



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MONOGRAFIA

**EMPLEO DE ESPECIES HÍBRIDAS
EN ACUICULTURA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
**LICENCIADO EN BIOLOGIA
MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

ROOSEN ELY MENDOZA VELAZQUEZ



TONALÁ, CHIAPAS

NOVIEMBRE DEL 2014



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MONOGRAFIA

**EMPLEO DE ESPECIES HÍBRIDAS
EN ACUICULTURA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGIA
MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

ROOSEN ELY MENDOZA VELAZQUEZ

DIRECTOR

**MC. FRANCISCO JAVIER TOLEDO
SOLÍS**



TONALÁ, CHIAPAS

NOVIEMBRE DEL 2014

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en todo momento de mi carrera universitaria y por haberme permitido llegar hasta donde estoy, por permitirme lograr mis sueños y metas cumplidas. Sobre todo agradezco a mis padres por brindarme su apoyo, confianza y sobre todo su amor en cada momento de mi vida, los amo demasiado y gracias por todo.

Agradezco a mis amigos de la universidad Jesús Alonso Espinoza Aceituno, Karla Belem Grajales Gutiérrez, José Miguel Sánchez de la Cruz, Francisco Emanuel Vidal Bello, Rene Rigoberto Mijangos y Ulises Velázquez López quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta monografía. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

Debo agradecer de manera especial y sincera a mi Director de monografía el MC. Francisco Javier Toledo Solís, sobre todo por haber sido un verdadero guía en el aprendizaje. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al MC. Arkady Uscanga Martínez y la MC. Natalia Perales García por haberme instruido en toda mi formación universitaria, por su importante aporte y participación en mis conocimientos durante la universidad y sobre todo por haberme brindado su amistad. Muchas gracias.

DEDICATORIA

Como un padre siempre te he visto y como una madre también, gracias a su sabiduría influyeron en mi la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ustedes esta monografía en agradecimiento por todo su amor. Aunque no estén físicamente conmigo, siempre los llevare en mi corazón.

Gracias amados abuelos.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi amor.

Papá y mamá

Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para tí, ahora puedo decir que esta monografía lleva mucho de tí, gracias por estar siempre a mi lado, Cristhian.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivos General	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
III. RECOPIACION SINTETIZADA	4
3.1 Concepto de hibridación	4
3.2 Tipos de hibridación	5
3.3 Beneficios de los híbridos en la acuicultura	8
3.4 Desventajas de los híbridos	13
IV. CONCLUSIÓN	15
V. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	16
VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	17

I. INTRODUCCIÓN

La producción de híbridos en la acuicultura se inició en 1828 en Inglaterra con la cruce de salmónidos *Salmo salar* x *Salmo trutta* (Batista y Giannecchini, 2010); debido al interés por la hibridación como factor importante en la modificación genética de los organismos con características superiores y beneficios económicos que han traído consigo han adquirido un gran auge en el sector acuícola (Pérez *et al*, 2010). En este sentido, la hibridación es el apareamiento entre Individuos genéticamente diferente que pueden pertenecer a la misma especie o incluso a géneros distintos (Bartley *et al.*, 2001). Tras la aplicación de esta técnica de hibridación los organismos deben de contar con la misma cantidad de cromosomas (Nikoljukin, 1971), para favorecer la producción de organismos fértiles y poder transferir las características deseables que los individuos modificados que han adquirido de los progenitores (Dunham *et al.*, 2000). La hibridación es empleada para generar o producir organismos genéticamente modificados para que tenga un mejor crecimiento, tolerancia a enfermedades y sobre todo que sean capaces de adaptarse a condiciones ambientales desfavorables (Bartley *et al.*, 2001; Pérez, 2010).

Se han descrito dos tipos de hibridación: la hibridación intraespecífica, es decir, entre individuos de la misma especie pero de distintas variedades, comunes en el cultivo de peces ornamentales a fin de con obtener variedades nuevos colores, formas de cola, forma del cuerpo, etc., también se han reportado algunos casos en organismos pertenecientes a la familia de los Cyprinidae, Poeciliidae y Cichlidae; La hibridación interespecífica, es el cruce entre diferentes especies donde se han conseguido híbridos en salmónidos, Cichlidae, Cyprinidae y Siluriformes con la finalidad de obtener progenies monosexuales (FAO/PNUMA, 1984; López y Toro 1990; Kossowski, 1998).

Las cruces de organismos híbridos han dado buenos resultados en la acuicultura como es el trabajo realizado por Calixto (2011), en cual se obtuvo el llamado Pargo-UNAM, el cual es un híbrido que fue el resultado del cruzamiento de tres

grupos de tilapia: *Oreochromis niloticus* (25%), tilapia roja de la florida (50%) y *Rocky mountain* (25%), por consiguiente se obtuvieron organismos más resistentes al medio y sobre todo con una tasa de crecimiento alta. Mientras que Hickling en 1968, consiguió producir sólo machos híbridos cruzando *Oreochromis mossambica* ♂ (origen Zanzíbar) x *Oreochromis mossambica* ♀ (origen Java), y cuando la cruce es inversa produce crías con una proporción de tres machos por una hembra. También se han realizado trabajos en bagres, como lo reportado por Argue *et al.*, (2003) afirma que cuando se cruza bagre de canal ♀ (*Ictalurus punctatus*) x bagre azul ♀ (*Ictalurus furcatus*), presentan mayores beneficios en el sector acuícola, como el adquirir mayor cantidad y calidad en la carne. Otra de las experiencias de hibridación es la de lubina híbrida en donde se obtuvo al cruzar *Morone chrysops* ♀ x *Morone saxatilis* ♂, en donde la progenie resultante soportan grandes intervalos tanto de temperatura y oxígeno, conjuntamente con un rápido crecimiento lo cual favorece a su producción comercial (Smith, 1988; Hodson, 1989; Webster, 2002).

Así mismo se han obtenidos híbridos en crustáceos con posibilidades de cultivo, tal es el caso de camarones marinos del género *Penaeus* (Bray *et al.*, 1990; Lawrence *et al.*, 1984) y de río pertenecientes al género *Macrobrachium*. En estos últimos, se ha obtenido éxito en los cruzamientos entre *M. Formosense* y *M. nipponense* (Uno y Fujita, 1972). En moluscos, la hibridación puede tener lugar naturalmente cuando dos especies habitan en la misma área geográfica. Uno de los casos más conocidos se relaciona con el cruzamiento entre *Mytilus edulis* y *M. Galloprovincialis* a lo largo de las costas europeas (Gardner, 1995). Otro trabajo realizado es el de Pérez (1996), en donde se obtuvo híbridos en la cruce ostra *Crassostrea rhizophorae* x ostra *Crassostrea virginica*, obteniendo híbridos de excelente sabor, pero de tamaño más pequeño que la ostra del mangle

Por lo tanto, el presente trabajo tiene la finalidad de recopilar la información existente de las especies híbridas empleadas en acuicultura, debido a que en las últimas décadas el empleo de la hibridación en el sector acuícola se está aplicando con mayor frecuencia por todas las ventajas descritas anteriormente.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivos General

Describir la importación del empleo de los organismos híbridos en la acuicultura.

2.2 Objetivos Específicos

- Describir los diferentes tipos de hibridación en los organismos.
- Describir los beneficios de los organismos híbridos en acuicultura.
- Describir las desventajas de los organismos híbridos en acuicultura.

III. RECOPIACION SINTETIZADA

3.1 Concepto de hibridación

Un híbrido de acuerdo a lo dicho por Bartley *et al.*, (2001) es el organismo procedente o descendiente del cruce de dos organismos de razas, especies o subespecie distintas. Cabe mencionar que Lem y Shehadeh (1997), también define la hibridación como el apareamiento de los organismos genéticamente diferenciada de individuos o grupos y pueden implicar la cruce de organismos dentro de una especie (también conocido como el cruce de líneas) o cruzar individuos entre especies distintas.

Esta técnica es utilizado en el sector acuícola con la perspectiva de obtener una producción de organismos acuáticos con los rasgos deseados o para el mejoramiento genético y su éxito de cultivo, es por lo general atribuido al incremento de la heterocigosidad (Frankel, 1983). Comúnmente, la meta deseada es la de producir una descendencia con un mejor desempeño a las dos especies parentales, ya que la hibridación también puede utilizarse para transferir otras características deseables de un grupo o especie a otra, para combinar rasgos valiosos de dos especies en un solo grupo o para producir individuos estériles (Hedgecock, 1987). Entonces entra la posibilidad de mejorar los peces cultivados, en el cual esto ha sido considerado por algunos acuicultores como la solución para los problemas de bajo rendimiento en la acuicultura, es por eso que la aplicación de la técnica de hibridación tiene como propósito obtener mejores organismos y por lo consiguiente ofrecer un mejor producto al mercado. Es por ello que la importancia del proceso de hibridación nos brinda una mejor tolerancia a enfermedades como parásitos, hongos y bacterias, fácil manejo de la especie, obtención de organismos físicamente más atractivos, además con un buen sabor de la carne para fines comerciales, una alta tasa de crecimiento y una mejor adaptabilidad al medio en el que se encuentre expuesto (Pérez y Beaumont, 1990).

3.2 Tipos de hibridación

La hibridación según la FAO/PNUMA (1984) puede ser dividida en dos categorías la intraespecífica y la interespecífica las cuales se describen a continuación:

La hibridación intraespecífica: es cuando ocurre el cruce entre cepas, razas y poblaciones geográficas dentro de misma especie (FAO/NUMA, 1984), la cual tiene la ventaja que se puede producir una amplia variedad de combinaciones genéticas nuevas, este método genético puede ser utilizado para obtener híbridos machos. Un ejemplo de organismos intraespecífica sería los híbridos de tilapia, que en la mayoría de los casos, tienden a presentar lo que se denomina como vigor híbrido, este se refiere a las características que presenta la progenie híbrida, es decir, a una tasa de crecimiento más elevada y más eficiente en conversión alimenticia. Además de que en muchos casos tienden a ser más resistentes a diversos parámetros ambientales extremos que los progenitores de especies puras, cabe aquí destacar la importancia que ha adquirido la producción de un híbrido de tilapia cuya coloración externa es roja y este híbrido es producto de una selección genética a partir de hembras de tilapia roja (Bakos, 1979, Wohlfarth, 1972; Moav y Yant *et al.*, 1976).

Existen reportes de hibridación intraespecífica en moluscos, en el cual utilizaron poblaciones aisladas geográficamente en *Crassostrea virginica* y en *Ostrea chilensis*, en donde se obtuvo un incremento en la tasa de crecimiento y una mayor sobrevivencia en la progenie producto de hibridación (Mallet, 1982; Mallet y Haley, 1983; Toro y Aguila, 1995).

La hibridación interespecífica: es el cruce entre especies, es decir, la hibridación es utilizada en la búsqueda de los efectos heteróticos (rápido crecimiento, tasa reproductiva alta, forma del cuerpo, calidad de la carne, etc.), así como las combinaciones favorables de genotipos que controlan rasgos y rendimientos que no varían ampliamente dentro de una especie. Es decir, que presenten nuevos tipos de conducta social y de alimentación, mejor adaptación a extremos ambientales en sistemas naturales o controlados, y mejor adaptación a nuevos

sistemas de cría. Además, la hibridación interespecífica también puede ser utilizada para producir grupos de progenie monosexual, que también muestren rendimientos deseables de producción (FAO/PNUMA, 1984). Por ejemplo, se ha obtenido un triploide estéril híbrido de carpa de cabeza grande (*Hypophthalmichthys nobilis*) x carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), este híbrido estéril puede ser introducido en diferentes ecosistemas para la lucha de malas hierbas, sin peligro de sobrepoblación o cruzamientos con poblaciones silvestres (Marian y Krasznai, 1978). El trabajo realizado Fanjun *et al.*, (1989), realizó dos cruces, el primero fue de *Oreochromis hornerum* (♂) x *Oreochromis mossambicus* (♀), y el segundo cruce fue *Oreochromis Niloticus* (♂) x *Oreochromis hornerum* (♀), y obtuvo como resultado que solo producen únicamente descendencia masculina.

Por otra parte, trabajos realizados en moluscos se tiene el de Menzel (1962), que indica que al cruzar *Mercenaria* x *Mercenaria campechiensis*, obtuvieron descendientes con una mayor tasa de crecimiento y una mejor tolerancia a un amplio rango de variables ambientales.

La hibridación interespecífica no es rara en la naturaleza (Hickling, 1968). Sin embargo, hasta la fecha la mayor parte de los intentos del hombre para obtener hibridación interespecífica en los peces, se ha hecho con los salmónidos sujetos a explotación (Chevassus, 1979), ciprínidos (Bakos, Krasznai y Marian, 1978) y centrárquidos (Childers, 1971). Entonces se han producido para los programas de acuicultura aumentar la tasa de crecimiento, la transferencia de rasgos deseables entre las especies, combinación de rasgos deseables de dos especies en un solo grupo de peces, reducir la reproducción no deseada a través de la producción de peces estériles o crías de monosexo, la facilidad de captura, la tolerancia ambiental, y aumentar la resistencia general de las condiciones de cultivo. En este sentido, los híbridos representan una proporción importante de la producción de algunos países para ciertos Cíclidae, Percidae, Salmónidos, Crustáceo y Molusco.

En la práctica, se ha visto que es muy difícil obtener progenie viable en hibridaciones entre diferentes especies, es decir que el método más factible para la utilización de híbridos es por medio de la hibridación intraespecífica (Manzi *et al.*, 1991). Aunque, si lo vemos desde otro punto de vista los dos tipos de hibridación tienen diferentes fines en el cual cada uno tiene diferentes tipos de propósitos en la acuicultura. Es decir, el método de hibridación intraespecífica tiene el propósito de obtener organismos fértiles que presenten una alta variedad de combinaciones genéticas nuevas, por lo consiguiente favorece a obtener híbridos con mayor rendimiento en la acuicultura (Bakos, 1979), Por lo contrario la interespecífica tiene como fin el producir organismos monosexuales o estéril, para programas de acuicultura, pero además se presenten combinaciones favorables de genotipos que controlan rasgos fisiológicos (Marian y Krasznai, 1978).

De acuerdo a lo anterior, los dos tipos de hibridación tienen fundamentos y estudios en los cuales resaltan que la hibridación cuenta con la mayor aceptabilidad en la acuicultura para fines distintos, esto favorece al rendimiento de los organismos híbridos, en el cual presentan mayores características idóneas para la acuicultura.

3.3 Beneficios de los híbridos en la acuicultura

La hibridación es una de las maneras más eficaces de selección con el fin de mejorar la producción de peces, pero antes del proceso de hibridación es necesario seleccionar a los mejores reproductores (mayor tamaño, peso, color deseado, etc.), es decir, los reproductores seleccionados necesitan que transmitan a su descendencia la superioridad que poseen y por lo consiguiente la generación será más productiva en la acuicultura (Tave, 1996). La aplicación de este método en el cultivo de peces, así como en otros sectores de la cría de animales, está estrechamente relacionada con un aspecto importante, se trata del efecto de la heterosis, en el cual hay una combinación favorable de algunas de las características valiosas que se traduce a un crecimiento más rápido (lo que permitirá aumentar los rendimientos), y reducirá el costo de su alimentación, así también, tendrán un color corporal más apreciado, que aumentará su valor comercial formas parentales de híbridos de la primera generación (FAO, 1971). Los híbridos ofrecen un potencial de cultivo excelente en la mayoría de las áreas del sector acuícola, se pueden alcanzar fácilmente grandes producciones masivas, lo que supone una provisión económica de proteína animal para los consumidores y beneficios económicos para el piscicultor (FAO, 1974).

Las preferencias para los híbridos se basan en las características inherentes de la heterosis, que se manifiestan como la tasa de crecimiento intensivo, mayor viabilidad, flexibilidad de adaptación, y la maduración sexual temprana en algunas ocasiones, para ello se realizan apareamientos de genéticas diferentes, el cual es obtenido mediante estudios que no tengan similitud entre ellas, entre más diferentes sean entre los parentales mayor será el vigor híbrido, es por ello que la heterosis es medida como la diferencia entre el desempeño de la progenie con respecto al de sus progenitores (Falconer *et al.*, 1996), ya que la hibridación es una técnica utilizada para el mejoramiento genético (Frankel, 1983; Mitton y Grant, 1984).

Por otra parte, se han realizado trabajos donde se comprueba el éxito de la hibridación en la acuicultura en peces, como es el caso realizado por Calixto (2011) en el cual el híbrido Pargo-UNAM es factible con rasgos de interés comercial, este híbrido fue el resultado del cruzamiento de tres grupos básicos de tilapia: *Oreochromis niloticus* (25%), *Oreochromis mossambicus* (50%) y *Rocky Mountain* (25%), como resultado de crear esta nueva línea de tilapia fue que obtuvo un rápido crecimiento, resistente a condiciones adversas al medio ambiente, con aceptable rendimiento y calidad de su carne, tolerancia a la salinidad así como una coloración roja en amplias áreas de su cuerpo, es por ello que este híbrido, representa una alternativa en el cultivo de tilapias rojas. La hibridación también nos sirve para controlar la reproducción, el trabajo de Hickling (1968), consiguió producir en Malaya sólo machos híbridos cruzando *Oreochromis mossambica* ♂ (origen Zanzíbar) x *Oreochromis mossambica* ♀ (origen Java). Además este mismo autor informó que los machos híbridos obtenidos de la cruce son fértiles y que pueden volver a cruzarse con hembras dando crías con una razón de 50:50 machos a hembras, por lo que se debe tener un cuidado extremo al criar tilapia híbrida contra la introducción accidental de hembras en los estanques. Los trabajos de hibridación de tilapia hechos por Chervinski (1967), en Israel, lograron producir un 82,6 % de machos cruzando *Oreochromis nilotica* ♂ x *Oreochromis aurea* ♀. El cruce inverso dio un 63,5 % de machos. También otras de las cruces es el de *Oreochromis aurea* ♂ x *Oreochromis nilotica* ♀, se obtiene un 73,2 % de machos; mientras que la cruce de *Oreochromis niloticus* ♂ x *Oreochromis aureus* ♀, dio como resultado que la descendencia son todos machos fértiles, con mayor rango de tolerancia al frío y a salinidad alta (Lahav y lahav, 1990; Rosenstein y Hulata, 1993; Wohlfarth, 1994);

Por otra parte, la aparición de la tilapia roja de gran aceptación y preferencia por el consumidor, tuvo lugar en Taiwán, al hacer el cruce de albino de *Oreochromis mossambicus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀, generando una descendencia con un 30% de color rojo y 70 % normal (Wohlfarth *et al.*, 1990). A partir de este trabajo otros investigadores han venido realizando selección definiendo el carácter hacia el color rojo (Garduno-Lugo *et al.*, 2004). El trabajo de Head *et al.*, (1994)

comprobó que al cruzar *Oreochromis urolepis hornorum* ♂ x *Oreochromis mossambicus* ♀, originando un híbrido de tilapia roja, la cual tiene como característica una mayor tolerancia a rangos de salinidad. Otros resultados similares fueron los reportados por Lim *et al.*, (1993) quien también obtuvo un híbrido de tilapia de color rojo con algunas otras variantes de color que soportan algunos rangos de salinidad y presentan una tasa mayor de crecimiento, esto se logró gracias al cruce *Oreochromis mossambicus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀.

Por otra parte, de acuerdo a la FAO (1974) indica que un acuicultor obtiene mayores beneficios monetarios cuando se utilizan especies híbridas, un ejemplo serían los de la familia Cichlidae, cuando se cultivan intensamente con alimento balanceado y fertilizantes, alcanzan las tallas comerciales en un menor tiempo de cultivo.

No solo se han hechos trabajos con la familia Cichlidae si no también con la familia Percidae, y un ejemplo de ello es la lubina híbrida conocida como lobina rayada uno de los casos más exitosos que permitió la producción masiva de este pez en la acuicultura y que además es fértil. Este híbrido se obtiene al cruzar *Morone chrysops* ♀ (un pez de agua dulce) x *Morone saxatilis* ♂ (organismo marino que migra a ríos y lagos en época de desove), la cual presenta un rápido crecimiento y soporta un amplio intervalo de temperatura y oxígeno disuelto en el agua, que la hacen más competente para el cultivo y que le ha permitido ocupar una posición valiosa en cuanto la producción acuícola en el mercado actual de los Estados Unidos, la cual representa el 1.4% de la producción de acuerdo a lo reportado por la FAO (Smith, 1988; Hodson, 1989; Webster, 2002).

En los Estados Unidos una de las hibridación más exitosa en peces es el del bagre híbrido, producto de la cruce *Ictalurus punctatus* ♀ x *Ictalurus furcatus* ♂, obteniendo en la progenie mayores rendimientos que los obtenidos en cultivos tradicionales de las especies puras por separado. En el bagre híbrido, el porcentaje de carne, sin cabeza y sin vísceras, es más alto que en el bagre de canal y bagre azul. Esto permitió a los acuicultores incrementar sus producciones

en las diferentes escalas de producción (Argue *et al.*, 2003). En Tailandia, el bagre híbrido africano Thai obtenido de la crucea *Clarias gariepinus* ♂ x *Clarias macrocephalus* ♀, se ha usado ampliamente, ya que combina aspectos muy deseables de su carne con una excelente tasa de crecimiento, además que presenta un aspecto atractivo, es por eso que es aceptado comercialmente en el mercado (Suresh, 1991).

En Venezuela también han empleado la técnica de hibridación como el trabajo realizado de López y Anzoátegui (2012), en el cual evaluaron el crecimiento en peso del híbrido Cachamoto (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus*) cultivados en tanques de recirculación, entonces los resultados obtenidos fueron con un peso promedio final de 651.3±14.4 gr. en 210 días, Es decir, que el crecimiento de la especie responde favorablemente al cultivo en sistemas de recirculación de agua y además cuenta con una alta tasa de crecimiento. Además se vio que si se proporciona una adecuada alimentación balanceada, mejora el rendimiento y la apariencia de la carne, obteniendo como resultado una buena presentación del espécimen para la venta.

También se sabe de algunos trabajos exitosos de híbridos que no se encuentran en los informes del gobierno la FAO. Este es el caso de beluga (*Huso huso*) y esturión (*Acipenser, ruthenus*), dos especies que no se cruzan en la naturaleza debido a las diferencias ecológicas marcadas y que producen descendencia fértil y la cual serviría para producirla con fines acuícolas (Nikoljukin, 1971). Los híbridos se pueden utilizar para explotar los entornos acuáticos degradados, como es el caso de Splake híbrido de dos especies de peces resultante del cruzamiento de una trucha de lago ♂ (*Salvelinus namaycush*) x trucha de arroyo ♀ (*Salvelinus fontinalis*), que fue creada debido a que los lagos donde habita se ve afectada por la lluvia ácida y no es adecuada para el habita de los salmónidos nativos, entonces la ventaja de este híbrido es que puede tolerar niveles bajos de pH. El híbrido splake no fue creado para fines comerciales, si no se utilizan como un pez de caza en la pesca deportiva ya que presentan grandes tallas en muchos lagos

en los EE.UU., debido a que normalmente no se reproducen y por lo consiguiente no presentan depredador (Snucins, 1993).

El empleo de híbridos en la acuicultura constituye una parte importante de la producción comercial en peces, pero no solo en peces se emplea la técnica de hibridación sino también en Crustáceos. De esta manera, el primer registro exitoso de hibridación con crustáceos se tiene en camarones con el género de Peneidos, realizado por Lawrence *et al.*, (1984), en donde se cruzó el camarón azul del océano Pacífico (*Litopenaeus stylirostris*) y camarón blanco del océano Atlántico (*L. setiferus*), en donde se obtuvo progenie viva, en el cual la descendencia es totalmente fértil. Posteriormente surgió el trabajo de Lin *et al.* (1988), el cual realizaron cruza recíprocas del camarón tigre gigante *P. monodon* y con el camarón *P. penicillatus*, en donde se obtuvo híbridos que alcanzaron mayores tasas de crecimiento. Por su parte Ting *et al.*, (1991), en un ambicioso estudio donde emplearon cuatro especies distintas de camarones peneidos para intentar su hibridación, realizaron las siguientes cruza: *Fenneropenaeus penicillatus* x *F. chinensis*, *P. monodon* x *F. chinensis* y *F. penicillatus* x *F. indicus*. Las tres cruza fueron exitosas, produciendo camarones híbridos que además fueron cultivados durante 10 a 12 días hasta alcanzar el estadio de postlarva; además de que los camarones híbridos compartían características morfológicas a sus progenitores.

3.4 Desventajas de los híbridos

La hibridación también puede causar daños al medio acuático o al medio silvestre, es por ello que la hibridación no siempre ha dado resultados positivos. En las Filipinas, se emplearon ocho cepas de *Oreochromis niloticus*, y se comprobó que el nivel de heterosis para crecimiento y supervivencia fue bastante bajo en todas las cruas posibles, lo que indica que un programa de hibridación no siempre es una buena solución para mejorar la producción (Pullin *et al.* 1991). Otro ejemplo pero en moluscos son las ostras en donde Perez (1996), logro obtener híbridos entre la ostra del mangle *Crassostrea rhizophorae* (tamaño pequeño y buen sabor) x ostra americana *C. virginica* (tamaño grande pero insípida), de excelente sabor, pero de tamaño más pequeño que la ostra del mangle. Este experimento no se continuó debido a que algunos ejemplares se encontraron con un desarrollo gonádico y producción de gametos, lo que constituía un peligro para las poblaciones naturales de la ostra del mangle (*Crassostrea rhizophorae*). Si estos híbridos alcanzan el medio ambiente natural podrían intercambiar genes con esta especie paterna y acarrear consecuencias difíciles de predecir.

En estudios realizados en crustáceos como lo realizado por de Misamore y Browdy (1997), consideraron que el camarón *Litopenaeus vannamei*, nativo del océano Pacífico pero introducido como especie exótica para su cultivo en litorales del Golfo de México; donde ya se habían detectado organismos libres en el mar, podría representar un riesgo de alteración biológica de los ecosistemas locales. Por ello, evaluaron la factibilidad de hibridación de *Litopenaeus vannamei* con la especie nativa *Litopenaeus setiferus*, especie con la que *Litopenaeus vannamei* podría estar interactuado reproductivamente por tratarse también de un camarón blanco y tener grandes afinidades morfológicas entre sí. Entonces Los autores ensayaron la hibridación de estas especies a través del apareamiento natural y el cual se concluyó que la posibilidad de entrecruzamiento espontáneo entre los individuos de la especie introducida *Litopenaeus vannamei* y los de la especie nativa *Litopenaeus setiferus*, era baja.

Por otra parte, es de vital importancia cuando se trabaja con especies híbridas en acuicultura, conocer de las especies cultivadas las estrategias reproductivas, competencia con otras especies de la zona, posibilidades de hibridación, las posibles rutas migratorias (si las presentan), los posibles métodos de erradicación; antes de uso de estas especies a cultivar. Todo esto será de gran ayuda para evaluar la introducción de especies híbrida a un sistema de cultivo o ecosistema. Con la finalidad de conocer los posibles impactos ecológicos y genéticos (Pérez, 1996).

De acuerdo, Hallerman (1997) sugiere evaluación de los posibles riesgos ecológicos antes de la introducción de híbridos que son organismos genéticamente modificados (OMG), debido a que los riesgos ecológicos incluyen la posibilidad de una alta depredación o la colonización, y posiblemente la alteración de población o comunidad dinámica debido a las actividades de los híbridos, además la reproducción de estos organismos también prolongaría cualquier efectos ecológicos. Es decir que se puede llegar a dar el caso, que si hay alguna interacción entre organismos híbridos con las poblaciones naturales del ecosistema, puede haber una reducción de la diversidad genética o hasta desplazar a los organismos nativos (FAO, 1993).

IV. CONCLUSIÓN

La hibridación es una técnica en donde puedes llegar a cruzar especies de la misma o de distintas áreas geográficas o hasta especies que no son de la misma población. Por lo cual existen dos tipos de hibridación la intraespecifica e interespecifica, la utilización de estas técnicas de hibridación, va dependiendo que tipo de enfoque se vaya a utilizar, debido a que la intraespecífica genera organismos híbridos con una mejor resistencia a enfermedades y aún más con organismos fértiles. Por lo contrario, la interespecífica esta técnica rara vez se obtienen híbridos que muestren crecimiento heterótico, es más son organismos con el fin de obtener organismos monosexuales; además de acuerdo pueden ser introducidos al medio para revertir alguna problemática, siempre y cuando no se afecta a los organismos nativos ya que los híbridos pueden ser consideradas especies exóticas a la hora de introducir a un ecosistema acuático.

Se debe destacar, que la hibridación no siempre conduce al mejoramiento de las cualidades en la descendencia. Los resultados de las cruzas pueden ser muy variables y están condicionadas por numerosos factores, que dependen principalmente de la biología de las líneas parentales, magnitudes y la estructura genética de las poblaciones de los grupos iniciales. El éxito de los cruces se determinará en gran medida por el conocimiento de las especies a hibridar. Es por ello que un mal manejo de los híbridos en acuicultura puede llegar a tener un gran impacto en los ecosistemas, debido a que pueden acabar con la flora y fauna.

Así mismo, se concluye que las posibilidades de producir híbridos completamente fértiles, es cuando las especies cruzadas tienen igual número de cromosomas para obtener organismos eficaces para la acuicultura. Por lo tanto la técnica de la hibridación en el sector acuícola ha permitido grandes beneficios tanto en peces, crustáceos y moluscos, ya que nos brinda una alta producción masiva a nivel comercial, pero por lo consiguiente efectuar más estudios sería beneficioso para el mejoramiento de la técnica de hibridación para el sector acuícola.

V. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a toda la revisión bibliográfica recabada, se propone que la forma más adecuada para obtener progenie fértil, además de características idóneas que busca el piscicultor para un buen rendimiento en el cultivo sería por la hibridación intraespecífica. Por lo contrario se sugiere que si el piscicultor necesita controlar la reproducción de un cultivo, es necesario el cruce de híbridos por interespecífica, en el cual la progenie será monosexo, este tipo de cruce que obtienen organismos estériles, que pueden ser organismos para pesca deportiva, además que pueden combatir algún problema ecológico y sin afectar a las especies nativas.

En las posibles recomendación se sugiere que antes de cruzar una especie, se deben hacerse algunos estudios de citogenética, debido a que deben de contar con la misma cantidad de cromosomas con el fin de saber si producen descendencia fértil, además que los organismos progenitores que servirán para el cruce, deben ser organismos realmente sanos y con buenas características morfológicas, para que a la progenie se le transmita las mejores características posibles para obtener un mejor organismo que los progenitores.

En el caso de obtener en la hibridación progenie fértil en cautiverio, lo recomendable es que no opten por liberarlos a un ecosistema, debido a que estos híbridos podrían ser capaces de desplazar a las especies nativas y podría ocasionar un daño ecológico. En otro sentido algunos de estos híbridos podrían ser capaces de reproducirse con las poblaciones nativas y obtener organismos con características indeseables por ejemplo mal deformidad, que no soporten parámetros ambientales, organismos estériles o bien organismos con mejores características adaptativas que pueden generar daño ecológico.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Argue, B. J., Liu, Z. y Dunham, R. A. 2003. Dress-out and fillet yields of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, blue catfish, *Ictalurus furcatus*, and their F1, F2 and backcross hybrids. *Aquaculture* 228: 81-90.
- Bakos, J., Krasznai, Z. y Marian, T. 1978. Crossbreeding experiments with carp, tench and Asian phytophagous cyprinids. *Aquacult.Hung.*, Szarvas, 1:51–7.
- Bakos, J. 1979. Crossbreeding Hungarian races of common carp to develop more productive hybrids. In *Advances in aquaculture*, ed. T.V.R. Pillay y W.A. Dill. Farnham, Surrey, Fishing News Books Ltd., pp. 633–5.
- Bartley, D. M., Rana, K. y Immink, A. J. 2001. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 325–337.
- Batista, J. y Giannecchini, L. G. 2010. Producción de híbridos en la piscicultura. Brasil. <http://www.aquahoy.com>
- Bray, W., Lawrence, A., Lester, L. y Smith, L. 1990. Hybridization on *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) and *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda). *J. Crust. Biol.* 10: 278-283.
- Campbell, N. A. y Reece, J. A. B. 2005. *Biology*, 7th ed. / AP edition, San Francisco. California. USA. 1231
- Calixto, N. 2011. *Pargo-UNAM: Una alternativa en el mundo de la acuicultura tropical*. México: IICA. 57p.

- Chervinski, J. 1967. *Tilapia nilotica* (Linné) from Lake Rudolf, Kenya, and its hybrid resulting from a cross with *T. aurea* (Steindachner). *Bamidgeh*, 19(4):81–96.
- Chevassus, B. 1979. Hybridization in salmonids: results and perspectives. *Aquaculture*, 17:113–28.
- Childers, W. F. 1971. Hybridization of fishes in North America (Family Centrarchidae). Rep. FAO/UNDP (TA), (2926):133–42.
- Dunham, R. A., Majumdar, K., Hallerman, E., Bartley, D., Mair, G., Hulata, G., Liu, Z., Pongthana, N., Bakos, J., Penman, D., Gupta, M., Rothlisberg, P. y Hoerstgen-Schwark, G. 2000. Review of the status of aquaculture genetics. *Aquaculture in the third millennium. Technical proceedings of the conference on aquaculture in the third millennium, Bangkok, Thailand.* 120:137-166.
- Falconer, D. S. y Mackay, T. F. C. 1996. *Introduction to quantitative genetics.* 4th Edition, Prentice Hall, Longman Group Limited.
- FAO. 1971 Seminar/Study Tour in the U.S.S.R. on Genetic Selection and Hybridization of Cultivated Fishes. 19 April – 29 May 1968. Lectures. Rep.FAO/UNDP (TA), (2926): 360 p.
- FAO, Inf. Pesca. 1974. SE/22. El cultivo intensivo del híbrido macho de tilapia hornorum (macho) t. nilotica (hembra) en el nordeste de Brasil. *Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina Volumen 1- documentos de investigación.* Montevideo, Uruguay, 26 de noviembre a 2 de diciembre. (159) Vol.1:374 p.

- FAO. 1993. Report of the Expert Consultation and Conservation of Aquatic Genetic Resources. Grottaferrata, Italy, 9-13 November, 1992. FAO Fisheries-Report. Nº 491. Rome, FAO. 58 p.
- FAO/PNUMA. 1984. Conservación de los recursos genéticos de los peces: Problemas y recomendaciones. Informe de la Consulta de Expertos sobre los recursos genéticos de los peces. FAO. Doc. Tc. Hibridación y Heterosis, pp. 217.
- Frankel, R. 1983. Heterosis: Reappraisal of Theory and Practice. Springer Verlag. Berlin.
- Fanjun, L. C. y Toro, M. A. 1989. Mejora genética de peces y moluscos. Agrogúías mundi-prensa. Madrid España.
- Gardner, J. P. A. 1995. Developmental stability is not disrupted by extensive hybridization and introgression among populations of the marine bivalve mollusks *Mytilus edulis* (L.) and *Mytilus Galloprovincialis* from southwest England. Biol. J. Linn. Soc., 54:71-86.
- Garduno-Lugo, M., Muñoz-Cordova, G. y Olvera-Novoa, M. 2004. Mass selection for red colour in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) Aquaculture Research 35: 340-344.
- Hallerman, E. M. 1997. Bioethics and biotechnology. *naga, the ICLARM quarterly*, 20 (1): 13-17.
- Hedgecock, D. 1987. Interspecific hybridization of economically important crustaceans. Proc. World. Symp. Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture 2:61-69.

- Hickling, C. F. 1968. Fish hybridization. FAO Fish. Rep., (44) vol.4:1–11.
- Hodson, R. G. 1989. Hybrid Striped Bass. Biology and Life History. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 300.
- Kossowski, C. 1998. Observaciones sobre las hibridaciones y crecimiento de *Pseudoplatystoma fasciatum* x *Pirirampus pirinampu* y de *Calophysus macropterus* x *Pirirampus pirinampu* (Pisces: Pimelodidae) en Venezuela. *Anais Acuicultura (Recife, Brasil)* 2: 621-628.
- Lahav, M. y Lahav, E. 1990. The development of all-male tilapia hybrids in Nir David. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh* 42:58-61.
- Lawrence, A., Bray, W. y Lester, A. 1984. Successful interspecific cross of two species of marine shrimp, *Penaeus stylirostris* x *P. setiferus*. 15th Ann. Meet. World Maricult. Soc. (Vancouver, Canada). pp. 18-22.
- Lem, A. y Shehadeh, Z. H. (1997). International trade in aquaculture products. FAO Aquaculture Newsletter.
- López, C. y Toro, M. 1990. Mejora genética de peces y moluscos. Mundi-Prensa. Madrid, España. 110 pp.
- López, P. y Anzoátegui, D. 2012. Crecimiento del híbrido Cachamoto (*Colossoma Macropomum* x *Piaractus Brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. Instituto Regional de Tecnología y Desarrollo Agropecuario Bolívar. Centro Piscícola del Orinoco. *Zootecnia Trop.*, 30(4): 335-342.

- Mallet, A. L. 1982. Quantitative genetics of the Atlantic Canadian oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). Dalhousie University, Halifax, Canadá. (Tesis de Doctorado).
- Mallet, A. L. y Haley, L. E. 1983. Growth rate and survival in pure population matings and crosses of the oyster *Crassostrea virginica*. *Can. J. Fish. Aquat.Sci.*, (40): 948–954.
- Manzi, J. J., Hadley, N. H. y Dillon, R. T. 1991. Hard clam, *Mercenaria*, broodstocks: growth of selected hatchery stocks and their reciprocal crosses. *Aquaculture*, (94): 17–26.
- Marian, T. y Krasznai, Z. 1978. Karyological investigations on *Ctenopharyngodon idella* and *Hypophthalmichthys nobilis* and their cross-breeding. *Aquacult.Hunq.*, Szarvas, 1:44–50.
- Menzel, W. 1962. Seasonal growth of the northern and southern quahogs and their hybrids in Florida. *Proc. National Shellfish Association*, (53): 111–118.
- Misamore, M. y Browdy, C. L. 1997. Evaluating for hybridization potential between *Penaeus vannamei* and *Penaeus setiferus*. Through natural mating, artificial insemination and in vitro fertilization. *Aquaculture* 150: 1-10.
- Mitton, J. B. y Grant, M. C. 1984. Associations among protein heterozygosity, growth rate and developmental homeostasis. *Annu. Rev. Syst. Ecol.*, (15): 479–499.
- Moav, R., Soller, M. y Hulata, G. 1976. Genetic aspects of the transition from traditional to modern fish farming. *Theor.Appl.Genet.*, 47:285–90.

- Nikoljukin, N. I. 1971. Fundamentals of hybridization in fish culture. All-Union Research Institute of Marine. Fisheries and Oceanography. Moscow, U.S.S.R.
- Pérez, J. y Beaumont, A. 1990. Mejoramiento genético en acuicultura. Red. Reg. Acuicult.4: 3-13.
- Pérez. 1996. La acuicultura y la conservación de la biodiversidad interciencia 21(3): 154-157. <http://www.interciencia.org>
- Pérez, V. M. y Félix, M. G. 2010. Hibridación de camarones peneidos en acuicultura. Avances en Nutrición Acuícola X - Memorias del Décimo Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, pp. 713-726.
- Pruginin, Y. 1975. All-male broods of *Tilapia nilotica* x *Tilapia aurea* hybrids. *Aquaculture*, 6(1):11–21.
- Pullin, R. S. V., Eknath, A. F., Gjedrem, T., Tayamen, M. M. y Abella T. A. 1991. The genetic improvement of farmed tilapia (GIFT) project: The story so far. *Naga*, 14: 3-6.
- Rosenstein, S. y Hulata, G. 1993. Sex reversal in the genus *Oreochromis*: optimization of feminization protocol. *Aquaculture Fish. Management* 25: 329-339.
- Smith, T. I. J. 1988. Aquaculture of striped bass and its hybrids in North America. *Aquaculture Magazine*. 14: 40-49.

- Snucins, E. J. 1993. Relative survival of hatchery-reared lake trout, brook trout and F1 splake stocked in low-pH lakes. - N. Am. J. Fish. Manage. 12: 460-464.
- Suresh, A. V. 1991. Culture of walking catfish in Thailand. J. Aquacult.-Trop. 2: 10-12.
- Tave, D. 1996. Programas de cría selectiva para piscifactorías de tamaño medio. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 352. Roma, FAO. 1996. 127p.
- Ting, Y. Y., Lin, M. N., Tzenz, B. Sh. y Li, Ch. D. 1991. Hybridization in four closed thelycum *Penaeus* spp. and morphology of juvenile offsprings. Nippon Suisan Gakkaishi 57(7): 1285-1292.
- Toro, J. E. y Aguila, P. R. 1995. Cruzamientos factoriales con cinco poblaciones de ostra chilena (*Ostrea chilensis* Philippi 1845) aisladas geográficamente. Archivos de Medicina Veterinaria, (27): 69–80.
- Uno, Y. y Fujita, M. 1972. Studies on the experimental hybridization of freshwater shrimp *Macrobrachium nipponense* and *M. Formosense*. Abstr. 2nd Internat. Ocean Develop. Conf. Tokyo, Japan.
- Webster, D. C. 2002. Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. Hybrid Striped Bass. Aquaculture Research Center. Kentucky State University. 448p.
- Wohlfarth, G. W. 1972. The regression of weight gain on initial weight in carp. Methods and results. Aquaculture, 1(1):7–28.

- Wohlfarth, G. W., Rothbard, S., Hulata, G. y Szweigman, D. 1990. Inheritance of Red Body Coloration in Taiwanese Tilapias and in *Oreochromis mossambicus* Aquaculture, 84: 219-234.
- Wohlfarth, G. W. 1994. The unexploited potential of tilapia hybrids in aquaculture. Aquaculture fish. Management 25: 781-788.
- Yant, D. R., Smitherman, R. O. y Green, O. L. 1976. Production of hybrid (Blue x Channel) catfish and channel catfish in ponds. Proc. Southeast. Assoc. Game Fish Comm., 29:82-5.