prolongar algo el revelado. Los factores

de los reveladores más empleados son los siguientes, referidos a -- concentraciones medias de los mismos; adurol 50, azol 30, certinal 30, diógeno 12, edinol 20, eiconógeno 9, glicina-potasa 12, glicina sosa 8, hidroquinona (con dosis corriente de bromuro) 5, cachín 10, Kodak (polvos) 18, mequín 12, metol 30, metol-hidroquinona 14, ortal 10, p-aminofenol 16, pirocatquina 10, pirocatequina cristalizada 30, pirometol 9, piro-sosa 4 a 15, quinometol 30, rodinal 30, sintol 30, sulfato (rinógeno) 6, victol 30.

Coefficientes para contrastes flojos, regulares y fuertes de -- ciertos reveladores: amidol 7, 10 y 12, adinol 14, 20 y 24, eiconógeno 8, 12 y 15, glicina 9, 13 y 16, hidroquinona 3, 4 1/2 y 5, --- metol 20, 30 y 35, metol-hidroquinona 10, 14 y 16, p-aminofenol 12, 16 y 18, pirogálico (ácido) 4, 6 y 7, pirometol 6, 9 y 11.

CANTIDAD PRECISA DE REVELADOR PARA CUBRIR UNA PLACA Y PARA RE-
VELADO CORRIENTE.— La tabla siguiente da la cantidad de revelador -- necesario para cubrir una placa, de las dimensiones indicadas en la primera columna colocada en una cubeta del tamaño que da la segunda columna y de fondo plano; claro está que hay que aumentar algo es-- tas cantidades cuando se trate de cubetas que tengan en su fondo -- depresiones o salientes que sirven para facilitar el manejo de la -- placa en la misma, y que son las más empleadas. El grosor de la --- placa se supone igual a 1.5 mm.

<u>Placa</u>	<u>Cubeta de fondo plano</u>	<u>Revelador preciso para cubrir la placa</u>	<u>Revelador necesario para revelar</u>
6.5 x 9	9 x 12	20 cm ³	45 cm ³
9.0 x 12	10 x 15	30 "	60 "
13 x 18	15 x 20	50 "	100 "
18 x 24	20 x 25	100 "	175 "

REVELADO NORMAL SEGUN EL PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA TIRAR ---

PRUEBAS.— Para obtener buenos negativos destinados a cualquier --- clase de pruebas, se mide el tiempo que tarda en aparecer la imagen y emplean el revelador tipo que damos a continuación, se sigue revelando el negativo 12 veces dicho tiempo si se destina a pruebas en papel corriente, 8 veces para ampliaciones, 10 veces para pruebas al carbón y 16 veces para pruebas al platino (platinotipia). El revelador tipo que debe emplearse para que se cumpla la regla anterior, debida a Watkins, es el siguiente: sulfito de sodio (en solución al 25%) 45 gr., agua destilada 160 cm³, amidol 1 gr. El amidol se agrega inmediatamente antes de empezar a revelar.

REVELADORES TIPO.— Se consideran como tipo los siguientes reveladores, que reciben el nombre de la sustancia especialmente activa que entra en su composición, que es la que ocupa el primer lugar en las fórmulas. Las cantidades indicadas por éstos son para 1 litro - de agua cuando se trata de revelar placas.

Amidol 4 gr., sulfito de sodio 44 gr., bromuro de potasio 2 gr.

Eiconógeno 8 gr., sulfito de sodio 56 gr., carbonato de potasio cristalizado 15 gr., bromuro de potasio 1 gr.

Glicina 4 gr., sulfito de sodio 10 gr., carbonato de potasio - cristalizado 25.2 gr.

Hidroquinona 4 gr., sulfito de sodio 12 gr., hidrato de sodio 8 gr., bromuro de potasio 0.5 gr.

Metol 4 gr., sulfito de sodio 44 gr., carbonato de sodio cristalizado 26 gr., bromuro de potasio 1.5 gr.

Metol-hidroquinona.— Metol 0.75 gr., hidroquinona 3 gr., sulfito de sodio 11 gr., carbonato de sodio cristalizado 27 gr., bromuro de potasio 0.25 gr. (Para papeles de copia con luz de gas se --- emplea doble concentración).

Ortol 4 gr., sulfito de sodio 32 gr., carbonato de sodio cristalizado 32.5 gr., bromuro de potasio 0.5 gr.

Paramidofenol 4 gr., sulfito de sodio 12 gr., hidrato de sodio 8 gr., bromuro de potasio 0.5 gr.

Piro-sosa. a)..- Acido pirogálico 4 gr., sulfito de sodio 24 gr. carbonato de sodio cristalizado 27 gr., bromuro de potasio 1 gr.

b).- Acido pirogálico 4 gr., sulfito de sodio 44 gr., carbonato de sodio cristalizado 44 gr., bromuro de potasio 1 gr.

PARA ACELERAR O RETARDAR EL REVELADO.- Cuando se sabe que hay exceso o falta de exposición, se puede acelerar o retardar respectivamente el revelado de un modo muy eficaz, empleando en el primer caso temperaturas altas (de 30 a 32°C. en adelante), y el segundo - bajas (de 50°C. hacia abajo). Con un baño maría, un poco de hielo y un termómetro se pueden conseguir fácilmente estas temperaturas.

Formalina y revelado reforzador para placas con falta de exposición.- Cuando la exposición ha sido demasiado corta, se echan las placas primeramente en una solución débil de formalina durante 15 minutos y se lavan bien, revelándolas a continuación en un revelador de metol diluido, a 77°C. Este procedimiento parece dar los mejores resultados únicamente con cierta clase de placas, y requiere un gran cuidado para evitar que se velen las mismas, aún en la cámara oscura o laboratorio, pues siempre los reforzadores facilitan -- considerablemente el velado.

Revelado Lento.- Se obtienen negativos de grano muy fino de -- tonos suaves, sin peligro de helos, agregando al revelador 50 gr. - de melaza por cada 100 gr. de aquíl. De este modo se aumenta la --- duración del revelado en un 50%, siendo preciso mover continuamente la cubeta en que se está haciendo la operación. Para este objeto es muy recomendable el siguiente revelador: metol 18 gr., hidroquinona

72 gr., carbonato de sodio cristalizado 6 gr., sulfito de sodio --- cristalizado 3 gr., melaza 60 gr. y agua 120 gr.

ACELERADOR DEL REVELADO.— Para acelerar el desarrollo en los reveladores al fierro agregar algunas gotas de una solución de hiposulfito de sodio: 1 gr. en 1 litro de agua.

En el revelado al fierro pueden ocurrir fracasos.

Velo amarillo: Demasiado sulfato de fierro en el revelador.

Sumergir el negativo antes del fijado, en una solución de ácido acético al 3% renovada varias veces y bañar la superficie, o bien sumergir el negativo en un baño de ácido oxálico al 3%.

Velo Blanco: Depósitos de oxalato de calcio causado por el empleo de agua con cal. Sumergir el negativo en una solución al 3% de ácido clorhídrico.

Velo gris: Causado por el empleo de demasiado hiposulfito empleado como acelerador.

Manchas negras: Debidas al contacto de los dedos bañados de hiposulfito sobre la gelatina.

INDICACIONES PRACTICAS PARA EL REVELADO.— El negativo está revelado cuando, mirandolo por transparencia, se ven bien delineados los contornos de las sombras. Generalmente el que no tiene demasiada práctica, peca por defecto y los negativos son débiles y faltan los detalles. Es mejor prolongar el revelado porque un negativo resulta fácil debilitarlo y llevarlo a una intensidad justa, pero, si está poco desarrollado, incluso reforzandolo, difícilmente resulta perfecto. Podrán reforzarse los negros, pero no se llevará ninguna mejora a los detalles, y en este caso resultará un negativo --- duro con contraste.

Si un negativo es falto de pose, como ya se ha dicho, la imagen tarda en aparecer, no habrá detalles en las sombras, no habrá --- medios tonos.

Sin en cambio la pose ha sido excesiva, la imagen aparecerá demasiado pronto, faltarán los contrastes, estará velada.

sería muy conveniente sumergir primero el negativo, en agua pura, así se evitarían manchas que puedan producirse si el baño no recubre enseguida la gelatina.

Se puede revelar a plena luz fijando el cliché antes de revelarlo. El procedimiento es sencillo:

Se sumerge el negativo en un baño ordinario de fijado (hiposulfito). La operación debe hacerse con el mayor cuidado de modo que la eliminación de las sales de plata sea completa. Una vez fijado el negativo se lava durante algunos minutos, después de esto se puede llevar impunemente a la luz sin otras precauciones, para ser revelada con los baños que se indican enseguida.

Si la placa no estuviera fijada por completo, se producirían manchas o veladuras.

Tal procedimiento permite detener el revelado en el preciso momento en que la imagen alcanza el grado de intensidad que se desea.

El revelador debe ser físico, porque los reveladores químicos, empleados en los procedimientos habituales, no producirían sino una imagen pálida o sin vigor en el tratamiento de los negativos, preventivamente fijados.

DEFECTOS DURANTE EL REVELADO

El negativo no revela la imagen.— La placa, o la película no ha sido impresionada por negligencia o por mal funcionamiento del obturador. El revelador ha sido mal preparado, omitiendo algún producto o porque los productos están alterados.

El negativo está "chocado".— Las partes claras de la placa tienen manchas opacas, y las oscuras están faltas de detalles, porque el negativo está falto de pose. Probar un baño con persulfato —

de amonio. Este reductor tiene por efecto armonizar la imagen debilitando las partes opacas sin reducir sensiblemente la transparencia.

El negativo es todo gris.- Demasiada pose; baño de revelado demasiado enérgico. Si la adición de bromuro no alcanza a salvar el negativo, se puede probar, después de fijado, un baño de refuerzo. Un baño de dicloruro de mercurio y, tras cuidadosos lavados otro de cianuro de potasio. Las dos soluciones deben ser al máximo al 5% en agua.

El negativo no ofrece contraste.- Sin contraste, pero velado. El negativo ha sido sacado del baño demasiado pronto, o el revelador no tenía fuerza suficiente, o era incompleto por los productos, o el baño estaba demasiado frío. Emplear un baño de refuerzo al yoduro de mercurio, que dará al negativo los contrastes que faltaban.

El negativo es demasiado opaco.- El negativo ha permanecido demasiado en el baño de revelado. Sumergirlo en un baño de debilitamiento a base de sal de cerio.

Velado.- Exceso de exposición. Puede depender también de la acción de la luz en la cámara, en el laboratorio, en el rollo de la película, o por la humedad. El negativo se vela en amarillo en el revelador al pirogénico, a causa de un exceso de amoníaco.

Se remedia el inconveniente con un poco de sulfito. Puede velar en el revelador al oxalato si la solución es vieja, entonces hay que añadir algunas gotas de ácido sulfúrico, lavar el negativo en una solución muy diluida de ácido clorhídrico.

Se vela en verde (por reflexión) a causa de incompletos lavados después del revelado o de un baño de hiposulfito demasiado viejo.

La placa, o película, da un velado blanco lechoso a causa de lavados hechos con agua demasiado caliente y calcérea, se quita con

una solución diluida de ácido clorhídrico.

Es el defecto más frecuente.

Velado Dicroico.- El dicroismo tiene lugar cuando el negativo tiene como dos coloraciones: amarillo cuando se mira por reflexión por la parte del vidrio; rosa o violácea a veces, cuando se mira -- por transparencia. Las causas son diversas: en el baño ha entrado un cuerpo que ha disuelto el bromuro de plata, como el hiposulfito de sodio (dedos o cubetas mal lavados), el amoníaco en exceso, sulfocianuro de amonio, cianuro de potasio; en el baño de fijado hay trazas de revelador (negativos mal lavados después del revelado).

Sumergir el negativo, hasta que la coloración al dorso haya -- desaparecido, en una solución de permanganato de potasio al 1 por 1000. Obtenido esto, disolver el óxido de magnesio que se ha formado, en el baño siguiente:

Agua	100 partes
Bisulfito de sodio solución	100 partes
Lavar abundantemente.	

El negativo está completamente coloreado.- Hay reveladores que tiñen la negativa o negativo en amarillo, como lo pueden hacer el ácido pirogálico-amoniacal.

Otros reveladores la colorean cuando están alterados. Pero el negativo puede ser coloreado también por una larga permanencia en el revelador, especialmente si éste es la hidroquinone. El negativo puede ser teñido por una excesiva permanencia en un baño de hiposulfito de sodio anhidro.

El negativo tiene ángulos no impresionados.- Si los ángulos -- del negativo son transparentes las causas son dos: o el objetivo es defectuoso y no cubre toda la superficie, o el objetivo no tiene el foco bien.

El negativo se revela desigualmente.- Si hay zonas desigual---

mente reveladas, rayas más claras, o más oscuras, es porque el baño de revelado no ha cubierto igual toda la superficie, o porque el -- baño era demasiado concentrado.

El negativo es opaco y falta de contraste..- Demasiada pose; --- demasiada permanencia en el baño de revelado. Doble tratamiento: -- debilitarlo primero en un baño de cerio, y después reforzarlo en un baño de yoduro.

El negativo tiene círculos transparentes..- Las burbujas de --- aire que se forman en la superficie del negativo son causadas por -- el baño que no ha cubierto uniformemente la superficie.

El negativo revelado es un positivo..- Esta anomalía puede ser el resultado de un notable exceso de pose. Un revelado prolongado -- más allá de lo necesario puede producir también esta anomalía, pero más a menudo es producida por la luz que ha atacado el negativo.

El negativo presenta pliegues o bolsas en la gelatina..- Baño -- de temperatura demasiado elevada.

Sulfuraciones..- Se puede mezclar al baño de fijado alumbre, -- pero ésta solución debe ser empleada después de 24 horas de reposo.

Metalizaciones..- El negativo puede cubrirse de reflejos metáli -- cos, especialmente en los bordes cuando se han empleado reveladores viejos.

Negativos Duros..- Falta de pose y baño demasiado viejo. Agre-- gar nueva solución o un poco de bromuro.

Detención del Revelado..- Baño demasiado débil, poco sulfito ó de mala calidad.

Puntos Negros..- Los puntos negros u opacos que se observan a -- veces en los negativos son causados por partículas de sustancias -- reductoras en suspensión en la atmósfera que se han depositado ---

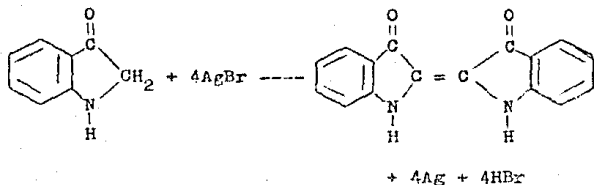
sobre el negativo puesto a secar.

Manchas Transparentes.— Cuando el negativo es puesto a secar en un local con atmósfera húmeda, sobre ciertas partes del negativo se depositan gotas de agua y no se secan sino muy lentamente, y, en el puesto que ocupan, se forman manchas transparentes. Quitar las gotas de agua con un pedazo de papel secante. También si el secado del negativo se prolonga más de lo necesario se puede formar cráteres circulares. (76)

REVELADOR DE COLOR.- Un cierto número de agentes reveladores empleados para revelar una imagen latente fotográfica, puede, bajo ciertas condiciones, depositar una imagen coloreada además de la imagen de plata. Tales imágenes de color se ponen aún más de manifiesto cuando se elimina la imagen de plata por un agente tal como el reductor Farmer. El conocido revelador pirogalol, cuando se emplea sin sulfito produce una imagen coloreada en castaño oscuro. Este fenómeno fué descrito primeramente por Liesegang (77) en 1895. La hidroquinona, catecol, smidol y un cierto número de otros reveladores conocidos producen también imágenes coloreadas. o-aminofenol, 4-metoxinaftol, hidrocerulignona, indoxil y tioindoxil, son otros agentes que producen imágenes coloreadas. Estos dos últimos fueron investigados por Homolka (78) en 1907.

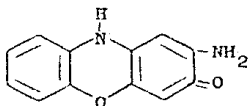
La estructura exacta de la imagen coloreada producida por los reveladores normales tales como el pirogalol y la hidroquinona, no se conoce todavía pero está compuesta por productos de polimerización de los reveladores oxidados y está estrechamente relacionada con el tipo de compuestos conocidos con el nombre de ácidos Húnicos (79).

La reacción que tiene lugar cuando se emplea el indoxil como revelador, se ha podido seguir perfectamente. Esta sustancia es un intermedio del colorante indigo. Durante el revelado de una imagen latente, el indoxil se oxida para formar un colorante insoluble que se deposita simultáneamente con la imagen de plata, según la reacción siguiente:

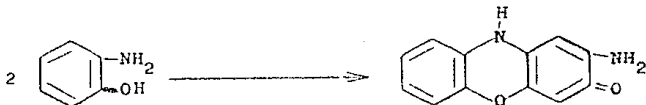


De una forma similar un cierto número de otros colorantes intermedios y bases leuco pueden emplearse como reveladores y formar imágenes coloreadas.

El revelador o-aminofenol no es una base leuco, sino que es un revelador autocopulador. Forma el colorante:



en la forma siguiente (80)



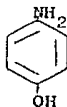
La formación de la imagen coloreada por el revelador con bases leuco o reveladores autocopuladores, nunca ha llegado a ser importante en la práctica a causa de la pobreza del color y la inestabilidad de las imágenes que se pueden formar, debido a las escasas propiedades reveladoras de la imagen latente por parte de los compuestos.

En 1912, Fischer (66) encontró que ciertos agentes, al ser añadidos a las soluciones reveladoras de p-fenilendiamina ó p-aminofenol, formarían una imagen coloreada al mismo tiempo que la imagen de plata. Se encontró que esto se debía a la "copulación" de este material añadido al revelador oxidado, por lo que a este material se le llamó "copulador". Esta nomenclatura se emplea todavía. Fischer pudo darse cuenta de que este principio poseía numerosas aplicaciones y patentó (81) el empleo de tales procesos para la producción de copias en color y para fotografía en color. Sus patentes incluyen imágenes formadas por colorantes pertenecientes a cinco clases ---

diferentes, a saber: indofenoles, indoanilinas, indoaminas, indotigfenoles y azometinas. El tipo de revelado por copulación descubierto por Fischer, tuvo aplicación eventual en los procesos de Kodachrome, Kodacolor, Agfacolor y Anco Color actuales.

Tipos de colorantes formados por reveladores copuladores. ---

Existen dos tipos de reveladores que pueden emplearse como reveladores copuladores, derivados de la p-fenilendiamina, y derivados del p-aminofenol.



Ambos copulados al grupo amino de forma que el grupo amino en el p-aminofenol y uno de los grupos amino en los reveladores de p-fenilendiamina deben ser no sustituidos. Hay también dos tipos generales de copuladores, fenoles (o naftoles) C_6H_5OH y materiales conteniendo un grupo activo metileno $=C-CH_2-C=$ un grupo CH_2 conectado directamente a dos átomos de carbono no saturados. Un derivado de p-fenilendiamina se copula con un fenol para formar un colorante de indoanilina. Un derivado de p-aminofenol se copula con un fenol para formar un colorante de idofenol. Los colorantes formados, ya sea por copulación de la p-fenilendiamina ó p-aminofenol con un grupo activo metilénico son los llamados colorantes azometinos.

COPULADORES.--- Los varios elementos y agrupaciones que se combinan en un compuesto que se comporta como copulador pueden dividirse en dos partes. La primera de ellas es la parte formadora del color que determina en gran parte (cuando se usa con un revelador determinado) el color del colorante que se ha formado, o la región general del espectro en la cual el colorante absorberá luz. La otra

parte del material influyen la estabilidad del colorante formado, la solubilidad del mismo, así como la del propio copulador en una solución reveladora, la difusibilidad del copulador a través de una capa de emulsión y otras características físicas.

Todos los copuladores fenólicos o de naftol, forman colorantes que absorben luz en la zona roja del espectro, dando por tanto colorantes azules o cyan. Unos pocos de los copuladores bien conocidos y los colores que forman con la dietil-p-fenilendiamina se dan en la tabla 1.1.

Tabla 1.1.- Efecto de los grupos añadidos sobre el color formado debido a los copuladores fenol y naftol (revelador dietil-p-fenilendiamina).

<u>Copulador</u>	<u>Grupo añadido</u>	<u>Color</u>
Fenol		Azul grisáceo
p-cresol	CH ₃	Azul
1,3,6-xilenol-naftol	dos CH ₃	Azul más oscuro
Dicloronaftol	dos Cl	Azul cyan
Tricloronaftol	tres Cl	Verde cyan
Pentacloronaftol	cinco Cl	Verde

Los copuladores que son pirazolonas compuestas de ciano-acetilo y derivados del p-nitrobenzilcianuro, cuando se copula con la dietil-p-fenilendiamina, dan colorantes con la mayor parte de la absorción en la región verde del espectro, dando lugar así a colorantes magenta o naranja. En la tabla 1.2 se dan algunos de los mejores copuladores de este tipo.

Tabla 1.2.- Copuladores que dan un colorante magenta con dietil-p-fenilendiamina.

1-p-nitrofenil-3-metil-5-pirazolona
 1-fenil-3-metil-5-pirazolona
 p-nitrobenzianida

Benzoilacetonitrilo

Neftoilacetonitrilo

Los copuladores con el grupo activo metileno entre dos grupos producen colorantes que tienen su mayor absorción en la región azul del espectro siendo por lo tanto amarillos o naranja. En la tabla 1.3 se dan algunos de ellos.

Tabla 1.3.- Copuladores que dan un colorante amarillo con dietil-p-fenilendiamina.

Etilacetacetato

Etilbenzoilacetato

Acetoacetanilida

E-naftoilacetona

Dietilmalonato (malonato de dietilo)

Por lo tanto, los colorantes azul y cian obtenidos por revelado copulador son los colorantes de indoanilina o indofenol y los colorantes amarillos naranja y magenta son azometinos.

REVELADORES COPULADORES.- Los reveladores más importantes usados para copulación y producción de una imagen colorante son las p-fenilendiaminas sustituidas. Estas pueden tener uno o los dos átomos de hidrógeno sobre uno de los nitrógenos, sustituidos por grupos metilo, etilo u otros, y pueden tener grupos similares sustituidos en el anillo bencénico. Sin embargo, uno de los grupos amino debe permanecer sin sustituir para la copulación del revelador.

La estructura exacta del revelador influencia la solubilidad de los colorantes formados, la estabilidad de los colorantes y el color exacto que se obtiene con un determinado copulador. En la tabla 1.4 se indican los colorantes que se obtienen cuando se emplean unos cuantos reveladores diferentes con un copulador dado.

Tabla 1.4.- Efecto del agente revelador sobre el color obteni-

do con dicloro-alfa-naftol.

<u>Agente revelador</u>	<u>Grupo añadido</u>	<u>Color</u>
p-fenilendiamina	-	Rosa ó púrpura
p-toluilendiamina	CH ₃ en el anillo	Azul
Dimetil-p-fenilendiamina	Dos grupos CH ₃ sobre el N	Cyan azul
Diethyl-p-fenilendiamina	Dos grupos CH ₃ sobre el N	Cyan

Una de las principales desventajas de los reveladores de p-fenilendiamina normal es su fuerte tendencia a causar irritaciones en la piel humana. Al emplear tales reveladores deben tenerse un cuidado extremo para evitar el contacto con los mismos. Se han dado casos de irritación de la epidermis después de haber usado repetidamente estos reveladores, incluso habiéndose tomado grandes precauciones para evitar contacto. Por una exposición continua de la p-fenilendiamina, una persona no adquiere inmunidad sino que más bien su sensibilidad al producto se aumenta.

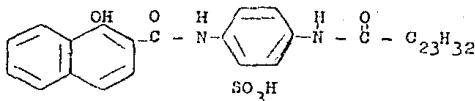
INGREDIENTES DE LA SOLUCION REVELADORA.— Los constituyentes de la solución reveladora por copulación son el revelador o agente revelador, el copulador y un álcali, que es generalmente necesario para disolver el copulador y hacer el revelador suficientemente activo, un tampón para conservar la alcalinidad, una pequeña cantidad de sulfito que actúa como conservador (la gran cantidad de sulfito empleado en reveladores de blanco y negro interfiere generalmente con la reacción copuladora), bromuro y frecuentemente un anti-velo orgánico adicional. En algunos casos se emplea disolvente orgánico tal como el alcohol en lugar de un álcali para disolver el copulador.

EMPLEO PRACTICO DEL REVELADO COPULADOR.-- A fin de que el revelado por copulación pueda emplearse en la práctica, debe reunir un cierto número de requisitos. Para que se forme una imagen colorante el colorante que se ha formado durante el revelado debe ser insoluble y no ser eliminado de la película. El resorcinol es un agente revelador excelente, pero con los reveladores copuladores normales forma un colorante que es soluble en la solución reveladora. El colorante debe tener también el color apropiado particularmente para la fotografía en tres colores y debe tener también estabilidad adecuada para la decoloración.

Para ser empleados en el proceso Kodachrome (82), (83) de la Eastman Kodak Co., los copuladores deben ser adecuadamente solubles en la solución reveladora y deben poder difundirse libremente a través de la gelatina, de forma que las imágenes colorantes puedan formarse en las capas adecuadas. Los copuladores de otros tipos que cumplen más adecuadamente los requisitos de copulador y colorante, han sido objeto de una extensa investigación técnica, pero los copuladores tales como 2,4-dicloro-1-naftol, 1-fenil-3-metil-5-pirazolona y acetona-2,5-dicloroanilina, son de los tipos que podrían emplearse.

Los requisitos de copulación para un proceso tal como el Agfa color, Ansco Color o Kodacolor, son completamente diferentes. En estas películas, los copuladores están incluidos en las propias emulsiones y deben ser de una naturaleza tal, que no puedan emigrar de unas capas de la emulsión a otras. Esto se consigue incorporando los a grandes grupos orgánicos de tal naturaleza, que inmovilizan el copulador sin por ello interferir en la reacción copuladora o cambiar en una cierta extensión el color del colorante formado. Los copuladores del tipo empleado en Agfacolor y Ansco Color están descritos en un cierto número de patentes (84). Por ejemplo, el compuesto 1-estearoilamino-4-(1'-hidroxi-2'-naftoilamino)-benceno-3 --

sulfónico.



se describe como un copulador cian. El grupo naftol es la parte --- copuladora o formadora del colorante. El grupo $-C_{17}H_{35}$ es la parte de la molécula que impide la emigración de la molécula de una capa a otra; y el grupo $-SO_3H$ introduce suficiente solubilidad de manera que el copulador pueda estar suficientemente disperso en la emul--- sión. Estos últimos grupos no tienen ningún efecto significativo -- sobre el color del colorante formado. El trabajo experimental que -- conduce al desarrollo de estos copuladores para su empleo en Agfa-- color ha sido resumido por Prölich y Schultza (85).

El proceso Kodacolor de la Eastman Kodak Co. descrito primera--- mente por el Dr. G.E.K. Mees (86) emplea un método distinto para -- dispersar los copuladores en las emulsiones y para immobilizarlos -- en la capa a que pertenece. Los copuladores en su capa de emulsión no están exactamente disueltos en la gelatina, sino que están sopor--- tados por muy pequeñas partículas de materiales orgánicos oleaginosos que los protegen de la gelatina y al mismo tiempo protegen el -- bromuro de plata de cualquier interacción con los copuladores. Cuando tiene lugar el revelado, el producto de oxidación del agente re--- velador se disuelve en el material orgánico reaccionando con el --- copulador, de manera que los colorantes se forman en las pequeñas -- partículas dispersas en las capas. En varias patentes se han descri--- to unos cuantos líquidos que podrían emplearse como disolventes de copuladores y otro número de compuestos que podrían emplearse ---- ellos mismos como copuladores (87).

PROCEDIMIENTO DE REVELADO PARA EL PROCESO C-41

1.- Revelador de color	3 min. 15 seg. a $37.8 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$.
2.- Baño de paro	30 seg. a $38 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
3.- Enjuague	30 seg. a $38 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
4.- Blanquear fijar	4 min. 15 seg. a $38 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
5.- Lavar	3 min. 15 seg. a $38 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
6.- Estabilizar	1 min. 5 seg. a $38 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
7.- Secar	a menos de 43°C .

El control de la agitación y temperatura para el revelado del color es un factor crítico, por lo que se recomienda seguir el siguiente procedimiento cuando se revelen películas en tanques de espiral. Preparar primero agua a 41°C . para que actúe como reservorio térmico. Calentar el revelador del color a 38°C ., verterlo al tanque revelador y agitar continuamente durante los primeros 20 seg. - Situar el tanque revelador en el baño de agua de modo que el nivel del agua quede a unos 2 cm. por debajo de la tapa del tanque. A --- continuación extraíase el tanque y agítase por inversión durante - unos 5 seg. y vuélvase a situar el tanque en el baño de agua. Repítase este ciclo 6 veces cada minuto hasta 10 seg. antes de finalizar el revelado. Por último escurrirse el tanque durante 10 seg.

Agitar continuamente cuando el tanque sea llenado de baño de paro.

PROCEDIMIENTO DE REVELADO PARA EL PROCESO EKTAPRINT-3

	<u>$31 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$.</u>	<u>$33 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$.</u>	<u>$38 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$.</u>
1.- Remoje previo	45 s	45 s	45 s
2.- Revelador de color	3 min. 30 s	3 min.	2 min.
3.- Enjuague	45 s	45 s	30 s
4.- Blanqueado fijado	1 min. 45 s	1 min. 30 s	1 min.
5.- Lavado	2 min.	1 min 30 s	1 min.
6.- Estabilizar	1 min.	45 s	30 s
7.- Secar		For debajo de 107°C .	

C A P I T U L O IX

CONCLUSIONES

Con toda la información aquí presentada, la finalidad que se pretendía se logró con magníficos resultados, esto, mediante el estudio de las Soluciones Reveladoras para el uso en Fotografía, estos resultados satisfacen ampliamente las necesidades de cada proceso, lo cual nos lleva, a la conclusión de que las soluciones reveladoras son parte muy importante en la fotografía.

Con ésto, espero haber logrado explicar ampliamente la finalidad de mi Trabajo Monográfico, el cual está encaminado para aquellas personas que se dediquen a la fotografía, adquiriendo con éste trabajo conocimientos que son importantes de tomar en cuenta, para evitar cometer errores en el momento de utilizar, las soluciones reveladoras en su proceso de revelado, y obtener así magníficos resultados.

Mediante la finalidad lograda, espero despertar interés en buscar nuevas aplicaciones a las técnicas de revelado y, utilización de las soluciones reveladoras tanto en las personas aficionadas como en la Industria Fotográfica.

Esta información puede servir como introducción para toda aquella persona que esté interesada en montar su laboratorio fotográfico, cuyo fin puede ser variado; por ejemplo, si se interesa solo en el procedimiento de preparación de las soluciones reveladoras, o si su interés es dar asesoría en la utilización de éstas soluciones en el revelado fotográfico.

En éste trabajo se muestra solo una parte del uso de la fotografía, ya que actualmente la fotografía ha crecido mucho, y día con día se hacen investigaciones más profundas, logrando con ello obtener nuevas formulaciones de soluciones reveladoras para una mejor aplicación en el revelado fotográfico y financiero.

Finalmente viendo los resultados presentados aquí, considero haber logrado despertar interés e inquietud para que haya mayor aplicación de ésta parte de la fotografía en nuestro país y obtener un mejor desarrollo en la Industria Fotográfica.

C A P I T U L O X

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Keim, Jean A., Historia de la Fotografía. Barcelona, Oikos-tau, 1971, p. 1-3.
- 2.- U.T.E.H.A., Diccionario Enciclopédico. México, 1952. Vol. V p. 203-208.
- 3.- Kodak Co., Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. VIII, p. 710.
- 4.- Jacobson, Ralph E., Manual de Fotografía. Barcelona, Omega, --- 1981, p. 335-337, 339-345.
- 5.- Neblete C.B., La Fotografía Sus Materiales y Procedimientos. --- New York, D. Van Nostrand Company, Inc., 1952, p. 197.
- 6.- Egli y Spiller, Phot. News, 28, 613 (1884), Sheppard y Mees, --- Investigations on the Theory of the Photographic Process, Longmans Green and Co., London 1907. Nichols, J. Amer. C.S. 56, 841 (1934) James; J. Amer. C.S., 61, 2379 (1939).
- 7.- Andresen, Phot. Mitt 28, 286, 296 (1892).
- 8.- Andresen, Phot. Korr, 36, 260 (1899).
- 9.- Liesegang Phot. Arch. 1895, 282.
- 10.- Lumiere y Seyewetz, Bull Soc. Franc. (2), 10, 108, (1894).
- 11.- Eder Handbuch (1890), Tomo III, 124 Sleigman, Phot. Ind. 19, - 379 (1921). Luppou Cramer, Phot. Korr. 45, 405 (1908) Books y - Blair Phot. Technique, May 1941, 41. Durham, Brit., J. Phot., - 87, 169 (1940).
- 12.- Carey Lea, Brit. J. Phot., 27, 292 (1880).
- 13.- Henney y Dudley, Handbook of Photography, Nueva York, Mac Graw-Hill Book Co. Inc. 1939.
- 14.- Clerc, L.P., La Técnica Fotográfica. Barcelona, Gustavo Gili, - 1954, Vol. I, p. 504-508.
- 15.- Andresen, Phot. Mitt, 28, 282 (1892). Eder's Jahrbuch 7, 486, - (1903). Lumiere, Bull. Soc. franc. Phot. (2), 7, 310 (1891); 13 415 (1897).
- 16.- Kendal, Proc. IX Cong. International Phot., Paris, 1935, 227.
- 17.- Homolka, Phot. Korr, 44, 115 (1907), Eder's Jahrbuch, 28, 22, - (1914).
- 18.- Southworth, Brit. J. Phot. 84, 711 (1937).
- 19.- Warnerke, B.P. 1436, (1861). Sanger Shepher y Bartlett, B.P. -- 24, 234 (1902) Koppman, D.R.P. 309, 193 (1913), Erland, B.P. - 392, 785 (1932) Starnes, B.P. 466, 625 (1937).

- 20.- Valmen, Atelier, 35, 30 (1928). Von Ehrhardt, Amer. Phot., 28, 466 (1934) Eieglob, Schweiz. Phot. Ztg. 37, 93 (1935). Henn y Crabtree, J. Phot. Soc. Amer. 10, 727 (1944).
- 21.- James J. Phot. Amer., 9, 62 (1943).
- 22.- Ermen, Brit. J. Phot. 67, 611 (1920). Gray, Brit. J. Phot. 80, 175 (1933). Willcock, Brit. J. Phot. 83, 256 (1936).
- 23.- Camera (Phila) 47, 1 (1933). Lowe Camera-Craft 43, 558 (1944).
- 24.- Wilsey, Brit. J. Phot., 66, 721 (1919).
- 25.- Bunle Bull. Belge, 44, 151 (1922). Hall, Amer. Phot. 16, 326 -- (1922).
- 26.- Bayer, B.P. 10, 721; Agfa D.R.P. 155, 568; Schultes U.S.P. 2, - 017, 295 y 2, 057, 451; Stocker Bach. U.S.P. 2, 037, 742 See -- also Bremer man, Phot. Ind. 36, 1085 (1938); 34, 896 (1936).
- 27.- Nietz, Theory of Development, New York, D. Van Nostrand Co. --- (1922).
- 28.- Shiberstoff and Bukin, Kino-Phot. Ind. 1932, p. 101.
- 29.- Nietz, Theory of Development, New York, D. Van Nostrand Co. --- (1922).
- 30.- Shiberstoff and Bukin, Kino-Phot. Ind. 1932, p. 101.
- 31.- James, J. Franklin Inst. 240, 41 (1945).
- 32.- Sheppard, J. Chem. Soc. (Londres) 39, 530 (1906).
- 33.- Andresen, Phot. Korr. 35, 447 (1898). Valenta 506, Wm Knapp. -- Halle a/S.
- 34.- Evans y Hanson, J. Phys. Chem. 41, 509 (1937).
- 35.- Brit. J. Phot. 68, 64 (1921).
- 36.- Andresen, Valenta, Photographische Chemie und Chemikalienkunde Knapp, Halle a/S (1898).
- 37.- Clarke, J. Ind. and Eng. Chem. November, 1918, Brit. J. Phot., 65, 499 (1918).
- 38.- Ermen, Brit. J. Phot. 64, 390 (1917).
- 39.- Lehrman y Tausch, Phot. Korr. 71, 17, 35 (1935).
- 40.- Flauman, Phot. Ind. 29, 341 (1931).
- 41.- Huse y Atkinson, The Chemical Analysis of Motion Picture Develo pers and Fixing Baths, Motion Picture Film Division, Eastman -- Kodak Co., Hollywood, Calif. (1938).

- 42.- U.S.P. 2, 163, 166 (1939), Ermen, Brit. J. Phot. Almanac, 1924, p. 298.
- 43.- Andresen, Eder's Jahrbuch (1930), Vol. 3. Pinnow Z. Electrochem. 21, 380 (1915). Rzymkowski; Phot. Ind. 627 (1928). Seyewetz y - Szymson. Bull. Soc. franc. Phot. 21, 71, 236 (1934). Lehrman y Tauseh, Phot. Korr. 71, 17, 35 (1935). Evans y Hanson, J. Phys. Chem. 41, 509 (1937).
- 44.- Reinders y Beukers. Ber. 8th Int. Cong. Phot. Dresden, 171, --- (1931).
- 45.- Russell, U.S.P. 1, 976, 299 (1934); 1, 990, 800 (1935).
- 46.- Bostrom Nordisk, Tidakt. Fot. 26, 110, (1942).
- 47.- Alburger, U.S.P. 2, 321, 345 J. Soc. Mot. Pict. Eng. 33, 296, - (1939).
- 48.- Reinders y Beukers, Phot. J. 74, 78 (1934).
- 49.- Lobel, Bull. Soc. franc. Phot. 1928, p. 167.
- 50.- Trivelli y Jensen, J. Franklin Inst. 210, 287 (1930). Wulff, U. S.P. 1, 696, 830. Sheppard y Iludson, Phot. (3) 30, 47 (1933); Brit. J. Phot. 80, 17 (1933).
- 51.- Crabtree y Hann, J. Soc. Mot. Pict. Eng. 43, 426 (1944).
- 52.- Kodak Co. Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. I, p. 14-15.
- 53.- Kodak Co. Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. II, p. 133-134.
- 54.- Kodak Co. Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. III, p. 284.
- 55.- Kodak Co. Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. IV, p. 339-342, 388.
- 56.- Kodak Co. Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. V, p. 493.
- 57.- Kodak Co. Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. VI, p. 507.
- 58.- Clerc, L.P., La Técnica Fotográfica. Barcelona, Gustavo Gili, - 1954, Vol. 1, p. 532-533, 536-537, 539-541.
- 59.- Thorpe C.B. Edward, Enciclopedia de Química Industrial. New --- York, 1921, Vol. 111, parte II, p. 570-571.
- 60.- Glafkides Pierre, Photographic Chemistry. Barcelona, Omega, --- 1958, Vol. I. p. 54.

- 61.- Eder J. M. Eder's Handb., W. Knapp, Halle, 4. Aufl. 1890, Vol. - III, p. 124.
- 62.- Steigmann A., "Hydrosulfit als Entwickler" Phot. Ind. 1921, p. 19, 379.
- 63.- Lüppo-Cramer. H., "Vber das Entwicklungsuermögen des Hydrosulfits für Jodsilbergelatine" Phot. Korr., (1908), 45, 405.
- 64.- Ollendorf, G. and H. Andresen, "Verzögerer und Beschleuniger -- bei der Reduktion von Silbersalzen", Z.W.P. (1936), 35, 119.
- 65.- Miller, A. "Rongalit C in der Photographic", Phot. Ind. (1925), 23, 1064.
- 66.- Fisher, Brit. J. Phot. 60, 595, 712 (1913); 61, 329 (1914).
- 67.- Flannery y Collins, Phot. J. 86B, 86 (1946).
- 68.- Mees, J. Franklin Inst. 233, 41 (1942).
- 69.- Davies, Phot., J. 76, 248 (1936).
- 70.- Kodak Co., Enciclopedia Práctica de Fotografía. España, Salvat, 1988, Vol. XIII, p. 1231-1236.
- 71.- Bullock, E.R., "Chemical Reaction of the photographic Latent -- Imagen", Monograph. No. 6 on the theory of Photography, Eastman Kodak Co., Rochester N.Y. (1927).
- 72.- Ostwald, W., Lehrbuch der allgemeinen chemie, segunda edición, Engelmann, Leipzig, (1893) Band II, Teil 1; 1078.
- 73.- James, J. Amer. Chem. Soc., 61, 648 (1939), James, ibid 2379, - (1939).
- 74.- Bancroft, Trans. Farad. Soc. 19, 243 (1923).
- 75.- U.T.E.H.A., Diccionario Enciclopedico. México, 1952, Vol. VIII, p. 1236.
- 76.- Duch Guerau Leandro, Fotografía Manual del Aficionado. 3a. edición, Barcelona, Síntesis S.A. p. 23-30, 47-48, 54-58, (1980).
- 77.- Liesegang, Phot. Arch. 36, 115 (1895).
- 78.- Homolka, Phot. Korr. 44, 55, 115 (1907); 51, 256, 471 (1914), - Brit J. Phot. 70, 47, 299 (1923). Brit. J. Phot. 54, 136, 196, 216 (1907).
- 79.- Tauseh, Thesis, Dresden (1934).
- 80.- Von Auwers, Boreche y Weller, Ber. 54, 1291 (1921).
- 81.- U.S.P. 1, 055, 155; 1, 079, 756; 1, 102, 028 D.R.P. 253, 335, - (1913).

82.- Mees, J. Franklin Inst. 223, 41 (1942).

83.- Davies, Phot. J. 76, 248 (1936).

84.- U.S.P. 2, 386, 732; 2, 186, 849; 2, 186, 851; 2, 179, 239; 2, -
186, 719. (1939).

85.- Schneider, Fröhlich y Schultza, Die Chem., 57, 113 (1944).

86.- Mees, J. Franklin Inst. 233, 41 (1942).

87.- U.S.P. 2, 322, 027; 2, 304, 940 (1939).