

INDICADORES QUÍMICOS ÁCIDO-BASE II

Indicadores ácido-base sintéticos

La segunda mitad del siglo XIX, fue el inicio de las grandes síntesis orgánicas, y como no podía ser menos, también los indicadores ácido base, que habían sido empleados como productos naturales, iban a ser sintetizados a partir de 1868.

El primero indicador en ser sintetizado fue la fenolftaleína¹, conseguida por Baeyer condensando el anhídrido del ácido ftálico (ortobencenodicarboxílico), con fenol, en 1871. De la fenolftaleína salieron otros muchos indicadores, potenciando los cambios de absorción al introducir derivados sulfonados y bromados, estudiados por Lubs y Clark a partir de 1915. Así aparecieron el rojo fenol, el azul de timol, la timolftaleína, el azul de bromotimol, azul de bromofenol y el cresol entre otros.

Antes, en 1859, el francés Verguin, había obtenido la fuchina², oxidando por casualidad la anilina con cloruro de estaño(IV), que también fue obtenida por Hofmann poco después. Este compuesto sería el punto de partida de otros indicadores con estructura de trifenilmetano, como el violeta de metilo, verde de metilo, el verde brillante, el verde malaquita etc, caracterizados por tonalidades fuertes y brillantes a distintos pH.

Otra ruta de síntesis de indicadores fue de los colorantes azoicos, que dio lugar al naranja de metilo (propuesto por Lunge en 1878). El segundo indicador ácido-base de este tipo en ser empleado, fue el rojo Congo³, descubierto por Böttiger en 1884. Después se usarían el rojo de metilo (introducido por Rupp y Loose en 1908), amarillo de alizarina etc. De estructura algo diferente entre los colorantes azoicos y el tipo fuchina es el rojo neutro que también será empleado en este trabajo.

Uso de los indicadores ácido-base sintéticos.

Por lo general se suelen emplear en forma de sales sódicas, por ser solubles en agua. En caso contrario, se disolverían en etanol, lo cual tiene mas inconvenientes a la hora de usarse en la química a la gota, ya que la gota de alcohol tiende a extenderse y desparramarse contactando antes de tiempo con los diferentes medios.

Dado que se conocen los distintos pK, en los equilibrios tautoméricos entre las formas con distinto color y como se ha explicado anteriormente, en el tema Indicadores ácido-base I, el cambio de color o viraje se produce aproximadamente entre una unidad menos y otra mas del pK, se pueden comprobar los distintos cambios de color. Muchas veces el color esperado no es el que aparece, pues dado que se trata de formas en equilibrio, la combinación de colores produce el que se aprecia.

¹ El origen del nombre de la fenolftaleína, parece sencillo si nos remontamos sólo a su sentido químico, sin embargo desde el punto de vista remoto, el fenol deriva del griego phaino (φαίνω), con el significado de “yo alumbró”, haciéndolo derivar del benzol (C₆H₆), que había sido descubierto por Faraday como residuo del gas del alumbrado de Londres, y la ftaleína, procede del término nafta, cuyo origen es muy remoto. Se podría considerar derivado del egipcio Na-Ptah, por que era empleado en el culto del dios egipcio del fuego, Ptah (Ftha), equivalente al Vulcano latino, ya que era un líquido negruzco traído de Persia, que ardía muy bien (petróleo). De él derivarán la naftalina, obtenida en 1820, por Garden como residuo de la destilación del alquitrán de hulla, el naftaleno etc.

² Su origen procede del de la planta de color rojo, fucsia, nombrada así por el francés Plumier, en honor del botánico Leonhard Fuchs, que la descubrió y que coincidirá con el término alemán fuchs (zorra), en francés, renard, nombre a su vez de la casa comercial Renard, que fabricó por primera vez la fuchina o fucsina en Lyon, en 1860.

³ Nombre impuesto por el marketing de la casa alemana AGFA, que lo comercializó en 1888. Se eligió, debido a la fascinación que ejercían los términos africanos en la sociedad berlinesa, en la incipiente colonización de aquel continente. El término Congo es un hidrónimo de origen incierto, posiblemente portugués con alteraciones locales, ya que fue descubierto por el navegante portugués Diogo Cam. No tiene lógica emparentarlo con el bantú kong (montaña).

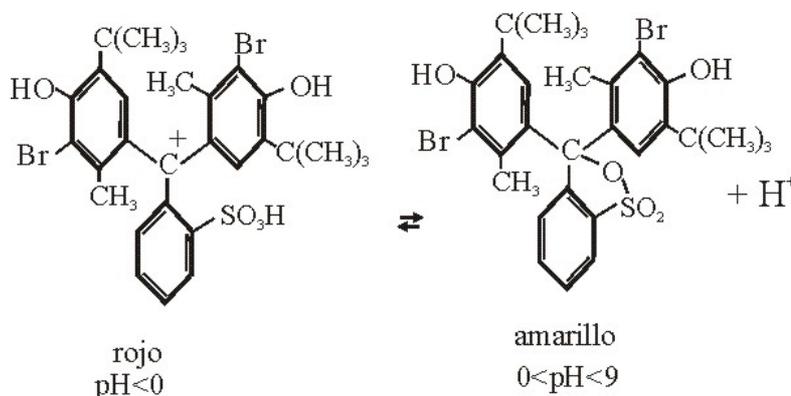
La tabla de indicadores sintéticos empleados y sus cambios de color en función del pH, es la dada, señalándose las regiones del viraje:

	pH																	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	pK		
VIOLETA DE METILO	← amar azul		violeta						→						1,7			
ROJO DE METILO	←			rojo			amarillo			→					5,4			
ANARANJADO DE METILO	← rosa		anaranj			amarillo			→						3,8			
ROJO CONGO	← violeta		marrón			anaranj			→									
FENOLFTALEÍNA	←						incoloro			rojo		→					9,2	
VERDE DE METILO	← verde azul											malva			→			
AZUL DE BROMOTIMOL	←			amarillo			verde		azul		→						6,8	
ROJO NEUTRO	←						rojo			amarillo			→					6,4
VERDE BRILLANTE	← amar. verde								→									
FUCSINA	← púrpura		rojo						amarillo						→			

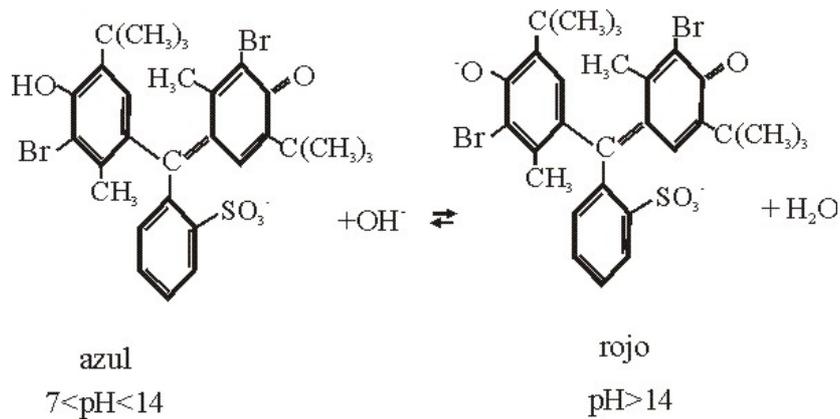
Problemas en su uso:

Los cambios de color que se dan anteriormente, pueden experimentar numerosas variaciones, especialmente en la fotografía a la gota, que necesita de focos de luz, para poder captar desde muy cerca las variaciones de color. Estos focos producen un cierto calentamiento del sistema, que alteran el producto iónico del agua⁴. De forma que al aumentar la temperatura, se desplaza hacia el lado alcalino la coloración ácida del indicador sensible a las bases, por lo que un cambio de color tendrá lugar a una concentración de OH⁻ mayor que a la temperatura normal. Con indicadores sensibles a los ácidos, esta desviación de la región del viraje, se produce hacia el lado ácido. De esta forma el anaranjado de metilo que tiene una región de viraje entre pH 3,1 y 4,4 a 18°C, pasa a ser entre 2,5 y 3,7, si la temperatura aumenta hasta los 80°C.

Muchos de los colores indicados en la tabla en la región descrita, se producen por mezcla de otros colores, como por ejemplo en el caso del azul de bromotimol, cuyos cambios de color se deben a las absorciones de la luz de las siguientes formas en equilibrio

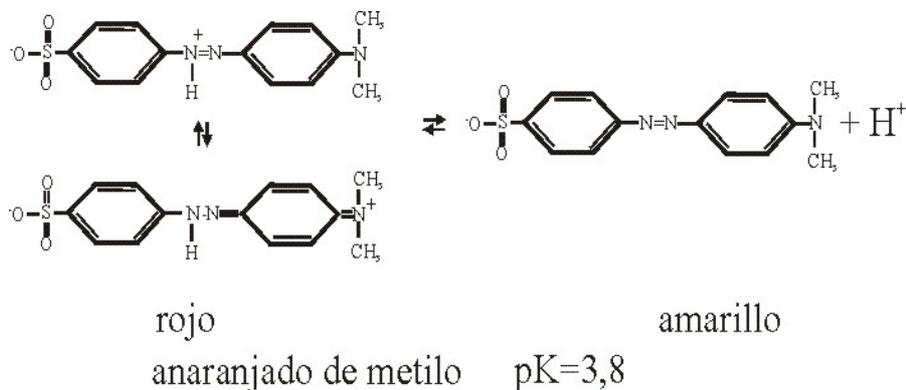


⁴ El producto iónico del agua es 10⁻¹⁴, a 25°C, lo que produce un pK_w=14. Si la temperatura disminuye, el pK_w aumenta, hasta 14,5 a 15°C, y si la temperatura aumenta, el pK_w disminuye hasta 13,5 a 40°C, que son los márgenes de temperatura entre los que oscila las experiencias presentadas.



La aparición del color verde en el medio de la región, se debe a la combinación de los colores azul y amarillo de las formas en equilibrio entre pH 6 y 8. Lo mismo ocurre con las combinaciones azul y rojo que produce una tonalidad violácea, a pH elevado.

En otros indicadores, como el anaranjado de metilo o naranja de metilo (del tipo diazoico), dado que el cambio de color es menos radical (rojo-amarillo), no se producirá este fenómeno.



Práctica con indicadores sintéticos.

1. Fucsina o fuchina.

El mecanismo empleado es mismo descrito en Indicadores ácido-base 1. O sea se disponen en una caja Petri cuatro gotas, de ácido acético 1N, ácido sulfúrico 6N, hidróxido amónico 1N e hidróxido sódico 6N, aproximadamente en los vértices de un cuadrado, y en su centro la gota de indicador (fig.1). Cuando éste está disuelto en alcohol, deberá dejarse mas sitio dado que la gota por su menor tensión superficial tiende a extenderse. Se unen las gotas (fig.2), y se observa la difusión de los diferentes medios a través del indicador (fig. 3 y 4)



Fig. 1



Fig. 2

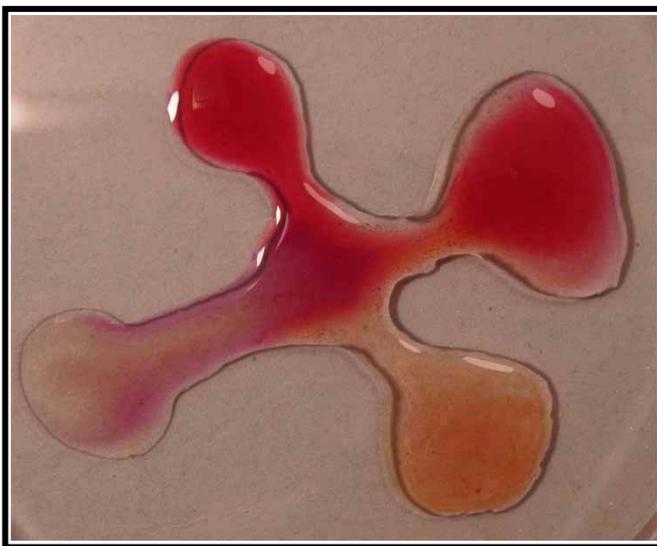


Fig. 3



Fig. 4

2. Violeta de metilo.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 5 a 8.

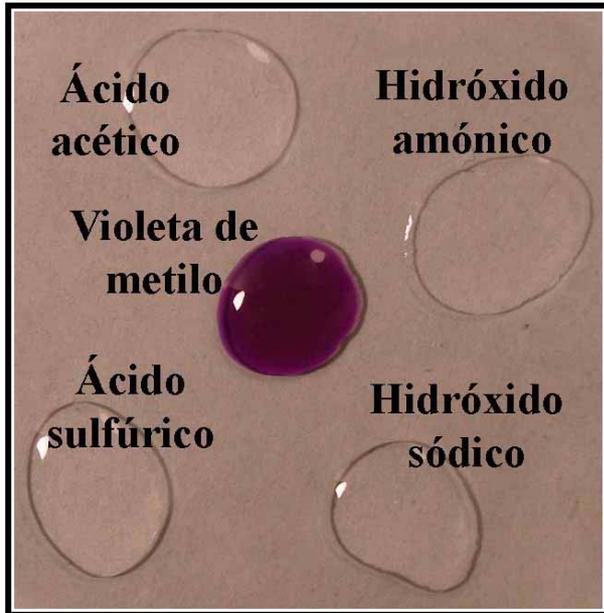


Fig. 5

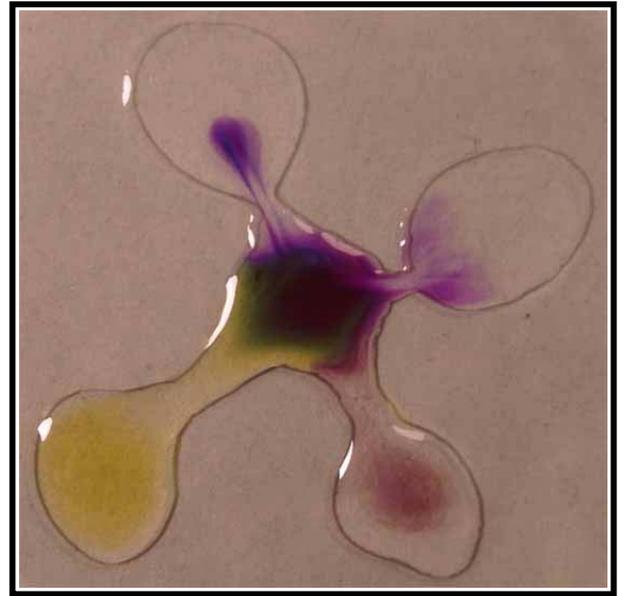


Fig. 6

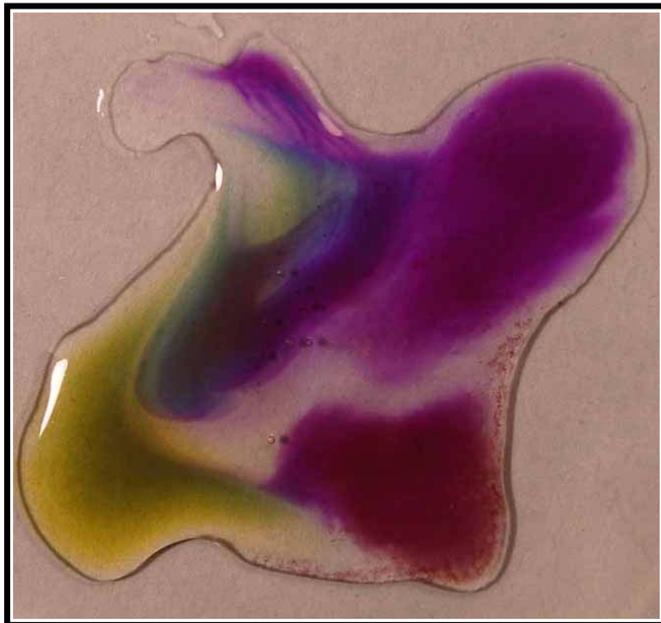


Fig. 7

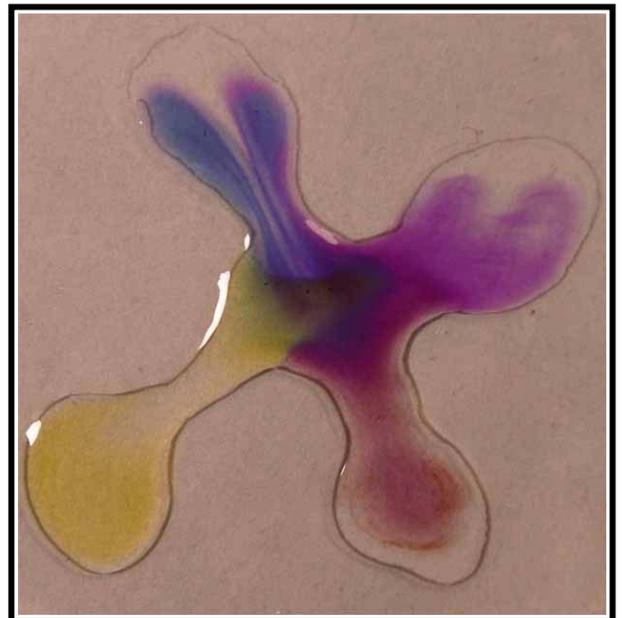


Fig. 8

El violeta de metilo destaca por los colores brillantes que toma, cambiando de color varias veces en el intervalo de pH 0-14. Sin embargo estos cambios son una demostración clara de la mezcla de colores por ejemplo el verde por combinación de azul y amarillo.

3. Verde de metilo.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 9 a 12.

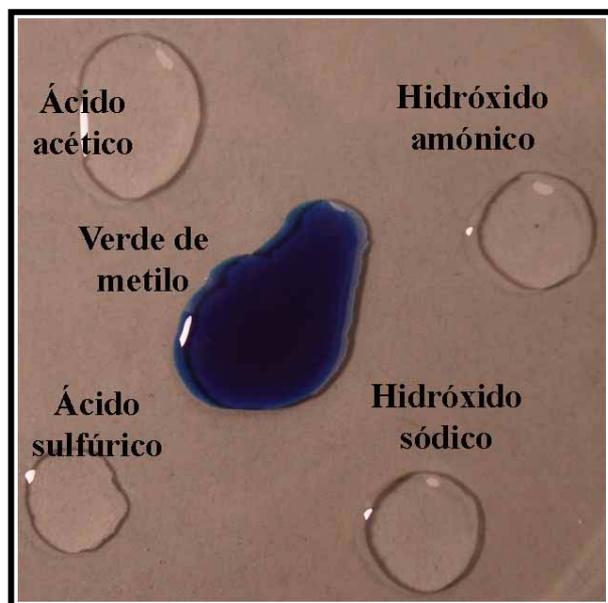


Fig. 9

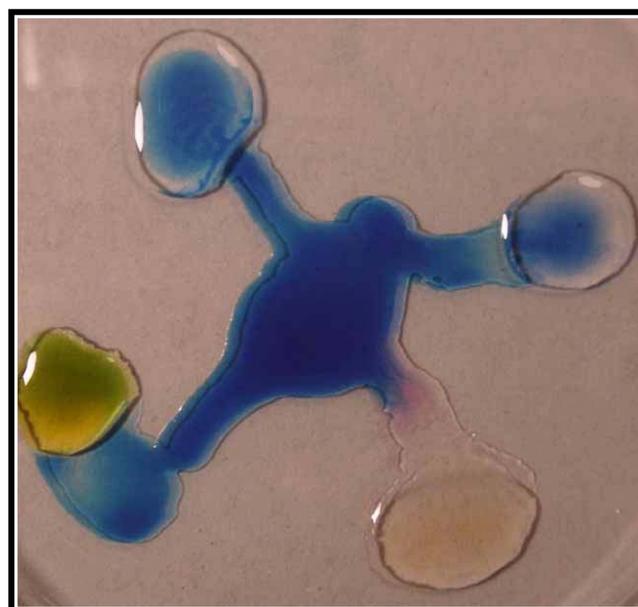


Fig. 10

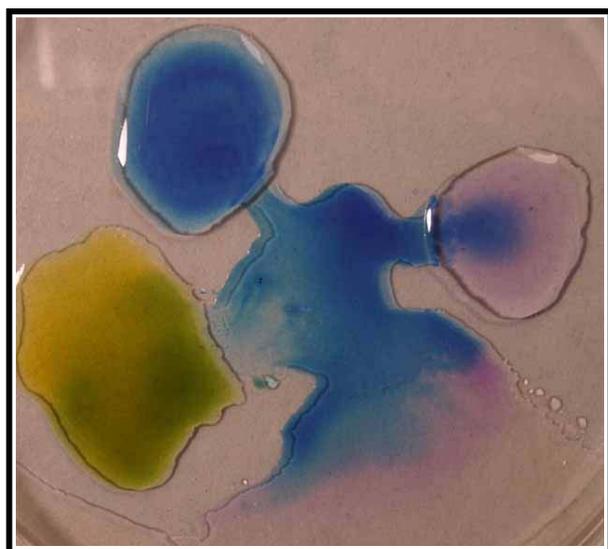


Fig. 12

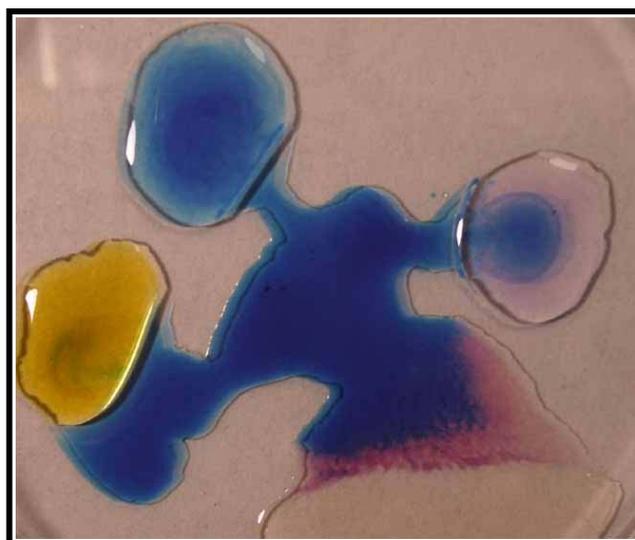


Fig. 11

4. Anaranjado de metilo.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 13 a 16.



Fig. 13

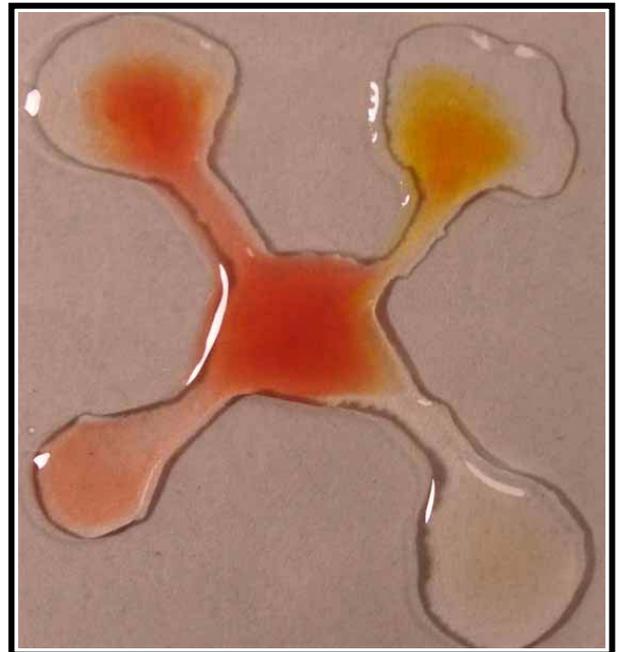


Fig. 14

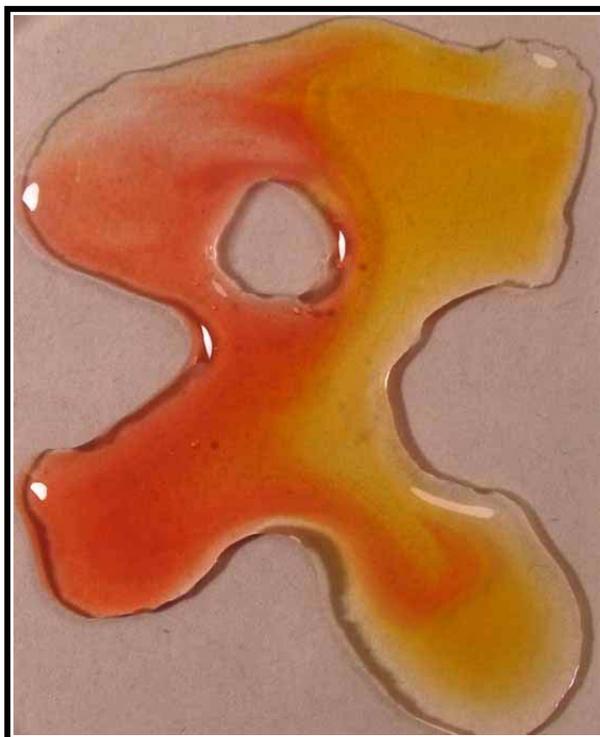


Fig. 16



Fig. 15

5. Rojo de metilo.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 17 a 20.



Fig. 17

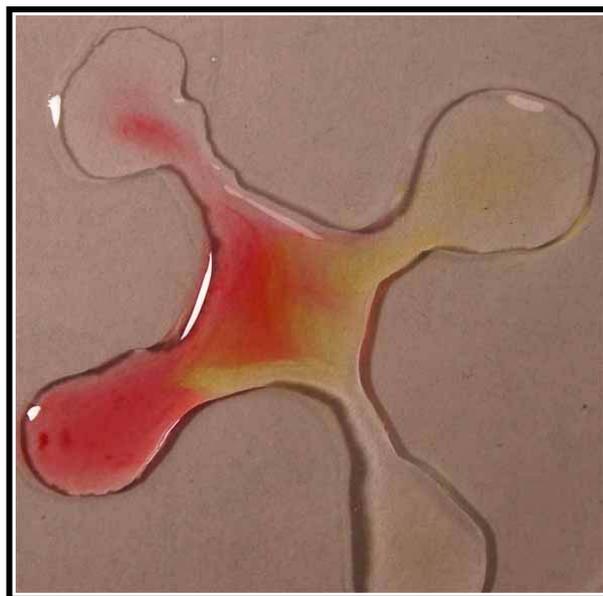


Fig. 18



Fig. 20

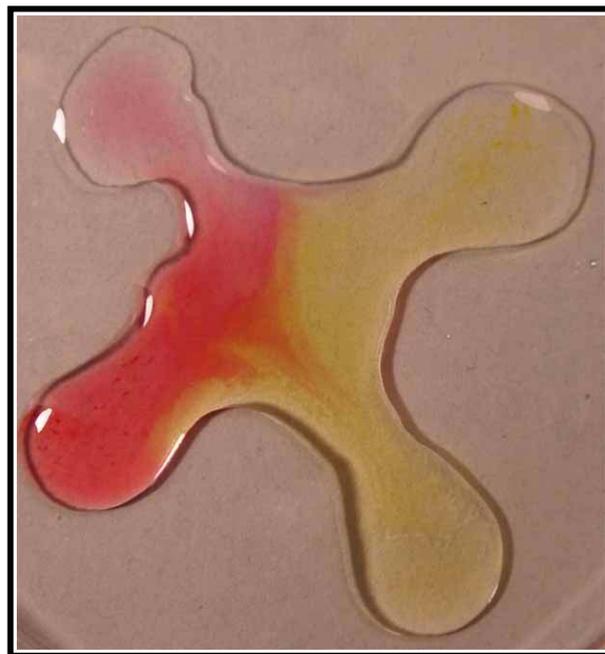


Fig. 19

6. Rojo Congo.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 21 a 24.



Fig.21

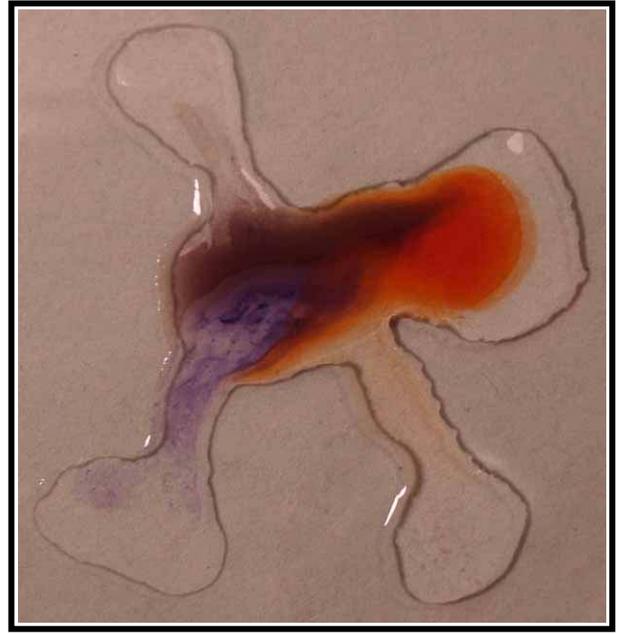


Fig. 22

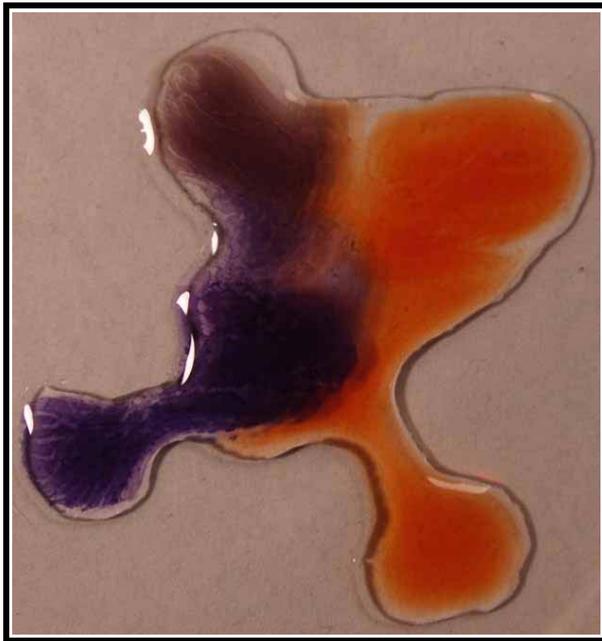


Fig. 24

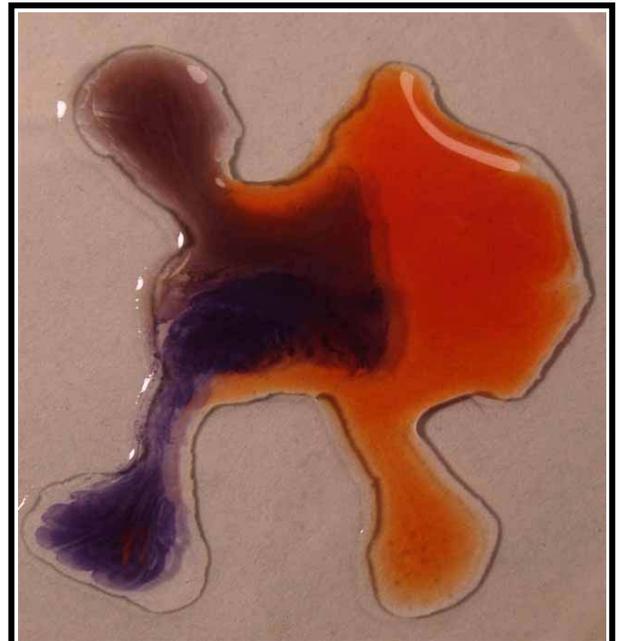


Fig. 23

7. Rojo neutro.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 25 a 27.

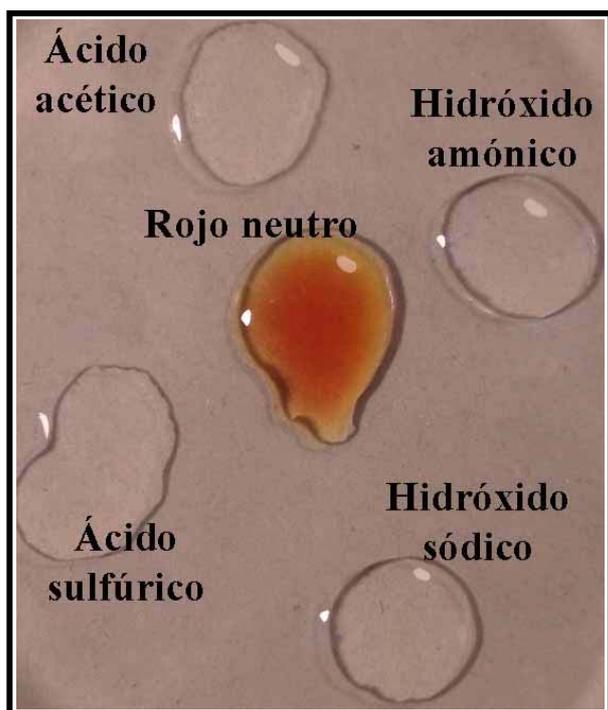


Fig. 25



Fig. 26

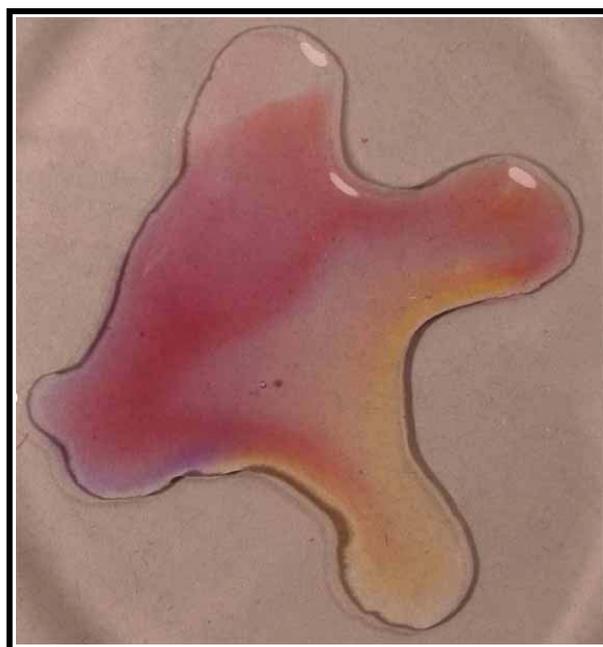


Fig. 27

8. Fenolftaleína

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 28 a 31.



Fig. 28

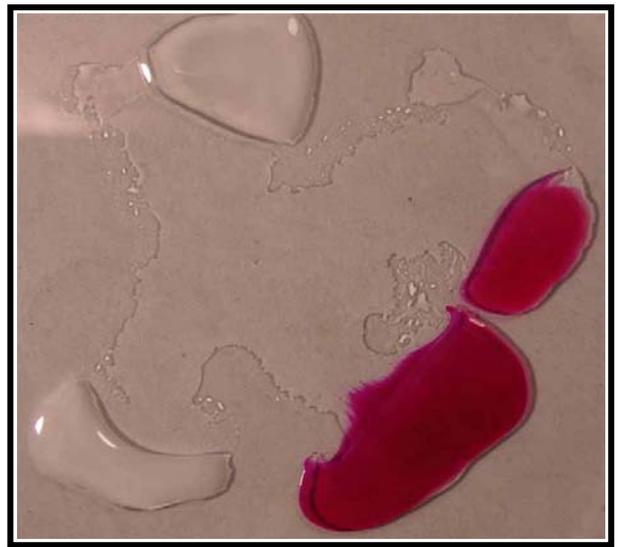


Fig. 29

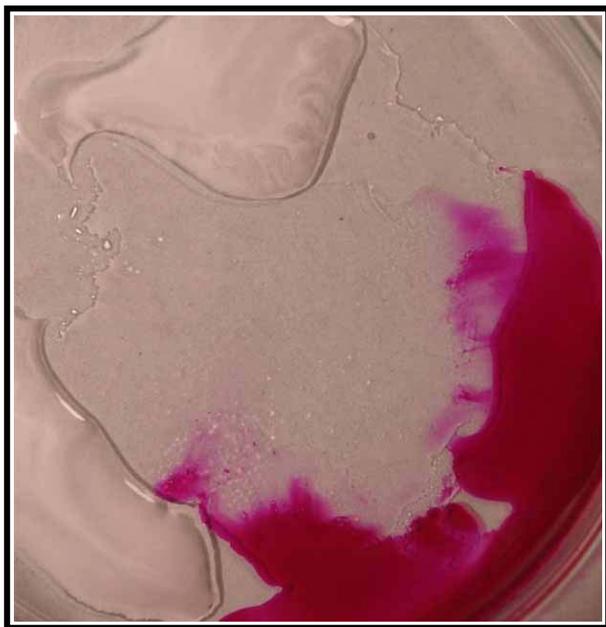


Fig. 31



Fig. 30

8. Verde brillante.

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 32 a 34.



Fig. 32



Fig. 33

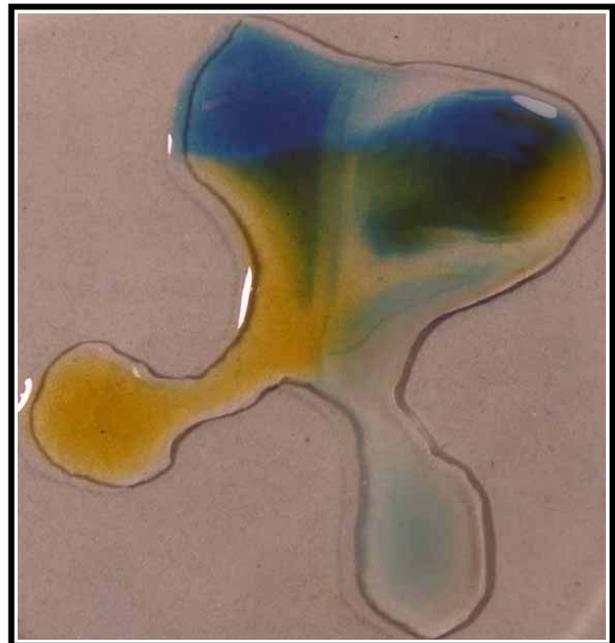


Fig. 34

9. Azul de bromotimol

Se sigue la misma técnica anterior obteniéndose la sucesión de fotos de las figuras 35 a 39.

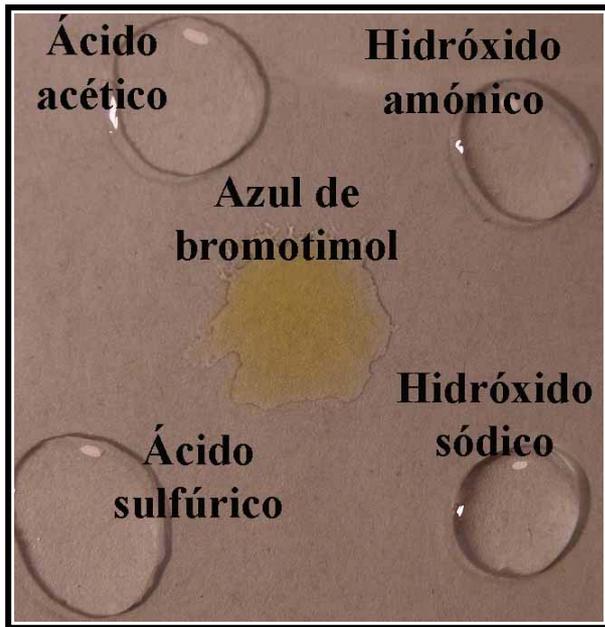


Fig. 35



Fig. 36

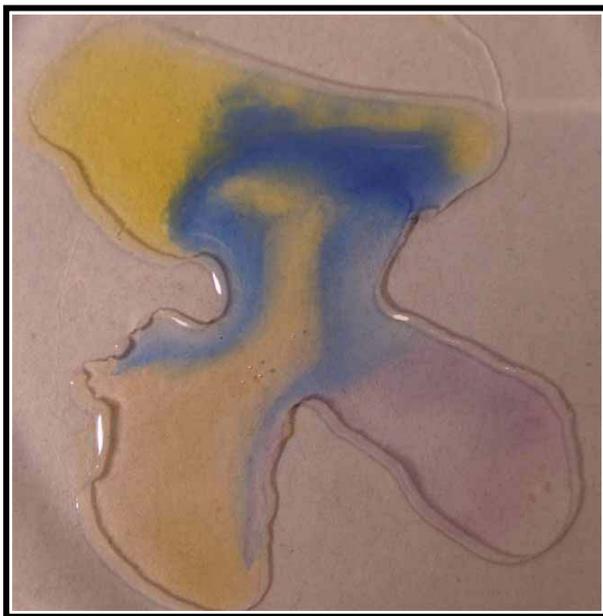


Fig. 38

Fig. 37

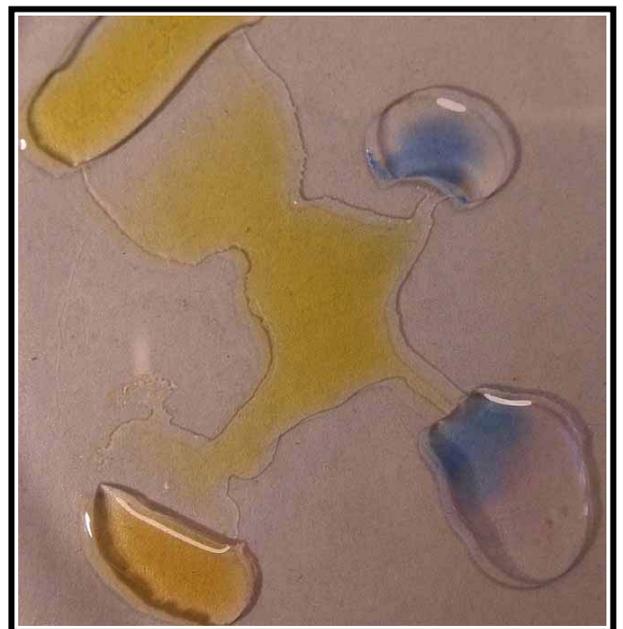


Fig. 39

Obsérvese la aparición del color verde en la fig 38
Combinación del amarillo y azul , y del malva en
La 39, por combinación de azul y rojo