

2022

ACUACULTURA EN ZONAS ÁRIDAS



COORDINACIÓN DE SEGUIMIENTO Y APOYO TÉCNICO
COMISIÓN NACIONAL DE LAS
ZONAS ÁRIDAS

3-11-2022

CONTENIDO

0. RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS DE LA CONAZA	4
1.2. LA POBLACIÓN OBJETIVO Y SU PROBLEMÁTICA	5
1.3. ACUACULTURA	6
2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA.....	8
2.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. LA TECNOLOGÍA	9
3.1. SISTEMAS DE CULTIVO.....	9
3.2. SELECCIÓN DE ESPECIES	10
3.3. DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE CUERPOS DE AGUA.....	10
3.4. INSTALACIONES, EQUIPO Y MATERIALES.....	11
3.5. ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO	11
3.5.1. SIEMBRA.....	11
3.5.2. MANEJO.....	13
3.5.3. CONTROL SANITARIO	15
3.5.4. COSECHA	15
3.5.5. POSCOSECHA.....	15
3.5.6. COMERCIALIZACIÓN.....	15
3.5.7. OTRAS ACTIVIDADES	16
3.6. DESARROLLO RESPONSABLE DE LA ACUACULTURA.....	16
3.7. MANEJO INTEGRAL	17
3.8. ORDENAMIENTO.....	17
3.8.1. REGLAS DE OPERACIÓN	17
3.8.2. GOBERNANZA.....	18
4. RESULTADOS.....	19
4.1. OBJETIVO	19
4.2. RESPONSABLES DEL PROYECTO	19

4.3.	PROGRAMA DE TRABAJO	19
4.3.1.	FIRMA DE CONVENIO CONAPESCA-CONAZA	20
4.3.2.	RECORRIDO INFORMATIVO A LAS LOCALIDADES PROPUESTAS... ..	20
4.3.3.	CURSO TALLER DE CAPACITACIÓN A PRODUCTORES Y TÉCNICOS 21	
4.3.4.	RECORRIDO PARA SELECCIÓN DE SITIOS DE SIEMBRA DE CARPA 21	
4.3.5.	SIEMBRA DE PECES	22
4.3.6.	EVALUACIÓN Y CAPTURA DE PECES PARA CONSUMO.....	23
4.4.	COSTOS	24
4.5.	CONCLUSIONES SOBRE LA TECNOLOGÍA.....	25
5.	REFERENCIAS.....	26

0. RESUMEN

Una de las obras más solicitadas a la CONAZA es la construcción de pequeñas obras hidráulicas con fines de consumo humano y actividades productivas. Sin embargo, estas obras pueden usarse para otros fines, como la producción de peces, que contribuye no sólo con la producción de alimentos, sino también con servicios de venta de alimentos, que puede mejorar la condición socioeconómica de las comunidades rurales de las zonas áridas, la misión de la CONAZA.

La acuacultura, o el cultivo de peces en un ambiente controlado, es una actividad que ha sido usada por mucho tiempo por distintas culturas y, su apropiación por comunidades marginadas pueden ser una diferencia entre la condición socioeconómica actual y su futuro.

Este documento analiza las implicaciones de esta actividad, como una alternativa que presenta la CONAZA para atender la misión institucional: promover el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales de las zonas áridas.

Por lo anterior, en febrero de 2020 La Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), firmaron un Convenio Colaboración que posibilitará impulsar la acuacultura de las zonas áridas del país. Como resultado se hicieron unas pruebas, cuyo resultado se presentan en este documento.

1. INTRODUCCIÓN

Para cumplir con su misión, “... promover el desarrollo de las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación, mediante el uso, manejo y conservación del suelo, el agua y la cubierta vegetal, con un enfoque preventivo y productivo, en beneficio de los habitantes del territorio nacional”, la CONAZA contribuye a mejorar las condiciones de las comunidades rurales de las zonas áridas y semiáridas con la construcción de pequeñas obras hidráulicas para el suministro de agua con fines domésticos y actividades productivas. Aunque las actividades productivas que se han promovido con estas obras han sido de carácter agrícola y pecuario, estas obras pueden ser usadas para producción de biomasa animal, con el cultivo de peces.

La CONAZA incluyó en su Programa Institucional (DOF, 28 de septiembre del 2020) la promoción de la acuacultura en su **Estrategia 1.2. Fomentar el uso de Tecnología y Diversificación en los procesos productivos agropecuarios y acuícolas en las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación**, como una respuesta obligada a enfrentar los retos climáticos. Esto se llevó a cabo a través de un Convenio de colaboración con la Comisión Nacional de la Pesca y Acuacultura (CONAPESCA). Al final del documento, se presentan las experiencias obtenidas con este acuerdo.

1.1. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS DE LA CONAZA

Los objetivos prioritarios de la CONAZA son, de acuerdo a su Programa Institucional (CONAZA, 2020):

Objetivo Prioritario 1. Incrementar la capacidad productiva agropecuaria y acuícola de pequeña y mediana escala en las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación, y

Objetivo Prioritario 2. Incrementar las prácticas de producción sostenible en el sector agropecuaria y acuícola frente a los riesgos climáticos en las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación.

Asimismo, se establecieron cuatro estrategias prioritarias:

1. Incrementar la infraestructura hidráulica para detonar las actividades agropecuarias y acuícolas...
2. Fomentar el uso de tecnología y diversificación en los procesos productivos agropecuarios;

- 3, Fortalecer el mercado de productos de zonas áridas y semiáridas con micro, pequeñas y medianas empresas agroindustriales y su comercialización para mejorar las cadenas de valor; y
4. Instrumentar prácticas de uso, conservación y recuperación de agua, suelo y agrobiodiversidad para la sustentabilidad de los recursos naturales

Como se especifica en la primera estrategia, la CONAZA busca incrementar la infraestructura hidráulica para detonar actividades agropecuarias y acuícolas; asimismo, fomentar el uso de tecnología y diversificación de los procesos productivos, en este caso la acuicultura; y fortalecer el mercado de productos y su comercialización, como podría ser el caso de la acuicultura.

1.2. LA POBLACIÓN OBJETIVO Y SU PROBLEMÁTICA

La población objetivo de la CONAZA se dedica a (i) la ganadería extensiva, (ii) el aprovechamiento de la flora y la fauna silvestre y (iii) la agricultura de temporal y sus unidades de producción son de tipo familiar. Este perfil de productor agropecuario es identificado como Estrato 1, unidades de producción familiar de subsistencia sin vinculación al mercado, o Estrato 2, unidades de producción familiar de subsistencia con vinculación al mercado, pero con ingresos anuales menores de \$55,200.00; es decir, la población objetivo está en niveles de pobreza.

Un análisis de las causas raíz de la pobreza de las comunidades rurales del desierto mexicano resalta (i) el aspecto climático, caracterizado por una baja e irregular precipitación, y (ii) el factor humano, caracterizado por el mal manejo de los recursos naturales, y originado por deficiencias en la capacidad de respuesta de la población ante los riesgos climáticos, y bajos niveles organizacionales, que se reflejan en baja capacidad de inversión (CONAZA, 2022 p 16-17).

En el primer caso, el factor climático, en las zonas áridas y semiáridas es un factor de contexto, mientras que el factor humano es una situación que la CONAZA ha manejado con la entrega de productos y servicios. Entre los productos y servicios que la CONAZA entrega a sus beneficiarios para mitigar los efectos de la desertificación y la sequía se encuentra la construcción de pequeñas obras hidráulicas.

Las pequeñas obras hidráulicas que construye la CONAZA para sus beneficiarios pueden ser adecuadas para la siembra de peces, razón por la cual, la CONAZA inició su Proyecto **Acuicultura de Zonas Áridas**, en el cual, estas obras se siembran con peces adaptados a las condiciones locales para complementar la dieta de las comunidades rurales y vender sus excedentes.

1.3. ACUACULTURA

Se denomina acuicultura tanto al estudio como a la técnica de cultivar especies vivas, animales y plantas, ya sea en agua salada o bien dulce. Destacándose que es una actividad económica muy importante ya que puede producir alimentos, materia prima para uso industrial y medicinal, así como especies acuáticas para repoblar áreas con fines ambientales, domésticos u ornamentales.

Las especies acuáticas susceptibles de criar dependen de la disponibilidad y fuente de suministro de agua (agua dulce, salada o agua de mar), las condiciones ambientales (temperatura y contenido de oxígeno, entre otros), y la intensidad, basada en la capacidad de inversión de los productores.

Los sistemas de cultivo son muy diversos, directamente en cuerpos de agua dulce o en el mar, o bajo instalaciones con condiciones controladas. El control bajo instalaciones también puede ser semi-intensivo o intensivo.

La acuicultura ha tomado un papel relevante en el suministro de alimentos, como se puede ver en la Figura 1, donde se puede ver que las capturas de organismos acuáticos provenientes del mar se han estancado, mientras que la producción acuícola se ha incrementado.

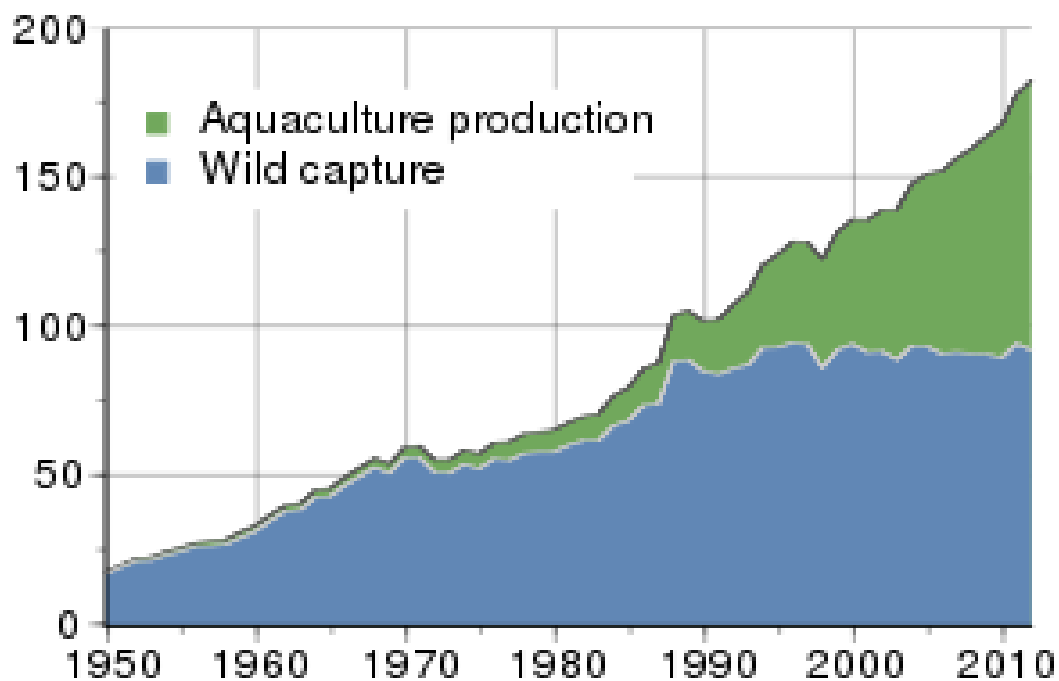


Figura 1. Capturas globales de organismos acuáticos (en millones de toneladas) entre 2025 y 2010, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

En las zonas áridas, la baja e incierta precipitación hace difícil la formación de cuerpos de agua donde se puedan criar especies acuáticas. Asimismo, la capacidad de inversión es mínima, por lo que prácticamente la acuacultura que se está promoviendo es en condiciones naturales. Bajo estas condiciones, la fuente de alimento para las especies criadas es básicamente las hierbas o pastos que pueden crecer en el fondo del cuerpo de agua.

Con estas restricciones son pocas las especies que pueden cultivarse, la más común es la carpa, que puede soportar bajos contenidos de oxígeno y altas temperaturas, además de que es herbívora. La tilapia puede aguantar altas temperaturas, pero requiere cuidados más especiales. En temperaturas más bajas pueden cultivarse salmónidos, como las truchas, tanto locales como exóticas.

Para llevar a cabo este proyecto, se solicitó la participación a la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA), para fomentar el aprovechamiento sustentable del recurso acuícola y, de esta forma, contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que habitan estas zonas.

En febrero de 2020, la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) firmaron un Convenio de Colaboración que impulsa la acuacultura de las zonas áridas del país.

2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

La CONAZA tiene como FIN contribuir al desarrollo de las zonas áridas mediante apoyos a la población objetivo (productores de subsistencia con y sin vinculación al mercado y fuera de distritos y unidades de riego). El PROPÓSITO es que los productores de subsistencia (con y sin vinculación al mercado) de las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación reciban mejores ingresos y estén capacitados para enfrentar los riesgos climáticos de estas zonas.

El proyecto de acuacultura está enfocado a que la población objetivo de la CONAZA esté en mejores condiciones y optimice la infraestructura que la CONAZA entrega y que, en los casos de las pequeñas obras hidráulicas, puedan generar alimento y/o ingresos extra.

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Apoyar a productores rurales de las zonas áridas y semiáridas que cuenten con cuerpos de agua susceptibles para la acuacultura (siembra de crías de peces), que les permita, en principio, familiarizarse con la actividad acuícola y posteriormente hacerla propia, en apoyo a la alimentación familiar y como una fuente de ingresos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son:

- Capacitación en acuacultura para complementar la dieta de las familias de los productores;
- Capacitación para generar ingreso por actividades complementarias a la cría de peces, como turismo o comercio.

3. LA TECNOLOGÍA

La acuicultura, o acuicultura, es una tecnología, o un conjunto de actividades, técnicas y conocimientos, orientado a la crianza de especies acuáticas, vegetales o animales, con la finalidad de producir alimentos, materia prima de uso industrial y farmacéutico, y organismos vivos para repoblación u ornamentación.

El uso de esta tecnología requiere recursos humanos, materiales y financieros, que se aplican en una secuencia de actividades que requieren comprensión y capacitación para los beneficiados. Enseguida se describen las actividades principales.

3.1. SISTEMAS DE CULTIVO

La Acuicultura posee 3 sistemas tecnológicos principales: extensivo, semi-intensivo e intensivo.

Sistema extensivo. Se caracteriza por un bajo costo operacional y el uso de bajas densidades de siembra, menores de 3,000 crias/m³. El tiempo de permanencia es alrededor de 12 meses. La alimentación que utilizan los animales es natural, es decir, la existente en el cuerpo de agua (organismos vivos de origen animal o vegetal, plancton en la columna de agua y bentos en el fondo). Sus rendimientos son bajos y su manejo técnico sencillo. Es un cultivo no controlado es decir que está sujeto a las variaciones climáticas y al tipo de suelo y calidad del agua. También interviene la explotación que se realiza del agua. Se practica en grandes cuerpos de agua. La productividad del sistema es baja, ya que el alimento es más pobre, solo el existente en el agua y oscila como promedio entre 50 y 300 kg/ha/año, con algunas excepciones, especialmente dadas por aportes externos donde se logran 700-900 kg/ha/año. Se utiliza el modo de producción de policultivo (Con varias especies), para aprovechar todo el alimento presente en el agua (columna de agua y el fondo).

Sistema semi-intensivo. Tiene un costo intermedio ya que emplea mayor densidad de siembra, de 3,000 a 6,000 alevines/ha, se complementa con fertilizantes o alimento balanceado, un manejo sistemático con tiempos de cría de 6 a 10 meses, las tallas promedio son de 300 a 500 g. Los rendimientos son mayores de 2 ton/ha/a y se hace en micropresas y estanques de tierra.

Sistema intensivo. Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con especies de alto valor mercantil, y para exportación. Se usan jaulas flotantes y raceways (canales de corriente rápida). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación cuando las condiciones del cultivo lo requieren.

3.2. SELECCIÓN DE ESPECIES

No todos los peces son susceptibles a ser cultivados, el proceso de selección se establece por las características intrínsecas de las especies que las hacen elegibles, como:

- Que soporten altas densidades en cautiverio
- De fácil manejo y resistentes a enfermedades
- Aceptan alimento balanceado
- Fácil disponibilidad de alevines para cubrir la demanda
- Gran aceptación por el consumidor

Para las condiciones de la población objetivo de la CONAZA se recomiendan dos especies de carpas: la carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofuscus*) y la carpa israel (*Cyprinus carpio specularis*). Ambas especies fueron introducidas a nuestro país a mediados del siglo XIX, con el objeto de mejorar la calidad de la dieta proteica y propiciar fuentes de trabajo a núcleos marginados de la población rural.

La morfología de las carpas es de cuerpo robusto y comprimido con escamas grandes y gruesas, dos pares de barbillas. Presentan diversas coloraciones, pasando desde el verde olivos amarillo, gris verdoso, gris oscuro a negro. Ciclo de vida: Los machos maduran entre los 6 – 12 meses y las hembras hasta los 18 m

3.3. DISPONIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE CUERPOS DE AGUA

Generalmente se usan estanques que se alimentan del agua de lluvia y/o de la escorrentía superficial. Normalmente, estas construcciones son pequeñas depresiones en suelos impermeables, con un dique construido en la parte más baja con el fin de retener la mayor cantidad de agua.

Los estanques de cultivo típicamente se les identifica como rústicos, semi rústicos, concreto y geo membrana.

Los estanques rústicos requieren suelos con alto contenido de arcilla y baja permeabilidad. Un sitio puede considerarse apto para estanques de tierra cuando su suelo garantiza:

- Buena retención del agua, como los suelos arcillosos o arcillosos arenosos;
- Buena fertilidad del estanque, como los suelos franco arcillosos o los franco arcillosos limosos.

- Se recomienda que los bordes o paredes tengan una inclinación o talud de 3:1.

Para que la textura del suelo sea adecuada, está debe ser de grano fino y contener partículas de arcilla y de limo que representen más del 50% del peso en seco total. Los mejores suelos para la piscicultura son los arcillosos arenosos, el franco arcilloso limoso o los franco-arcillosos.

Las pequeñas obras hidráulicas que construye la CONAZA son para almacenar agua para consumo humano y actividades productivas. En consecuencia, se pueden tener obras sencillas donde la cortina se hace de tierra compactada o de mampostería. En esta última, la cortina se hace de material rígido, a base de mampostería de piedra y mortero sin varilla, menor de 10 m de altura máxima, o con un almacenamiento menor de 100,000 m³. En ambos casos se almacenan los escurrimientos superficiales provenientes de una corriente intermitente o de un área de drenaje bien definida.

La disponibilidad y tipo de cuerpos de agua va a dictaminar el tipo de sistema acuícola y, en consecuencia, la necesidad de sistemas de conducción y/o desalojo de agua y otras sustancias. Los estanques drenables se colocan a una altura superior a la del nivel en el que se extrae el agua y se pueden vaciar fácilmente por la fuerza de la gravedad.

3.4. INSTALACIONES, EQUIPO Y MATERIALES

En algunos casos, la demanda de servicios puede ser complicada y se debe considerar la posibilidad de recursos materiales como lanchas, redes de pesca, hieleras, refrigeradores, etc., para el seguimiento, cosecha, conservación, traslado, etc.

3.5. ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Enseguida se hace una relación de las principales actividades que se llevan a cabo en la actividad acuícola.

3.5.1. SIEMBRA

Para la siembra se tienen distintas subactividades como:

3.5.1.1. ADQUISICIÓN (COLECTA DE CRÍAS)

En general, las crías y/o alevines se obtienen de los centros de reproducción. En el caso del proyecto actual, se obtuvieron del Centro Acuícola La Rosa (Municipio de General Cepeda, Coahuila).

3.5.1.2. TRANSPORTE DE CRÍAS (ALEVINES)

El transporte se hace en bolsas grandes de hule con capacidad de 2,000 crías. Es altamente recomendable que se haga a una hora con la menor variación de temperatura ambiental; es decir, en la mañana o en la tarde, ya que el calor puede generar mortandad entre las crías.

También se recomienda que las bolsas se transporten en un vehículo cerrado, de preferencia refrigerado, con buen amortiguamiento, como una cama con aserrín mojado, por ejemplo. Además, se recomienda usar lonas para cubrir las bolsas.

3.5.1.3. LIBERACIÓN DE CRÍAS (ALEVINES)

La liberación de las crías, o alevines, también está condicionada a cambios de temperatura; por lo que, se recomienda que las bolsas con las crías se encuentren cerradas y dejarlas unos 20 minutos a que se atemperen las condiciones del agua del estanque con la del agua en la bolsa. Una vez que se atemperan, se abre las bocas de las bolsas y se introduce un poco de agua del cuerpo de agua y se espera cinco minutos hasta igualar la temperatura entre la bolsa y el cuerpo de agua.

Una vez terminado este proceso, se baja la boca de la bolsa a nivel del cuerpo de agua y se dejan salir lentamente los peces, sin presionarlos a salir (Figura 2).



Figura 2. Liberación de crías.

3.5.2. MANEJO

En el manejo son importantes factores como la densidad de siembra, la alimentación, el control de las condiciones ambientales, las actividades de seguimiento, y el control sanitario.

3.5.2.1. DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra (número de organismos (org) por unidad de superficie o de volumen, org/m² u org/m³) es relevante para el proyecto y puede cambiar en función de la disponibilidad de alimento. La densidad de siembra para el encierro de carpa es de 0.5 org/m². Con estos datos se prevé una sobrevivencia del 70%. Una densidad entre 0.1 y 0.3 org/m³ se considera baja.

3.5.2.2. ALIMENTACIÓN

La situación deseable es que los peces sean omnívoros, con predominancia a ser bentófagos (del fondo del cuerpo de agua), y que acepten alimento balanceado. En las condiciones de las obras de la CONAZA el desarrollo de las especies acuáticas depende del alimento natural, la presencia de pastos o malezas acuáticas del lecho (bentófagos).

Reproducción: se reproducen una vez/año en México, el periodo inicia en marzo y en el mes de agosto

3.5.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES

El crecimiento adecuado de los peces, está muy relacionado con las condiciones ambientales. En general, se espera que el lugar sea de clima de templado a frío con altitud entre 1,200 a 2,400 msnm; sin embargo, en las zonas áridas, el clima es árido y la altitud es menor de la ideal.

3.5.2.3.1. TEMPERATURA

Entre las condiciones ambientales, la variable más importante es la temperatura, por lo que es conveniente tomar datos de temperatura del agua en forma manual.

Los peces son poiquilotermos (su temperatura corporal depende del medio en que viven) y presentan adaptaciones a intervalos de temperatura en que manifiestan mayor actividad fisiológica para especies tropicales es entre (26°C a 28°C).

El control por parte del productor de la temperatura del agua se hace en las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde, es una actividad

rutinaria que debe realizar el piscicultor. La temperatura del agua ideal es entre 18 y 28 °C.

Las temperaturas bajas generan mayor inconveniente; por ello, es conveniente profundizar los estanques (1,5 m de profundidad) para evitar el enfriamiento del agua a niveles intolerables para el pez (estratificación térmica). Cabe mencionar que los peces tropicales dejan de comer a temperaturas menores a 18 °C y por debajo de 10°C corren riesgos de morir.

3.5.2.3.2. OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto en el agua es fundamental para la respiración de los peces, es por dicho motivo que el productor debe verificar los niveles de dicho parámetro, para realizar medidas correctivas oportunas en los recintos acuáticos.

Hay una relación entre la actividad de los peces y el consumo de oxígeno. Entre más alta la temperatura, mayor movimiento tienen, lo cual, conlleva a mayor consumo del oxígeno.

Los niveles de oxígeno disuelto en el agua fluctúan con relación al horario, siendo en la tarde (puesta del sol) la hora de mayor disponibilidad, debido a la incorporación por medio de la fotosíntesis (fitoplancton), mientras que el menor nivel ocurre al amanecer. La concentración ideal de oxígeno disuelto fluctúa entre 2 y 6 mg/L. La medición requiere de un equipo de medición de oxígeno disuelto, que es portátil. Como el equipo es caro, es conveniente aprender a distinguir signos indirectos que permitan alertar al productor sobre problemas de falta de oxígeno (anoxia).

3.5.2.3.3. OTROS

La calidad del agua, especialmente la presencia de metales pesados o materia suspendida que consuma oxígeno es una limitante para la sanidad de las especies. Por lo tanto, la presencia de desechos industriales puede afectar el crecimiento de las especies acuáticas. Un indicador indirecto de posible presencia de metales pesados es el potencial hidrógeno (pH), que debe fluctuar entre 7 y 8. Cuando el pH es menor de 5.5 se puede tener presencia de acidez y metales pesados. Otro indicador, de hiperfertilización, es la presencia de amonio; que debe mantenerse menor a 0.3 mg/L

3.5.2.4. CRECIMIENTO Y SU MONITOREO

Para dar seguimiento al manejo de la población se requiere observar y deducir el tamaño de los peces cada dos meses para llevar un control en el crecimiento.

3.5.3. CONTROL SANITARIO

Como todo ser vivo, los peces están sujetos a enfermedades y plagas; por lo que, es conveniente tener personal de apoyo en esta especialidad.

Es altamente recomendable asegurar la producción de alimento inocuo y seguro para el consumidor, como medida de prevención. Por lo que, se requiere realizar actividades encaminadas en la prevención, diagnóstico y control de agentes infecciosos.

Las enfermedades más reportadas son: Viremia Primavera de las Carpas, Ascitis de la Carpa (SVC). Otros agentes infecciosos reportados para los ciprínidos son: bacterias (*Aeromonas hydrophila* y *A. sobria*), Oomycetes (*Saprolegnia diclina*, *S. feraz*, *S. parasitica*, *S. monoica*, *S. mixta* y *S. thureti*), protozoarios (*Ichthyophthyrus multifilis* y *Trichodina sp.*), helmintos (*Dactylogyrus sp.*, *Neascus sp* y *Bothriocephalus acheilognathi*) y crustáceos (*Lernaea cyprinaceae*, *Ergasilus spp.* y *Argulus spp.*).

3.5.4. COSECHA

La etapa de crecimiento y engorda va desde la cría hasta alcanzar la talla comercial. La duración del período de crecimiento y engorda va de 12 a 14 meses. Para la cosecha se requiere equipo de pesca (redes) y, en función del tamaño del estanque, lanchas.

3.5.5. POSCOSECHA

En los casos de comercialización es recomendable considerar las actividades pos cosecha, que se refieren a la frescura del producto. Las alteraciones están relacionadas con la apariencia, color, olor, textura y sabor. Estos son factores a controlar por el productor; es decir, la conservación del producto hasta la entrega.

3.5.6. COMERCIALIZACIÓN

Algunas comunidades necesitarán apoyo para otras actividades durante la comercialización. Si bien, no es el objetivo de la CONAZA llevar hasta las últimas fases, si es conveniente tomar ciertas previsiones o tener una lista de contactos para fortalecer a las comunidades, tanto para la generación de empleo, la producción de alimentos o el mejoramiento de la alimentación de la comunidad.

- Infraestructura disponible (embalses) para el establecimiento del cultivo y su cosecha.
- Acceso fácil y/o proximidad con algún poblado
- Presencia de vida acuática (libre de contaminantes)
- Buenas características del suelo
- Vías de comunicación en buen estado

3.5.7. OTRAS ACTIVIDADES

Se reconoce la necesidad humana de recreación en lugares húmedos y/o frescos, además del fomento de actividades productivas, como la pesca; por lo que la acuicultura se puede combinar con otras actividades económicas, como la recreación, la venta de productos, o la pesca directa.

3.6. DESAROLLO RESPONSABLE DE LA ACUACULTURA

A partir de este contexto, se plantea el desarrollo responsable de la acuicultura en un esquema en el que se deben observar los siguientes principios

- a) El desarrollo de la acuicultura no deberá perjudicar el sustento de las comunidades locales ni dificultará su acceso a las zonas de pesca.
- b) El establecimiento de procedimientos efectivos para realizar la evaluación y seguimiento con el fin de reducir al mínimo los cambios ecológicos perjudiciales y las consecuencias económicas y sociales derivadas de la extracción de agua, la utilización de la tierra, la evacuación de efluentes, el empleo de medicamentos y sustancias químicas y otras actividades acuícolas.
- c) La conservación de la diversidad genética y el mantenimiento de la integridad de las comunidades y ecosistemas acuáticos mediante una ordenación adecuada; en particular, se deberán reducir al mínimo los efectos perjudiciales de la introducción de especies no nativas o poblaciones alteradas genéticamente.
- d) La adopción de prácticas adecuadas en el mejoramiento genético, la introducción de especies no nativas y la producción, venta y transporte de huevos, larvas o crías, reproductores u otros materiales vivos, con el fin de reducir al mínimo los riesgos de transmisión de enfermedades y otros efectos negativos para las poblaciones silvestres y cultivadas.
- e) La promoción de prácticas acuícolas responsables en materia de cultivo y salud de los peces, con el fin de apoyar las comunidades rurales, las organizaciones de productores y los acuicultores mediante la participación activa de los mismos.
- f) La eliminación de desperdicios, como despojos, fangos, peces muertos o enfermos, medicamentos veterinarios sobrantes y otros insumos químicos peligrosos, no deberá constituir un peligro para la salud de las personas y el medio ambiente.

3.7. MANEJO INTEGRAL

Es importante la integración de la acuacultura con otras actividades agropecuarias. La siguiente figura muestra ejemplos de ello, lo cual redundará en una mayor rentabilidad.



Figura 3. Modelo conceptual para la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación de la integración agro acuícola en ambientes áridos mediante acuicultura hiperintensiva en modalidades de Sistemas acuícolas de recirculación (SAR), Tecnologías de biofloculación quimio-foto-hetero-trófica (TBF) y acuicultura intensiva (AI) mediante sistemas de integración no acoplados, mediada con bioprocesos que generan soluciones nutritivas para hortaliza y fruticultura hidropónicas, en modalidades de hidroponía de cama flotante (THCF), hidroponía de flujo en película de nutrientes (THFN), hidroponía con sustrato y retorno (THSR) y ferti-irrigación.

3.8. ORDENAMIENTO

El cuidado de peces en comunidades rurales requiere el establecimiento de algunos principios de ordenamiento para prevenir conflictos o mejorar las condiciones sociales.

3.8.1. REGLAS DE OPERACIÓN

Considerando que el apoyo es para comunidades, las sugerencias y/o recomendaciones de establecer Reglas de Operación, en cada una de las partes de los procesos involucrados puede ser motivo de gestión.

1. La CONAPESCA asesorará, asistirá y/o capacitará técnicamente a los técnicos extensionistas de la CONAZA

2. Integrar grupos de trabajo para realizar acciones convenidas en los Anexos Técnicos que se deriven de este instrumento, designado un responsable.
3. Difundir por los medios a su alcance las actividades que se realicen en el marco de este Convenio General de Colaboración; los resultados de las mismas, otorgando los créditos que corresponden a cada una de las partes
4. Realizar el seguimiento de las acciones convenidas, cuando sea necesario, se señalen los resultados obtenidos, así como la conveniencia de continuar, ampliar

3.8.2. GOBERNANZA

Similar a lo anterior, debe establecerse un protocolo de toma de decisiones grupales para apoyar la gestión

Áreas, objetivos, acciones y complejidad			
Área	Objetivos	Acciones	Grado de complejidad
Política institucional	Difusión de actividades	Contacto con comunidades rurales	Alto
Promoción en localidades	Asesoramiento en localidad	Toma de acuerdos	Alto
	Aprovechamiento de infraestructura productiva	Producciones alternativas	Alto
	Fortalecer el capital humano	Capacitación	Alto
Producciones no tradicionales	Diversificar la actividad productiva	Producciones alternativas	Alto
	Atención integral de nuevas actividades	Asistencia técnica	Alto

Cuadro 1. Protocolo de toma de decisiones.

Para ello, se espera un ambiente facilitador para el desarrollo de capacidades y la habilitación de procesos de innovación. Junto a ello, pondrá especial empeño en fortalecer el sistema de vigilancia y control sanitario de las actividades pesqueras y acuícolas

4. RESULTADOS

El Proyecto Acuacultura en Zonas Áridas se llevó a cabo posterior a la firma del convenio CONAZA-CONAPESCA.

4.1. OBJETIVO

El objetivo del proyecto fue apoyar a productores rurales de las zonas áridas y semiáridas que cuenten con cuerpos de agua susceptibles para la acuacultura (siembra de crías de peces), que les permita en principio familiarizarse con la actividad acuícola y posteriormente hacerla propia en apoyo a la alimentación familiar y como una fuente de ingresos.

Para esto se consideraron 7 cuerpos de agua situados en igual número de localidades rurales de los estados de Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas.

4.2. RESPONSABLES DEL PROYECTO

MVZ. Americo de la Garza Castellanos, Subdirector de Innovación y Productividad, CONAZA;

Ing. David Martinez Medina Jefe de departamento de Infraestructura Hidráulica, CONAZA;

Biol. Jesus Jardón Olvera, Jefe de Departamento de Maricultura, CONAPESCA

4.3. PROGRAMA DE TRABAJO

Se hizo una calendarización de actividades del proyecto, en seis fases, esquematizado en la Figura 5.

Las fases son las siguientes:

- Firma de Convenio CONAPESCA-CONAZA, febrero 2020
- Recorrido informativo a las localidades propuestas (octubre - noviembre 2020)
- Curso Taller de capacitación a productores y técnicos (junio 2021)
- Recorrido para revisión de llenado de los cuerpos de agua y reunión con productores de Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas (julio - agosto 2021)
- Siembra de peces (agosto - septiembre de 2021)
- Evaluación y captura de peces para consumo (mayo – septiembre 2022)

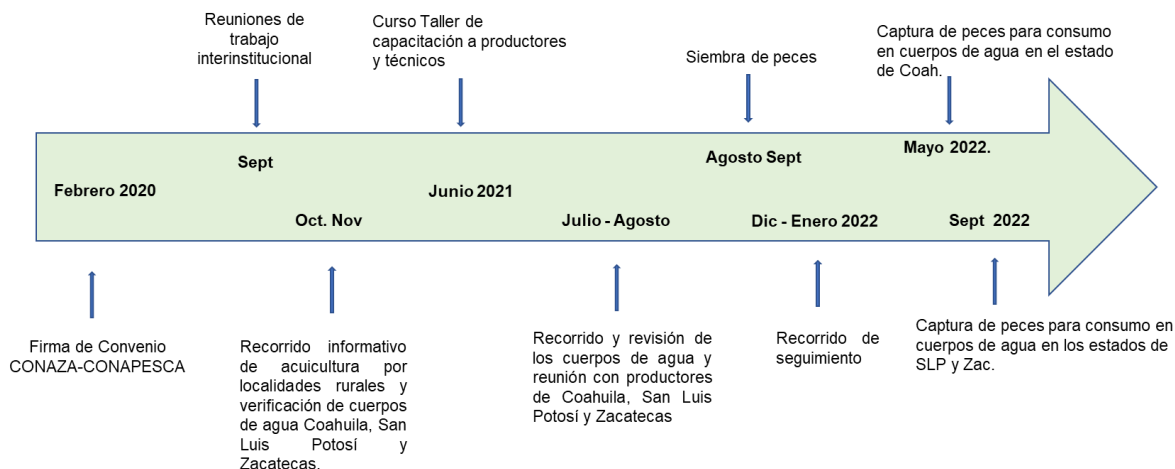


Figura 4. Calendario de actividades del convenio CONAZA-CONAPESCA

4.3.1. FIRMA DE CONVENIO CONAPESCA-CONAZA

La firma del convenio CONAPESCA-CONAZA se llevó a cabo en febrero del 2020 entre los directores generales de ambas instituciones. Este evento marcó el inicio del proyecto.

4.3.2. RECORRIDO INFORMATIVO A LAS LOCALIDADES PROPUESTAS

En el período octubre a noviembre del 2020 se llevaron a cabo los recorridos en las localidades propuestas que definieron la especie seleccionada para la intervención y los sitios seleccionados para la siembra de carpa.

La especie seleccionada fue la carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofuscus*). Esta especie es adaptable a condiciones extremas, como altas temperaturas y baja concentración de oxígeno disuelto en el agua. Es una especie de importancia nacional, ya que ocupa el lugar 11 de la producción pesquera nacional, y el lugar 17 del valor de la producción (Figura 5).

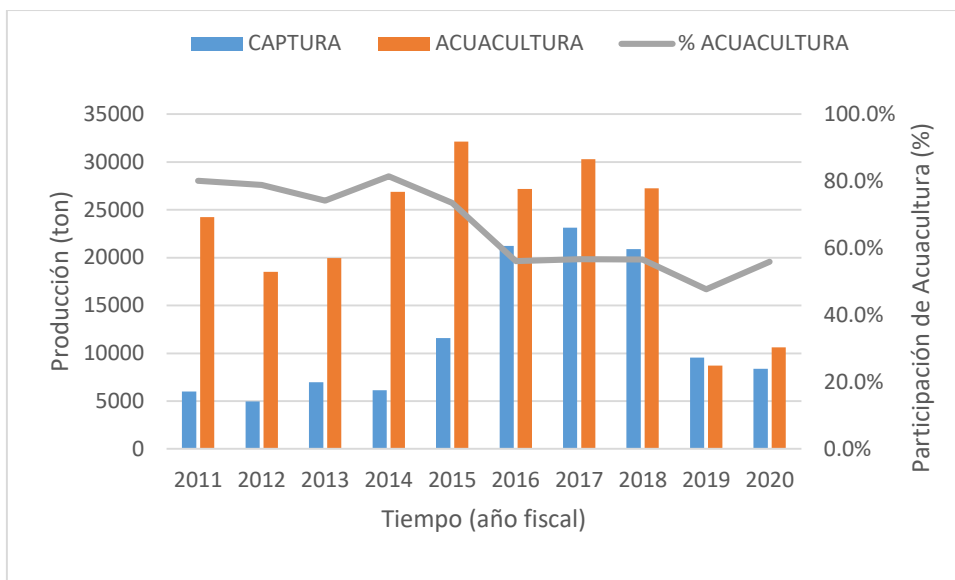


Figura 5. Evolución de la producción de carpa en México en la década 2011-2020

4.3.3. CURSO TALLER DE CAPACITACIÓN A PRODUCTORES Y TÉCNICOS

En junio del 2021 se llevó a cabo el Curso Taller de Capacitación a Productores y Técnicos del proyecto Acuicultura en Zonas Áridas en instalaciones de la CONAPESCA en Mazatlán, Sinaloa. Los temas fueron: Introducción a la acuicultura, piscicultura, aprovechamiento de embalses por acuicultura de repoblación, tratamiento y fertilizantes, buenas practicas, nutrición y alimento soporte, elementos de sanidad y bioseguridad e inocuidad acuícola, y bioseguridad acuícola

4.3.4. RECORRIDO PARA SELECCIÓN DE SITIOS DE SIEMBRA DE CARPA

Entre julio y agosto del 2021 se llevaron a cabo varios recorridos con personal de CONAPESCA y CONAZA con la participación de los beneficiarios en cada una de las obras seleccionadas.

En esta actividad se llevaron a cabo reuniones informativas de acuicultura a productores rurales de los sitios seleccionados, se hizo la georreferenciación de las obras seleccionadas, y las visitas de inspección para la siembra de peces.

El Cuadro 2 muestra los sitios seleccionados, 3 presas de tierra compactada y 4 de mampostería, la capacidad de embalse, número de beneficiarios, uso y la cantidad de crías sembradas en cada obra.

Cuadro 2. Características de los sitios seleccionados para la siembra de carpa.

NO	LOCALIZACIÓN			CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA		OBJETIVO DE LA OBRA		META
	LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO	TIPO DE OBRA	CAPACIDAD DE EMBALSE (m3)	BENEFICIARIOS (Número)	USO DE LA OBRA	ORGANISMOS SEMBRADOS (Número)
1	Nuevo Nacapa	Ramos Arizpe	Coahuila	Tierra compactada	1,781.00	18	Pecuario	10,500.00
2	La Reata	Ramos Arizpe	Coahuila	Tierra compactada	130,000.00	113	Pecuario	20,000.00
3	La Luna (Carlos Pereyra)	Ramos Arizpe	Coahuila	Tierra compactada	150,000.00	15	Pecuario	120,000.00
4	Cañada Grande	Ahualulco	San Luis Potosí	Mampostería	121,290.00	46	Pecuario	31,000.00
5	El Lobo	Loreto	Zacatecas	Mampostería	242,395.00	70	Pecuario-Agrícola	31,000.00
6	El Refugio	Ojo Caliente	Zacatecas	Mampostería	308,622.00	60	Pecuario-Agrícola	31,000.00
7	La Cañada	Jerez de García Salinas	Zacatecas	Mampostería	422,887.00	45	Pecuario-Agrícola	31,000.00
7	TOTAL				1,376,975.00	367	0	274,500.00

La Figura 5 muestra las coordenadas y la localización de los sitios descritos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	NO. LOCALIDAD	COORDENADAS	
				LATITUD	LONGTUD
COAHUILA	RAMOS ARIZPE	LA LUNA	1	26°3'49.33"	101°3'18.37"
COAHUILA	RAMOS ARIZPE	REATA	2	26°7'19.52"	101°4'23.01"
COAHUILA	RAMOS ARIZPE	NUEVO NACAPA	3	26-06-24.89	101-16-24.89
SAN LUIS POTOSÍ	AHUALULCO	LA CAÑADA GRANDE	4	22°28'13.90"	101°05'50.65"
ZACATECAS	JEREZ	LA CAÑADA	5	22°39'06.57"	108°04'58.79"
ZACATECAS	LORETO	EL LOBO	6	22°11'31.6"	108°53'34.39"
ZACATECAS	OJOCALIENTE	EL REFUGIO	7	22°36'51.6"	102°21'31"

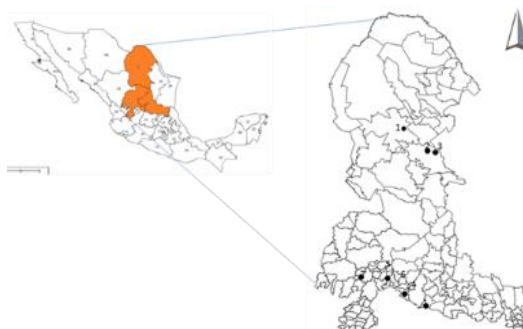


Figura 5. Coordenadas y localización de los sitios seleccionados para la siembra de carpa en el Proyecto Acuicultura en Zonas Áridas.

4.3.5. SIEMBRA DE PECES

Entre agosto y septiembre del 2021 se hizo el traslado y siembra de cría de peces del Centro Acuícola La Rosa Gral. Cepeda Coahuila por personal de CONAZA para la siembra en los 7 cuerpos de agua en Ramos Arizpe, Coahuila; Ahualulco, San Luis Potosí; Loreto, Ojo Caliente y Jerez García Salinas, Zacatecas con la participación de los productores (Figura 6).



Figura 6. Fotos durante los recorridos de selección y siembra de peces

4.3.6. EVALUACIÓN Y CAPTURA DE PECES PARA CONSUMO

Entre mayo y septiembre del 2022 se hicieron los recorridos para la captura de peces y la evaluación del proyecto. Para ello se llevó el registro de talla, peso, densidad y técnicas de captura y proceso para consumo.

En el Ejido La Luna (Carlos Pereyra) del municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, la presa se encontró completamente seca. El productor Manuel Ríos Arreola comentó que no se presentaron lluvias en los últimos dos años, por lo que los peces no alcanzaron a desarrollarse.

Muestreo y captura de peces por cada cuerpo de agua (agosto 2021 a Sept. 2022)



Bordo de cortina de tierra compactada
Ejido Nacapa Ramos Arizpe Coahuila



Bordo de cortina de tierra compactada
Ejido Reata (General Coss) Ramos Arizpe Coahuila



Bordo de cortina de tierra compactada SIN AGUA
Ejido Luna (Carlos Pereyra) Ramos Arizpe Coahuila



Pequeña presa de mampostería
Ejido Cañada Grande Ahualulco San Luis Potosí



Pequeña presa de mampostería
Ejido Cañada Jerez Zacatecas



Pequeña presa de mampostería
Ejido El Lobo Loreto Zacatecas



Pequeña presa de mampostería
Ejido El Refugio Ojo Caliente Zacatecas

Figura 7. Cosecha de peces en el proyecto.

El Cuadro 3 muestra un resumen de los parámetros usados para la evaluación del proyecto. Se tuvo un 30% de mortalidad promedio para una producción hipotética de 1 cosecha/año. Los rendimientos fueron de 113.56 toneladas.

Cuadro 3. Parámetros obtenidos para la evaluación del proyecto

Especies	Densidad de siembra	Tamaño de peces sembrados	Tamaño de los cosechados	Rendimiento Bruto
	(peces 2/m ²)	(kgs.)	(kg)	(kg/7 Cuerpos)
Carpa	274500	0.25	1.05	113,557.5

4.4. COSTOS

Los costos del proyecto se hicieron con gastos de operación de la CONAZA. Estos consistieron en vehículos, materiales, uso de instalaciones y personal de ambas instituciones.

El pago de casetas para uso de carretera, gasolina, viáticos para consumo, y hospedaje. Con un monto estimado \$ 87,279.00 mil pesos por parte de la CONAZA desglosándose de la siguiente acciones

- Recorrido por localidades rurales para visitas informativas en relación a la piscicultura y georreferenciación de las obras (Cuerpos de agua)
- Viáticos a técnicos de la CONAZA a Mazatlán, Sinaloa para asistir a la capacitación de los técnicos al Curso - Taller de la capacitación en acuacultura en zonas áridas dirigido a los productores rurales y profesionales técnicos de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas en las instalaciones de la CONAPESCA
- Traslado de los organismos del Centro Acuícola La Rosa General Cepeda Coahuila a los 7 cuerpos de agua. En las localidades que tienen bordos de cortina de tierra compactada en Nacapa, Reata, Luna Ramos Arizpe Coahuila; Una pequeña presa de mampostería ejido La Ordeña Aqualulco, San Luis Potosí; y las pequeñas presas de mampostería en los ejidos Cañada Jerez, ejido El Lobo Loreto, El Refugio Ojo Caliente, Zacatecas
- Son contribuciones por parte de la CONAPESCA; La cría de alevines por parte del centro Acuícola La Rosa Gral. Cepeda Coahuila. Así como el apoyo de personal técnico en cada estado
- Recorrido de seguimiento a los 7 cuerpos de agua (muestreos)

4.5. CONCLUSIONES SOBRE LA TECNOLOGÍA

La Comisión Nacional de las Zonas Áridas y la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en coordinación interinstitucional representan la suma de esfuerzos como alternativa viable para el desarrollo de la piscicultura en las zonas áridas lo que permitirá;

La CONAZA ha desarrollado obras de captación de escurrimientos pluviales en zonas áridas y semiáridas. Generalmente se utilizan para abreviar a la ganadería extensiva en baja escala, pero con la siembra de peces diversificará la producción, al productor rural.

La piscicultura fomentó el aprovechamiento sustentable del recurso acuícola para mejorar la alimentación y, en consecuencia, la calidad de vida de la población en las comunidades rurales.

Con la siembra de 274,500 crías de peces en los 7 cuerpos de agua; se obtuvo una producción de 113.56 toneladas carne de pescado, por lo que se cuenta con una fuente alternativa de alimento rico en proteínas.

5. REFERENCIAS

Arias Rojo, Héctor Manuel; Americo Castellanos de la Garza, David Martinez Medina, CONAZA Biol. Jesus Jardon Olvera CONAPESCA Nov. del 2022.

Diario Oficial de la Federación. 2020. Programa Institucional 2020-2024 de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA). Publicado el 28 de septiembre del 2020.

CONAZA-CONAPESCA. 2000. Convenio de colaboración CONAZA-CONAPESCA.