

231  
rej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UTILIZACION DEL ALCOHOL ETILICO DE 96° G. L. PARA  
LA INMOVILIZACION DE LA TRUCHA ARCO IRIS  
(Oncorhynchus mykiss)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

MA. DE LOS ANGELES PEREZ GONZALEZ

ASESORES: M.V.Z. SERGIO CARRASCO MEZA  
M.V.Z. GRACIELA TAPIA PEREZ

MEXICO D. F.

1991

FALLA DE ORIGEN





## **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.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
HIPOTESIS.....	7
OBJETIVO.....	7
MATERIAL Y METODOS.....	8
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	14
CONCLUSIONES.....	16
LITERATURA CITADA.....	17
CUADROS Y GRAFICAS.....	22

## RESUMEN

Pérez González Ma. de los Angeles. **Utilización del alcohol etílico de 96° G.L., para provocar inmovilización de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)**. (bajo la dirección de MVZ Sergio Carrasco Meza y MVZ Graciela Tapia Pérez).

El objetivo del presente trabajo fue realizar las pruebas de inmovilización en trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss); se utilizaron 200 ejemplares de trucha arco iris con un peso de 150 g cada uno, los cuales fueron agrupados en lotes de 10 peces. Cada lote fué sometido a diferentes concentraciones del alcohol etílico de 96° G.L. diluido en agua, las cuales fueron: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200 ml/l de agua.

Se determinó que el alcohol etílico de 96° G.L. es capaz de inmovilizar a la trucha arco iris durante 60 segundos, utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos. La dosis efectiva 50% es de 45.5 ml/l, la dosis efectiva 99% es de 60 ml/l, la dosis letal al 1% es de 130 ml/l y al 50% es de 170 ml/l, el Margen Terapéutico Verdadero es de 2.28

Para la interpretación del comportamiento del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua y el Tiempo de Recuperación en relación con la concentración del alcohol etílico de 96° G.L. en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), los resultados se sometieron a un análisis estadístico con un modelo de Regresión Polinomial por el metodo de Stepwise, que permite, una vez encontrado el modelo que mejor describe ese comportamiento, se

puedan realizar predicciones del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua y el Tiempo de Recuperación con las distintas dosis.

Con los modelos de regresión propuestos se obtuvo un nivel de predicción confiable.

## INTRODUCCION

La trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) es una especie ictica dulceacuícola, que se cultiva en muchos lugares del mundo y tiene gran importancia comercial, debido a que su carne, de gran calidad, es muy apreciada. Para su cultivo se requiere de agua corriente, con temperaturas inferiores a los 20°C y con una cantidad de oxígeno disuelto superior a 6 ppm (18, 32).

En México se le cultiva principalmente en los estados de: Veracruz, Chihuahua, Puebla, Michoacán, Chiapas y en el Estado de México. El principal método utilizado es el intensivo que se caracteriza por tener un control total sobre el cultivo, lo que implica un gran manejo de los animales (13, 31).

Las principales maniobras en el manejo de la trucha arco iris (O. mykiss) y los tiempos requeridos para cada una de ellas son las siguientes: (5, 7).

MANIOBRA	TIEMPO (seg)
sexado	15
marcaje	20
ictiometría	30
desove manual	60

Para llevar a cabo estas maniobras es necesario extraer del agua a los peces, lo cual les ocasiona un estado de tensión que se manifiesta como inquietud y movimientos bruscos, por lo que el piscicultor se ve obligado a realizar un manejo forzado, provocando en ocasiones lesiones graves y traumatismos que predisponen a la presentación de enfermedades, que pueden ser mortales (6, 8, 28, 30). Esta situación prevalece en la mayoría de los Centros de Producción Piscícola en México, ocasionando pérdidas por mortalidad, por presentación de enfermedades y por

errores en el cálculo de producción, al obtener datos inexactos del peso y la talla de los peces (29, 30).

Para facilitar la manipulación de los peces se han utilizado diversos métodos de inmovilización y se requiere que se encuentren en un estado denominado "perdida de reacción refleja" que con base en la clasificación de cambios de conducta a varios niveles de anestesia, reportada por Mc Farland y Klontz (25), se manifiesta por perdida total de reacción a estímulos y movimientos operculares muy débiles.

En diversos lugares del mundo la aplicación de productos anestésicos en peces es una práctica común y rutinaria, existiendo algunos productos comerciales de uso específico en peces (3, 15, 20, 30). Sin embargo, dichos productos tienen un costo elevado y no están disponibles en México por lo que ha sido necesario realizar pruebas con productos que se encuentran en el país (29).

A partir de 1981 se han realizado diversos trabajos para evaluar la eficacia de varios productos para inmovilizar peces, entre los que se encuentran la Lidocaína (7); Ketamina (10); Acepromacina (12, 18, 30); Dipirona (17, 27) con resultados alentadores. Recientemente se han hecho pruebas utilizando el alcohol etílico de 96°G.L. en especies como Tilapia (Oreochromis hornorum) (9); Carpa herbívora (Ctenopharingodon idellus) (4); Pez dorado (Carasius auratus) (1) y Mollienesia (Poecilia latipina) (19), mostrando que puede ser útil para provocar inmovilización durante periodos cortos (15).

El alcohol etílico ó alcohol de grano (etanol) se ha producido durante años por medio de la fermentación de carbohidratos. En el proceso de fermentación, los compuestos orgánicos se descomponen en sustancias simples por la acción de las enzimas (22).

Las propiedades fisicoquímicas del alcohol etílico de 96° G.L. son las siguientes: es un líquido incoloro, de olor agradable y sabor quemante, su densidad es de 0.816 a 15 C, su punto de ebullición es 80 C, facilmente inflamable, es miscible en éter, agua, cloroformo, glicerina y aceite de ricino. La graduación es una mezcla alcohol-agua, expresada en grados Gay-lussac (° G.L.), que representa el volumen del alcohol contenido en 100 ml de la mezcla a 15 C. (9, 22, 24, 34).

El alcohol etílico se metaboliza en el cerebro y, en el hígado mediante la oxidación, en donde el hepatocito tiene 3 sistemas enzimáticos importantes para metabolizar el etanol:

- 1) Deshidrogenasa alcohólica, localizada en el citosol.
- 2) Sistema microsomal oxidante de etanol, localizado en el retículo endoplásmico.
- 3) Sistema catalasa localizado en los perixomas.

Estos tres sistemas enzimáticos catalizan la conversión del etanol a acetaldehído; ésto a su vez, por medio de la deshidrogenasa aldehídica lo convierte en ácido acético que se localiza en el citosol y en las mitocondrias hepáticas. El ácido acético se transforma finalmente en acetil CoA, por la acción de la acetil CoA sintetasa, localizada en las mitocondrias y en el retículo endoplásmico, ésta se incorpora al ciclo de los ácidos

tricarboxílicos (Ciclo de Krebs), que es el principal sistema celular productor de enlaces químicos de alta energía; posteriormente se lleva a cabo su oxidación hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  (2, 11, 14, 26).

Las ventajas de la utilización del alcohol etílico son el bajo precio y la amplia disponibilidad en todo el país (9).

Dado que los resultados en otras especies no son extrapolables por sus particularidades anatómicas y fisiológicas, se hace necesario llevar a cabo pruebas para evaluar la eficacia del alcohol etílico de 96°G.L. para provocar la inmovilización en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).

**HIPOTESIS:**

El alcohol etílico de 96°G.L. es capaz de provocar inmovilización en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) de manera eficaz y segura durante un minuto, para facilitar su manipulación durante el desove manual, los muestreos, curaciones e inspecciones detalladas, al ser administrado en baño de inmersión.

**OBJETIVO:**

Realizar pruebas con alcohol etílico de 96°G.L. en trucha arco iris (O. mykiss) para provocar su inmovilización durante un minuto, estableciendo curvas de dosis-efectividad y dosis-letalidad para determinar las dosis efectivas y letales, así como el margen terapéutico.

## MATERIAL Y METODOS:

Se utilizaron 200 ejemplares de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), con un peso de 150 g cada uno, los cuales fueron agrupados en lotes de 10 peces. Cada lote fué sometido a diferentes concentraciones de alcohol etílico de 96° G.L.. Estas concentraciones fueron las siguientes: 10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180,190,200 ml/l de agua. Los peces se colocaron dentro de recipientes de plástico conteniendo soluciones de un litro con las distintas concentraciones de alcohol etílico de 96°G.L.; se utilizó un Tiempo de Inducción (T.I.) de 1 minuto, al término del cual se sacaron de la solución y se midió el Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua (TMAFA) hasta 60 segundos.

Después de ésto, se colocaron los peces en un recipiente de plástico conteniendo agua libre de alcohol y se midió el Tiempo de Recuperación (T.R.) en segundos (Figura 1), y con los datos obtenidos se elaboraron curvas de relación dosis-efectividad y dosis-letalidad.

Con la información obtenida se determinaron los Márgenes Terapéutico y Terapéutico Verdadero utilizando las fórmulas siguientes: (34).

DL 50%  
MT=-----  
DE 50%

DL 1%  
MTV=-----  
DE 99%

donde:

MT =Margen Terapéutico

MTV=Margen Terapéutico  
Verdadero

DL= Dosis Letal

DE=Dosis Efectiva

### Análisis estadístico:

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis estadístico con un modelo de Regresión Polinomial por el método de Stepwise, para la interpretación del comportamiento del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua y el Tiempo de Recuperación en relación con la concentración del alcohol etílico de 96° G.L., éste, permite una vez encontrado el modelo que mejor describe el comportamiento, se pueda realizar predicciones del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua y el Tiempo de Recuperación con las distintas dosis.

El modelo al que se sometió al análisis de Stepwise es :

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x^2 + \beta_3x^3 + \beta_4x^4 + \beta_5x^5$$

donde:

$\hat{y}$  es el Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua y el Tiempo de Recuperación

$x$  es la concentración del alcohol etílico de 96° G.L.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  son los coeficientes de regresión de las correspondientes  $x$ 's elevadas a la  $n$  potencia.

La selección del modelo se realizó con base, en éste caso, a las diferentes concentraciones del alcohol etílico de 96° G.L. que mejor expresan el Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua (TMAFA) y el Tiempo de Recuperación (TR) (32).

Para ésto se deben tomar en cuenta dos aspectos :

1) Se desea encontrar la mejor ecuación de Regresión considerando lo siguiente:

a) El mejor ajuste del modelo a las diferentes observaciones,

teniendo el menor grado de polinomios.

- b) Que haya menos variables, ya que el costo es elevado al obtener mayor información.
- c) También a medida que aumenta el número de variables varía el Coeficiente de Regresión.

2) Los criterios de selección fueron:

- a)  $R^2$  = es el cuadrado de el coeficiente de correlación multiple para variables independientes; la contribución de una variable independiente a la explicación de la variabilidad de Y. La  $R^2$  mide el valor que hay entre Y y X en una forma lineal. Si es cercano a 1, entonces ésta forma lineal predice adecuadamente a Y.
- b) F = se llama estadístico de prueba, es la prueba de la significancia (33).
- c)  $C_p$  = es una medida de la interpretación de las variables, en terminos de estandarización de la predicción del Cuadrado Medio del Error (32).

Se utilizó el paquete SAS (Statistical Analysis System) en su versión para PC, con el procedimiento REG (32).

## RESULTADOS

En el Cuadro 1. se presentan los resultados de los promedios y desviaciones standar de las diferentes concentraciones de alcohol etílico de 96°G.L. en la trucha arco iris, (Oncorhynchus mykiss), utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos. Observandose que en las concentraciones de 10 ml/l y 20ml/l no se obtuvo respuesta, en 30ml/l hasta 60ml/l hay sedación y pérdida total del equilibrio (PTE), de 70ml/l hasta 140ml/l hay excitación manifestandose con movimientos musculares y operculares bruscos, a partir de 150ml/l hasta 200ml/l encontramos pérdida total del equilibrio, desprendimiento de moco, cambio de pigmentación y mortalidad.

En la Gráfica 1 se muestran los Promedios del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua.

En la Gráfica 2 se muestran los Promedios del Tiempo de Recuperación.

En el Cuadro 2 se muestran los Porcentajes de Dosis-Efectividad y Dosis-Letalidad con las diferentes concentraciones del alcohol etílico de 96° G.L. en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss); utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos. En donde el Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua (TMAFA) deseado se observa a partir de la dosis de 40 ml/l, en el 20 % de los animales y en el 100 % en la concentración de 60 ml/l, en la dosis de 150 ml/l se tiene un 20 % de letalidad y en la dosis de 190 ml/l hay 100 % de letalidad.

En la Gráfica 3 se muestran las curvas de relación de los porcentajes de Dosis-Efectividad y Dosis-Letalidad observados con

las diferentes concentraciones del alcohol etílico de 96°G.L. en la trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss); utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos.

Con la información obtenida se determinaron los Margenes Terapéutico (MT) y Terapéutico Verdadero (MTV) de la manera siguiente:

$$MT = \frac{DL\ 50\ \%}{DE\ 50\ \%} = \frac{170}{45.5} = 3.73$$

$$MTV = \frac{DL\ 1\ \%}{DE\ 99\ \%} = \frac{130}{57} = 2.28$$

DL = Dosis Letal

DE = Dosis Efectiva

En el análisis estadístico para la interpretación del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua (TMAFA), el modelo que mejor describe esta variable se muestra en los Cuadros 3 y 4., con éstos se puede ver que la relación dosis-respuesta es bastante irregular ya que se incluye  $x^5$  (la potencia indica el número de veces que la curva se fragmenta).

Por otro lado, el  $R^2 = 0.6833$  indica un buen ajuste del modelo a los datos, es decir, se puede hacer una buena predicción de la respuesta con este modelo.

En la Gráfica 4 se muestran los valores observados y predichos por el modelo.

Para el Tiempo de Recuperación (TR), el modelo que mejor describe esta variable se muestra en los Cuadros 5 y 6, en

donde se observa que la relación dosis-respuesta es poco irregular, aunque incluye  $x^5$ , el  $R^2 = 0.8373$  indica un buen ajuste del modelo a los datos, pudiendo hacerse una predicción de la respuesta con este modelo.

En la Gráfica 5, se muestran los valores observados y predichos por el modelo.

## DISCUSION

Al realizar las pruebas se observó que las dosis de 10 ml/l hasta 60 ml/l corresponden a la primera etapa de la anestesia, pudiendo estar en un estado de hipnosis o sedación, en la cual se obtienen los 60 segundos de Tiempo de Mantenimiento Fuera del agua. A partir de las dosis de 70 ml/l hasta 130 ml/l pueden corresponder a la segunda etapa anestésica, la cual es mucho más larga en el alcohol que en otros anestésicos generales, en donde observamos un grado de excitación y sedación, por acción del alcohol sobre diferentes partes del encéfalo, primero en corteza cerebral, centros subcorticales y cerebelo. Posterior a las dosis de 140 ml/l hasta 200 ml/l comprenderían las etapas 3 y 4, en donde no se distingue una de la otra, ya que la tercera etapa afecta a la medula espinal produciendo un estado de anestésia profunda donde no hay recuperación, porque pasa a la cuarta etapa que afecta al bulbo raquídeo produciendo paro respiratorio (2, 16, 21, 23, 35, 36).

La dosis efectiva 50 % fue de 45.5 ml/l y la dosis efectiva 99 % fue de 57 ml/l, las cuales son 40 % menores que los reportados en tilapia (Oreochromis hornorum) por Castañeda (9). La dosis letal 1 % fue de 130 ml/l y la dosis letal 50 % fue de 170 ml/l que resultaron ser 25.7 % y 48.48% menor que las dosis de la tilapia (O. hornorum) (9).

Las pruebas realizadas para determinar la efectividad dieron a conocer que el alcohol etílico de 96° G.L. ofrece mayor seguridad en la trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) que en la tilapia (O. hornorum).

El margen terapéutico verdadero resultó ser 19.30% mayor que lo obtenido en la tilapia (O. hornorum) por Castañeda (9), éste indica que el alcohol etílico de 96° G.L. ofrece un margen de seguridad mayor en la trucha arco iris (O. mykiss).

Los resultados obtenidos indican que el alcohol etílico de 96° G.L. es capaz de producir inmovilización en trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) durante 60 segundos a una concentración de 60 ml/l en el 100 % de los peces, a diferencia de lo obtenido en tilapia (O. hornorum) por Castañeda (9), que obtuvo 60 segundos de inmovilización a una concentración de 95 ml/l en el 100 % de los peces.

En el análisis estadístico para la interpretación del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua (TMAFA) y Tiempo de Recuperación (TR), con los modelos de regresión propuestos se obtuvo un buen nivel de predicción ( $R^2 = 0.6833$  (TMAFA) y  $R^2 = 0.8373$  (TR) esto se comprueba al observar las gráficas de predichos y observados. (ver Gráfica 4 y 5).

## CONCLUSIONES

1.- La utilización del alcohol etílico de 96° G.L. empleado en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) es capaz de provocar inmovilización de manera eficaz y segura con la concentración de 60 ml/l durante un minuto. Aceptandose de esta manera la hipótesis del presente trabajo.

2.- Existen riesgos en su utilización, pues tiene efectos variables entre las concentraciones de 70 y 130 ml/l, por esta razón el uso del alcohol etílico de 96° G.L., debe emplearse sólo en casos de no tener anestésicos disponibles.

## LITERATURA CITADA

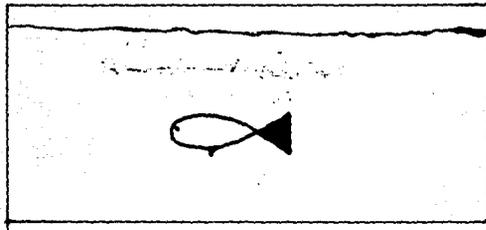
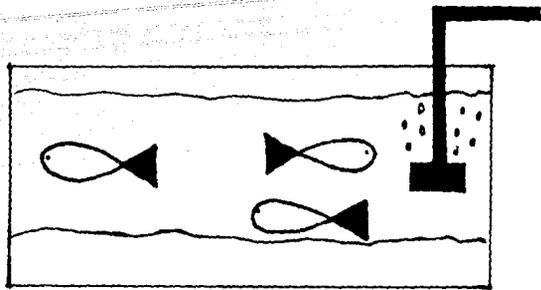
- 1.- Aguilar, F.A.: Utilización del alcohol de 96° G.L. para provocar inmovilización en el pez dorado (Carasius auratus). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. (en prensa).
- 2.- Bowman, W.C. y Rand, M.J.: Bases bioquímicas y patológicas : aplicaciones clínicas. 2a. edición. Ed. Interamericana S.A. de C.V. México, 1984.
- 3.- Brown, L.A.: Anesthesia in fish. Vet. Clin. North Am.: Small Animal Practice. g (2) :317-330, (1988).
- 4.- Calderon, Ch. J. L.: Utilización del alcohol etílico de 96° G. L. para provocar inmovilización en carpa herbívora (Ctenopharyngodon idellus). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. (en prensa).
- 5.- Carrasco M.S.: Inmovilización de carpa (Cyprinus carpius), bagre (Ictalurus punctatus) y tilapia (Tilapia mossambicuss), utilizando xilocaína más bicarbonato de sodio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1983.
- 6.- Carrasco M.S.: Utilización de anestésicos en peces. Expresión Universitaria. 11 : 10-12, (1984).
- 7.- Carrasco, M.S.; Sumano, L.H. and Navarro, F.R.: The use of lidocaína-sodium bicarbonate as anesthetic fish. Aquaculture. 41 : 395-398 (1984).

- 8.- Carrasco M.S.; Sumano, L.H. y Ocampo, C.L.: La xilocaína como auxiliar para el manejo durante el desove manual en trucha arco iris (Salmo gairdneri). Veterinaria México. 13 : 61-64 (1982).
- 9.- Castañeda, R. S. : Utilización del alcohol etílico de 96° G. L. para provocar inmovilización de tilapia (Oreochromis hornorum). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica. Universidad Nacional Autónoma de México. México 1989.
- 10.-Colín, C. M. : Inmovilización de trucha arco iris (Salmo gairdneri) utilizando clorhidrato de ketamina. Tesis recepcional de Profesional Técnico de Producción Acuícola. Colegio Nacional de Educación Profesional Técnico. Plantel El Zarco. Secretaría de Educación Pública. México 1985.
- 11.-Cooper, J.R. : Las bases bioquímicas de la neurofarmacología. 5a. edición. New York : Oxford University. 1986.
- 12.-Damacio, C. L. : Inmovilización de la tilapia mosambica (Oreochromis mossambicus), utilizando maleato de acepromacina. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica. Universidad Nacional Autónoma de México. (en prensa).
- 13.-Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero : La trucha arco iris especie de gran demanda en nuestro país. Acuavisión. 11 (12) : 12-13 (1988).
- 14.-Ganong, F.W.: Manual de Fisiología Médica. 10a. edición. Ed. El Manual Moderno, S.A. México, D.F. 1986.

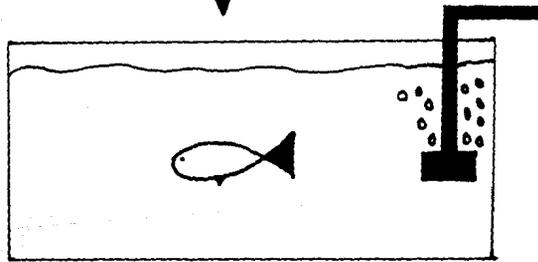
- 15.-González, M. J. P. : Utilización de anestésicos en peces de 1970 a 1987. Estudio recapitulativo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1989.
- 16.-Goodman, A. G. : Las bases de la farmacología en la terapéutica. 7a. edición. Ed. Medica Panamericana S.A. México, 1989.
- 17.-Helton, R. R. S. : Utilización de la dipirona para provocar sedación en carpa (Cyprinus carpio). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1991.
- 18.-Huet, M.: Tratado de piscicultura. 2a. edición. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1980.
- 19.-Islas, R.J.: Utilización del alcohol etílico de 96° G.L. para provocar inmovilización en mollienesia (Poecilia latipina). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1990.
- 20.-Jeney, Z.; Galina, J.; Oláh, A.; Siwicki and Dankó, I.: Propanidid a new anesthetic for use in fish propagation. Aquaculture. 54 : 149-157 (1986).
- 21.-Jones, M. L.; Booth, H. M.; Mc Donald, E. L.: Veterinary pharmacology and therapeutics. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, 1986.
- 22.-Keenan, W.C.; Kleinfelter, C.D.; Wood, J.H.: Química general universitaria. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México, 1986.

- 23.-Litter, M.: Farmacología. 3a. edición. Ed. El Ateneo. México (s.a.).
- 24.-Merck Index. 10a. editions. Merck and Co., Inc. Rahway, N.J., U.S.A. 1983.
- 25.-Mc Farland, W. and Klontz, G.W.: Anesthesia in fishes. Fed. Proc. 28 (4) : 1535-1540 (1969).
- 26.-Nilsson, G.E.: A comparative study of aldehyde dehydrogenase and alcohol deshydrogenase activities in crucian carp and three other production. J. Comp. Physiol., B. 158 (4) : 479-485 (1988).
- 27.-Ocampo, H.E. : Utilización de la dipirona para provocar inmovilización en el langostino (Macrobrachium spp.) Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1991.
- 28.-Pasquale, T. : Cultivo de la trucha. Ed. Acribia. Zaragoza (España) 1970.
- 29.-Rodríguez, V.Ll. : Utilización de la azaperona para provocar la inmovilización en la carpa herbívora (Ctenopharingodon idellus). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1990.
- 30.-Santos, G.N. : Utilización del maleato de acepromacina para facilitar el desove manual en la trucha arco iris (Salmo gairdneri). Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México México, 1989.

- 31.-Secretaría de Pesca : Manual técnico para la operación de centros acuícolas productores de trucha (Salmo gairdneri). Ed. Secretaría de Pesca. México, 1988.
- 32.-Statistical Analysis System User's Guide : Statistics. SAS Inst. Inc., Cary. NC. SAS. 1982.
- 33.-Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. : Bioestadística, principios y procedimientos. 2a. edición. Ed. Mc Graw Hill. México, 1989.
- 34.-Sumano, L.H. y Fuentes, H.V. : Farmacología veterinaria. Ed. Impresos Tampico. México, 1982.
- 35.-Sun, G.Y.; et. al. : Molecular mechanisms of alcohol. Human Press. Clifton, New Jersey. 1988.
- 36.-Tompson, R.F.: Introducción a la psicología fisiológica. Ed. Harla Harper and Row Latinoamérica. 1977.



TANQUE DE ANESTESIA



TANQUE DE RECUPERACION

FIGURA 1. TANQUES DE MANIPULACION DE LOS PECES

Cuadro 1. Promedios y desviaciones standar de los resultados obtenidos con las diferentes concentraciones de alcohol etílico de 96° G.L. en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos.

Concentración del alcohol etílico de 96° G.L.  
Número de peces: 10

	10 ml/l		20 ml/l		30 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	0	0	0	0	15	19.2
Desviación Standar	0	0	0	0	7.01	5.15
Observaciones:	No se obtuvo respuesta		No se obtuvo respuesta		Sedación ligera	

	40 ml/l		50 ml/l		60 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	35.2	78.5	59	225	60	183
Desviación Standar	15.42	18.01	2	65.83	0	52.59
Observaciones:	PPE en el 60% PTE en el 40%		PTE con mov. operculares, oculares, de aletas ligeros y vómito.		PTE con mov. musculares, operculares y de aletas muy debiles, no hay reacción a estímulos y palidez.	

	70 ml/l		80 ml/l		90 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	55.2	358	44.5	393	59	540
Desviación Standar	4.48	93.41	13.31	57.23	2	221.26
Observaciones:	PTE con mov. ligeros de aletas, de boqueo, el 20% tuvo reacción a estímulos.		PTE con mov. bruscos de musculos, de aletas y operculares, responde a estímulos.		PTE con mov. musculares y operculares bruscos y oculares ligeros.	

Cuadro 1. Promedios y desviaciones standar de los resultados obtenidos con las diferentes concentraciones de alcohol etílico de 96° G.L. en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos. (Continuación)

Concentración del alcohol etílico de 96° G.L.

Número de peces: 10

	100 ml/l		110 ml/l		120 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	55	648	54	602	39	540
Desviación						
Standar	4.47	179.6	4.36	142.11	15.94	60
Observaciones:	PTE con mov. oculares, operculares y de aletas, cambio de pigmentación.		PTE con mov. oculares y de aletas, cambio de pigmentación y despreñimiento de moco.		PTE con mov. muscular, ocular y opercular, con cambio de pigmentación.	
	130 ml/l		140 ml/l		150 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	36.4	660	46	736.3	28	705
Desviación						
Standar	11.217	141.98	12.4	84.7	14	213.7
Observaciones:	PTE con rigidez de musculos, mov. de opérculo y de aletas, con vómito y respuesta a estímulos.		PTE con mov. ligeros oculares, de aletas, rigidez muscular y vómito.		PTE con mov. opercular y ocular, rigidez muscular, cambio de pigmentación.	
	160 ml/l		170 ml/l		180 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	36	736.6	46	1460	56.5	1340
Desviación						
Standar	14.6	64.72	14.8	295.3	5.02	141
Observaciones:	PTE con mov. ocular, cambio de pigmentación.		PT con perdida de moco y 20 % de mortalidad.		PT con perdida de moco y 80 % de mortalidad.	

Cuadro 1. Promedios y desviaciones standar de los resultados obtenidos con las diferentes concentraciones de alcohol etílico de 96° G.L. en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos. (Continuación)

Concentración del alcohol etílico de 96° G.L.  
Número de peces: 10

	190 ml/l		200 ml/l	
	TMAFA	TR	TMAFA	TR
Promedio	60	0	60	0
Desviación				
Standar	0	0	0	0
Observaciones:	PT con perdida de moco y 100% de mortalidad.		PT con perdida de moco y 100% de mortalidad.	

TMAFA = TIEMPO DE MANTENIMIENTO FUERA DEL AGUA

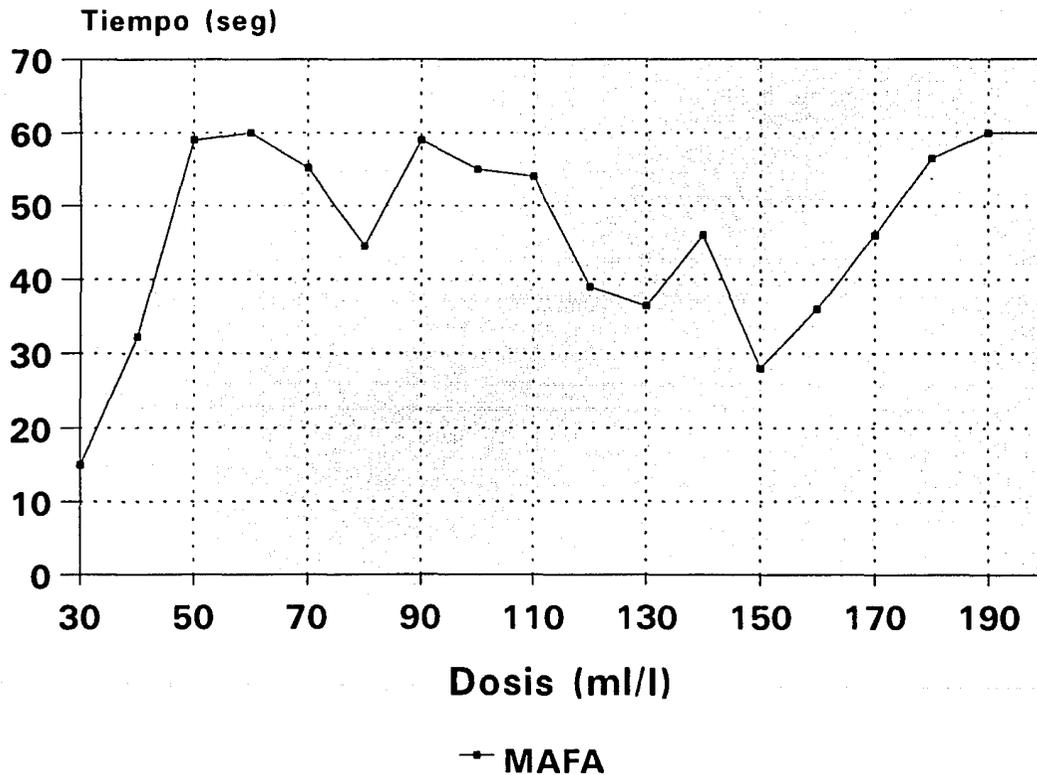
TR = TIEMPO DE RECUPERACION

PPE = PERDIDA PARCIAL DEL EQUILIBRIO

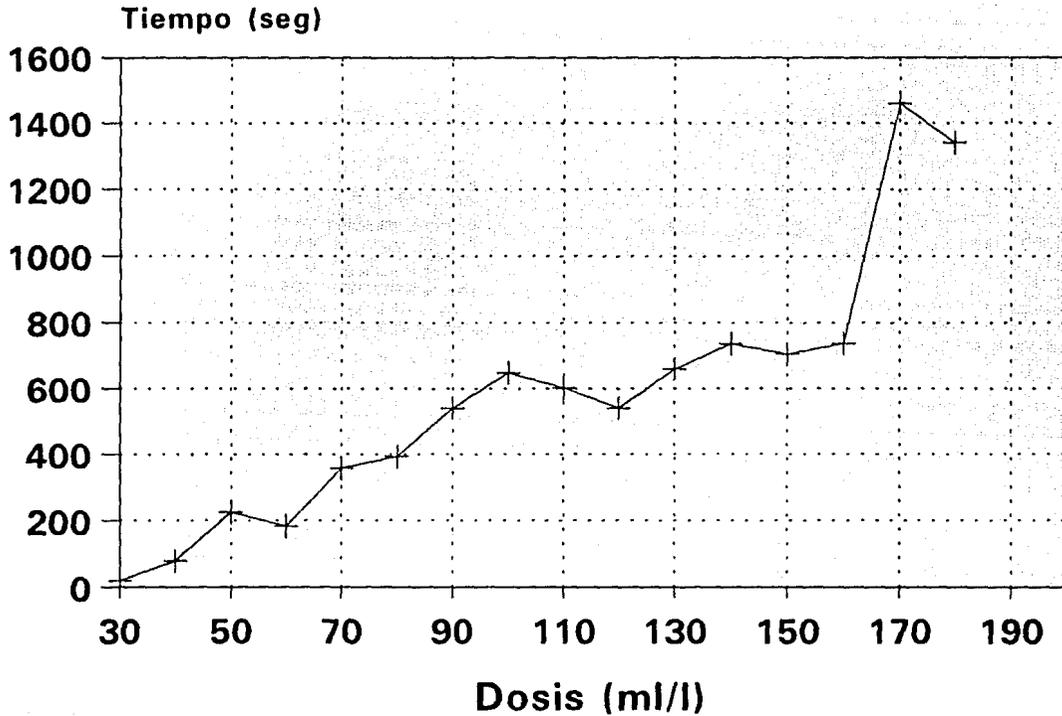
PTE = PERDIDA TOTAL DEL EQUILIBRIO

PT = PERDIDA TOTAL

# GRAFICA 1. PROMEDIOS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO FUERA DEL AGUA



**Grafica 2. PROMEDIOS DEL  
TIEMPO DE RECUPERACION**

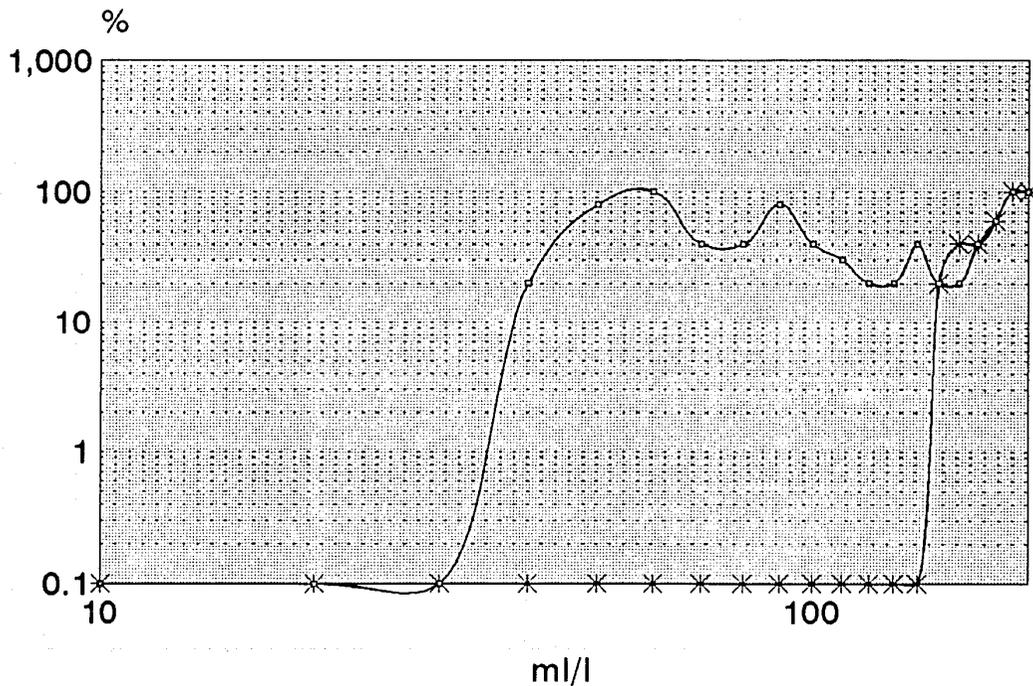


+ TR

Cuadro 2. Porcentajes de efectividad y letalidad observados con las diferentes concentraciones del alcohol etílico de 96° G.L. en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), utilizando un Tiempo de Inducción de 60 segundos.

CONCENTRACION DEL ALCOHOL ETILICO DE 96° G.L. (ml/l)	EFFECTIVIDAD %	LETALIDAD %
10	0	0
20	0	0
30	0	0
40	20	0
50	80	0
60	100	0
70	40	0
80	40	0
90	80	0
100	40	0
110	30	0
120	20	0
130	20	0
140	40	0
150	20	20
160	20	40
170	40	40
280	60	60
190	100	100
200	100	100

GRAFICA 3. PORCENTAJES DE DOSIS EFECTIVIDAD Y DOSIS LETALIDAD CON LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DEL ALCOHOL ETILICO DE 96 G.L.



—□— EFECTIVIDAD \* LETALIDAD

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 3. Resumen del procedimiento de Stepwise para la variable dependiente del Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua. (TMAFA).

Step	Modelos	Parcial R**2	Modelo R**2	C<p>	F	Prob>F
1	Dosis	0.1281	0.1281	284.254	23.654	0.0001
2	Dosis2	0.3591	0.4872	103.706	112.706	0.0001
3	Dosis5	0.1961	0.6833	6.015	98.442	0.0001

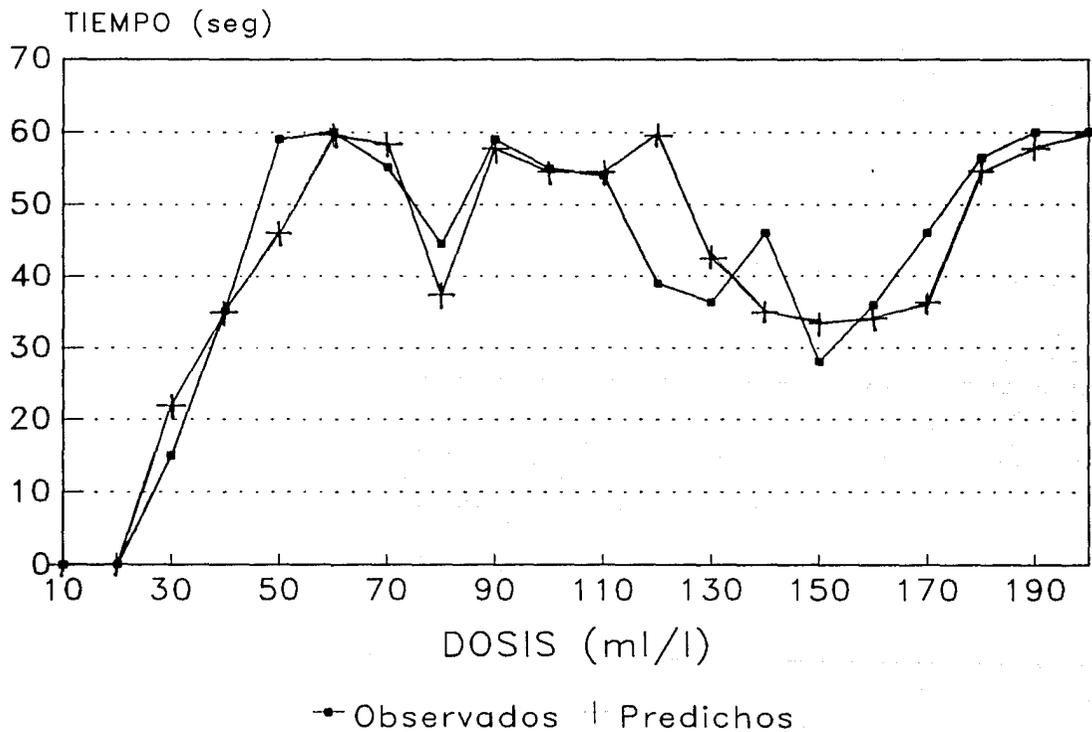
Cuadro 4. Analisis de varianza del Mejor Modelo de Regresión que explica al TMAFA.

Fuente de Variable	Parámetro Estimado	Error Standar	Suma de Cuadrados	F	Prob>F
Intercepto	-30.908545	3.950942	8910.259278	61.2	0.0001
Dosis	2.360868	0.142111	40180.617851	275.98	0.0001
Dosis2	-0.016192	0.001132	29750.906505	204.35	0.0001
Dosis5	0.000001	0.000001	14332.407148	98.44	0.0001
Regresión	3				
Error	159				
Total	162				

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x^1 + \beta_2 x^2 + \beta_5 x^5$$

$$\hat{y} = -30.91 + 2.361 x^1 - 0.01619 x^2 + 0.000001 x^5$$

# GRAFICA 4. VALORES OBSERVADOS Y VALORES PREDICHOS POR EL MODELO PARA TMAFA\*



\*Tiempo de Mantenimiento Fuera del Agua

Cuadro 5. Resumen del procedimiento para la variable dependiente del Tiempo de Recuperación (T.R.)

Step	Modelos	Parcial R**2	Modelo R**2	C<p>	F	Prob>F
1	Dosis	0.7778	0.7778	55.8573	563.6074	0.0001
2	Dosis5	0.0203	0.7981	38.2178	16.0965	0.0001
3	Dosis4	0.0221	0.8202	18.8922	19.4992	0.0001
4	Dosis2	0.0172	0.8373	4.2943	16.6724	0.0001

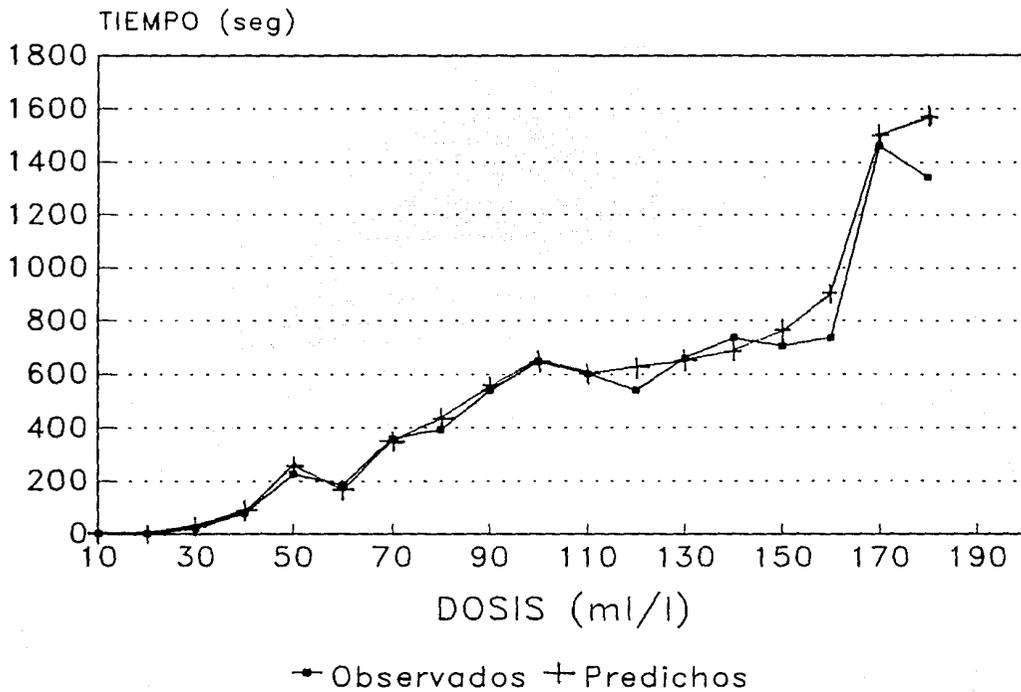
Cuadro 6. Análisis de Varianza del mejor Modelo de Regresión que explica al Tiempo de Recuperación (T.R.)

Fuente de Variable	Parámetro Estimado	Error Standar	Suma de Cuadrados	F	Prob>F
Intercepto	46.633533	70.4215	10233.2295	0.44	0.5088
Dosis	-6.833932	3.9266	70682.9054	3.03	0.0837
Dosis2	0.218221	0.0534	389068.2520	16.67	0.0001
Dosis4	-0.000017	0.0000	625045.1426	26.78	0.0001
Dosis5	0.000007	0.0000	737965.1519	31.62	0.0001
Regresión		4			
Error		158			
Total		162			

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x^2 + \beta_4 x^4 + \beta_5 x^5$$

$$\hat{y} = 46.6335 - 6.8339 + 0.2182 - 0.000017 + 0.000007$$

# GRAFICA 5. VALORES OBSERVADOS Y VALORES PREDICHOS POR EL MODELO PARA TR\*



Tiempo de Recuperación