

**UNIVERSIDAD DEL SURESTE
UDS
TAPACHULA**



**FUNDAMENTOS DE
ACUACULTURA**

MVZ. ROBERTO GARCIA SEDANO

HORARIO

- Lunes 12:10 – 1:50
- Martes 10:30 – 12:10
-

Escala de Calificaciones

- Examen 50%
 - Plataforma 30%
 - Asistencia 10%
 - Prácticas y actividades 10%
-
- Calificación mínima 7

ACUACULTURA

- Implica la captura y el cultivo de especies y productos de origen pesquero, así como la transformación, comercialización y prestación de servicios relacionados.



ACUACULTURA

- Incluye el cultivo de:
- Peces
- Crustáceos
- Moluscos
- Plantas acuáticas

Historia

La acuicultura se remonta a tiempos remotos. Existen referencias de prácticas de cultivo de mújol y carpa en la antigua China, Egipto, Babilonia, Grecia, Roma y otras culturas euroasiáticas y americanas.

Las referencias más antiguas datan en torno al 3500 a. C., en la antigua China. En el año 1400 a. C., ya existían leyes de protección frente a los ladrones de pescado. El primer tratado sobre el cultivo de carpa data del 475 a. C., atribuido al chino Fan-Li, también conocido como Fau Lai.

Entre griegos y romanos, existen numerosas referencias. Aristóteles y Plinio el Viejo escribieron sobre el cultivo de ostras. Plinio, en concreto, atribuye al general romano Lucinius Murena el invento del estanque de cultivo, y cita las grandes ganancias de su explotación comercial, en el siglo I. Séneca también tuvo su opinión sobre la piscicultura, bastante crítica: "la invención de nuestros estanques de peces, esos recintos diseñados para proteger la glotonería de las gentes del riesgo de enfrentarse a las tormentas".

En la cultura occidental actual, la acuicultura no recobró fuerza hasta la Edad Media, en Monasterios y Abadías, aprovechando estanques alimentados por cauces fluviales, en los que el cultivo consistía en el engorde de carpas y truchas.

En el año 1758 se produjo un importante descubrimiento, la fecundación artificial de huevos de salmones y truchas por Stephen Ludvig Jacobi, un investigador austríaco, aunque su investigación no salió del laboratorio y quedó en el olvido.

En 1842, dos pescadores franceses, Remy y Gehin, obtuvieron puestas viables, totalmente al margen del hallazgo de Jacobi. Lograron alevines de trucha, que desarrollaron en estanque con éxito. El descubrimiento llevó a la Academia de Ciencias de París a profundizar en el hallazgo, y con ello la creación del Instituto de Huninge, el primer centro de investigación en acuicultura.

Para la acuacultura

Es necesario contar con:

- Agua y está debe contar con oxígeno, pH, y transparencia.
- Debe de existir agua todo el año.
- Aguas superficiales: Rios, lagos naturales y arroyos. Libre de contaminación.
- Aguas subterráneas: Provenientes de vertientes u ojos de agua

SIN CLORO

Importancia de la acuicultura

Se estima que la población mundial será de 9.7 millones en 2050. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), eso significa que la producción mundial de alimentos deberá aumentar en un 70% para satisfacer la demanda de la población mundial en ese año. Un creciente cuerpo de investigación muestra que el mundo está sufriendo un déficit ecológico. Se estima que el 85% de la población vive en países donde los recursos naturales se utilizan a un ritmo más rápido que el que el medio ambiente puede proporcionar de forma sostenible. La producción de alimentos es un sector líder que es responsable de los impactos en el medio ambiente, y representa aproximadamente el 25% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, el 70% del uso de agua dulce y el 80% de la pérdida de hábitat. La carne como la de res y cerdo, entre otros tipos de proteínas animales terrestres, tiene algunas de las tasas más altas de emisiones de CO₂, uso de agua dulce y uso de tierra por porción.

La pesca silvestre y la acuicultura pueden proporcionar una fuente de proteína animal saludable de alta calidad. Sin embargo, la pesca y la acuicultura silvestre no están exentas de impactos. Las poblaciones mundiales de peces silvestres están disminuyendo. En 2017, menos del 70% de las poblaciones de peces se encontraban dentro de niveles biológicamente sostenibles, una disminución de más del 20% desde la década de 1970, y desde 1990, la pesca de captura mundial ha aumentado en un 14%. A medida que la demanda mundial de productos del mar continúe aumentando y se alcance el rendimiento máximo sostenible de las pesquerías silvestres, la acuicultura se convertirá en un suministro clave de productos del mar para una población en aumento. La acuicultura proporciona un sistema alimentario alternativo que puede producir proteína animal de alta calidad que, cuando se realiza de la manera correcta, puede tener una huella sostenible.

Acuacultura Mundial

- En 2021 se capturaron en el Mundo 97 millones de toneladas (Mt) de peces, crustáceos y moluscos. Mediante cultivo se produjeron 82 Mt. Por lo tanto, la producción total de animales acuáticos fue de 179 Mt. De esa cantidad, 22 Mt se destinaron a producir harinas y aceites de pescado, por lo que 157 Mt fueron para consumo humano. El consumo global de pescado ha crecido en el último medio siglo un 3,1% anual, casi el doble que la población (1,6%). En promedio, cada ser humano consumió 20,5 kg de pescado en 2018, más del doble de lo que consumió en 1961 (9 kg). Así consta en el informe bianual de la FAO referido a la situación de los recursos acuícolas mundiales.

El crecimiento de la producción de pescado se ha debido, sobre todo, a los cultivos en Asia - principalmente en China- en aguas continentales. Antes de la década de los 80 la inmensa mayor parte de la producción acuícola era de origen marino, y aunque todavía siguen siendo los mares los principales proveedores de pescado, cada vez tienen mayor importancia las aguas continentales debido, precisamente, a la contribución de la acuicultura.

Acuacultura en México

- La acuacultura y la pesca dentro de la cosmovisión indígena eran tomadas como actividades separadas y no solo eran vistas como formas de obtención de alimentos, sino también como esparcimiento o como instrumentos religiosos.



- Algunas especies acuáticas eran cultivadas en cercos o tapos. Se sabe que los mayas alimentaban algunas especies de pejelagarto y pejesapo en sus cenotes, para después consumirlos



Las técnicas de acuacultura utilizadas por los indígenas, los conducía a construir obras hidráulicas, ya sea para la formación artificial de “lagunas”, en las regiones del altiplano central, o en los humedales de las tierras bajas tropicales, en donde la intensa sequía estacional impulsó la construcción de camellones agrícolas, que al mismo tiempo servían para conservar el agua para la pesca.





En la época colonial, fue prohibida la pesca y en algunas zonas del país los españoles destruyeron diversas estructuras utilizadas para realizar la acuicultura, aunque hay registros que se continuó cultivando el charal.



No fue sino a finales del siglo XIX, que se retomó, incipientemente, la práctica de la acuacultura, misma que careció de apoyo, inversión, infraestructura, impulso y legislación. En el siglo XX, en la década de los sesenta, la actividad se retomó, sin que contara con apoyos suficientes para ello.

- Las estadísticas oficiales para acuacultura se comenzaron a publicar en 1986. La producción acuícola era cercana a 150 mil toneladas (peso vivo) y la producción se sustentaba en la mojarra (aportando el 44% de la producción acuícola total) y ostión (28%). Las principales entidades productoras eran; Veracruz, Michoacán y Jalisco (participaban con 24%, 17% y 9%, respectivamente)



- Desde 1987 hasta 1990, se mantuvo un crecimiento continuo, llegando a las 191 mil toneladas (peso vivo) que significó un aumento del 27%.
- A partir de 1993 el cultivo de camarón que representaba el 8% de la producción acuícola nacional, tuvo un incremento anual de 2.4% hasta llegar a contribuir con el 47% en el año 2009.

- De 2010 a 2013 (última cifra oficial) la producción acuícola nacional, ha experimentado una reducción anual de 3.5%, porque las granjas camaronícolas se han visto afectadas por enfermedades, como el síndrome de la muerte temprana del camarón y el virus de la mancha blanca, para las cuales aún no hay tratamiento efectivo y se afectaron principalmente Sonora y Sinaloa.



- El 79.7% del volumen acuícola lo aportan tres especies; mojarra, camarón y ostión. Se cultivan en menor volumen, otras siete especies que cabe enumerar por su valor económico: atún, carpa, trucha, bagre, charal, langostino y lobina.



Lobina



Con respecto a la tilapia, es la especie que se produce en más Unidades de Producción Acuícola (UPA), no obstante el 80% de ellas son cultivos semi- intensivos



- EN EL SOCONUSCO SE CULTIVA ACTUALMENTE ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL :



MOJARRA TILAPIA



KERAX, CHERAX O " RED-CLAW "



CAMARÓN

PEJE LAGARTO



UNA DE LAS MAS IMPORTANTES A NIVEL ECONOMICO ES LA PISCICULTURA, QUE SE ENCARGA DEL CULTIVOS DE PECES

PRINCIPALES ESPECIES QUE SE MANEJAN:

AGUAS DULCES:

MOJARRAS TILAPIAS

TRUCHAS

PESCADO BLANCO

CHARAL

PEJE LAGARTO



AGUAS SALOBRES Y MARINAS.

ROBALO

PARGO

LENGUADO

JUREL

ATÚNES

CABRILLA

Ventajas y Desventajas de la acuicultura como actividad productiva.

- La acuicultura brinda grandes posibilidades de explotación debido a la existencia en todo el mundo de cientos de millones de hectáreas de aguas aptas para su desarrollo, de las cuales utilizando sólo un 10% se obtendría el doble de la captura por pesca que se extrae actualmente.



Mejoramiento de la calidad de la alimentación

- La carne de pescado es una fuente de proteína de alta calidad, similar al pollo y superior a la de la carne roja. Las proteínas del pescado contienen todos los aminoácidos esenciales y al igual que las proteínas de la leche, los huevos y la carne de mamíferos tienen un valor biológico muy alto.



- El pescado eviscerado contiene cerca de un 30% menos de grasa que las carnes rojas. Estudios científicos han demostrado que las dietas a base de pescado en el hombre reducen los niveles de colesterol en la sangre



Integración y aumento de la productividad agropecuaria

- Otra ventaja que presenta la acuicultura es la simultaneidad con otras producciones dentro de un mismo establecimiento. Puede utilizarse el agua de los estanques para limpieza de corrales, así como para el riego de plantaciones, las que a su vez podrán ser utilizadas como alimento de los animales de granja.



El limo acumulado en el fondo de los estanques constituye un excelente abono para la huerta.



Aumento de la rentabilidad

- Los peces, moluscos y crustáceos presentan índices o valores de conversión más elevados que los animales terrestres. Esta cualidad se debe principalmente al bajo consumo de energía para el mantenimiento de sus funciones vitales (respiración, locomoción y excreción entre otras) lo que permite destinar un mayor porcentaje del alimento consumido al crecimiento, significando una mayor producción de carne.



+58 kg



100 kg



Si el peso ganado de la semana 8 a la semana 10 fue de 58 kilogramos y si la suma del alimento administrado desde la biométrica anterior hasta esta biométrica es de 100 kilogramos, entonces:

Generación de oportunidades de empleo.

- Tanto las pequeñas unidades acuícolas productivas como los emprendimientos mayores requieren de actividades que pueden involucrar la participación del núcleo familiar, o bien la incorporación de personal externo para todas o cada una de las etapas del proceso



Desarrollo de la comunidad

- En la medida que las unidades de producción se van consolidando, se forja un escenario que mejora la calidad de vida de la comunidad. Cualquier emprendimiento exige contar con determinados servicios, por lo tanto, la actividad generará progresos en la zona (caminería, luz eléctrica, etc.).



Desventajas de la acuicultura

- Los peces criados en cautiverio son en su mayoría carnívoros y alimentados con harina de pescado



- Otro inconveniente es el exceso de peces en un área reducida (40 kg de peces por metro cúbico), lo que ocasiona un descenso considerable de oxígeno en el agua; un consumo mayor de alimentos y la necesidad de utilizar antibióticos, ya que los peces se enferman cuando están demasiado cerca.



También existe el problema de la calidad de la carne: por ejemplo, los salmones de criadero tienen carne más grasa, menos compacta y con menos sabor que los criados naturalmente. Cuando el pescado se cocina, la grasa se disuelve, no «rinde» y, además, los niveles de ácidos grasos omega 3 en los peces de criadero son inferiores a los salvajes.



Clasificación de la acuacultura.

- **Según el Medio en donde se instalen los cultivos:**
- **Aguas interiores o continentales.** Se desarrolla en cuerpos de agua interiores (ríos, lagos, embalses) y en cuerpos de agua artificiales (estanques “rústicos o tecnificados”, piletas, etc.).

- **Marina (maricultura).** Se refiere a los cultivos realizados en agua marina o salobre, en estructuras costeras, ultramar o en ambientes artificiales en tierra.

- **Según la Escala Productiva:**
- **Acuicultura comercial.** Puede diferenciarse en, pequeña, mediana empresa o industrial. Es aquella que realiza un manejo productivo del cultivo partiendo de una inversión inicial. De la magnitud de esta última, dependerá la escala productiva del emprendimiento.

- **Acuicultura de recursos limitados.** Hace referencia a la práctica de la acuicultura definida en la actualidad como la unidad de producción en pequeña escala autogestionada, con el fin de comercialización propia o en sociedad con otras unidades de índole similar. La escala de producción es baja y el manejo es simple.



Según el Manejo del Proceso Productivo:

- **Acuicultura extensiva.** Este tipo de cultivo se basa en alcanzar una producción donde el manejo del medio acuático y de los peces sea mínimo. Su característica más relevante es el no aporte de alimento suplementario, por lo que los animales para su crecimiento dependen en un 100 % de la productividad que alcance el medio.



Acuicultura semi-intensiva

Esta modalidad, requiere desde su inicio más inversión tanto para el manejo de los peces como del medio acuático. Se trata de incrementar la productividad del medio enriqueciendo la calidad del agua y aportando alimento balanceado a los peces. En este caso la densidad de siembra puede ser más alta, permitiendo un aumento de la producción, la que puede alcanzar hasta 20 ton/ha/año. Cabe destacar que esta escala de cultivo requiere mayor asistencia técnica y control durante todo el proceso a fin de asegurar el éxito del cultivo.



Acuicultura intensiva

Con este sistema se alcanza la mayor producción por unidad de área. Se reportan producciones de hasta 200 ton/ha/año. Los animales se alimentan con raciones balanceadas dependiendo en un 100% del aporte externo. Se manejan y controlan permanentemente las variables ambientales, como ser, oxígeno disuelto en el agua, temperatura, pH, entre otras. Esta modalidad de cultivo es tecnificada, exige mayores inversiones y asistencia técnica.





Tipos de acuicultura

Alguicultura: El cultivo de alga es una forma de acuicultura que se preocupa del cultivo de especies de determinadas algas, cuyo cultivo cae en su mayoría dentro de las algas cultivadas, especialmente en la categoría de microalgas, entre las que se encuentran fitoplancton, las micrófitas, etc. Su principal utilidad está en relación directa con el consumo humano y la producción de biocombustibles.





Conquicultura: Cultivo de almejas, mejillones, ostras, vieiras y demás moluscos bivalvos.



Carpicultura: Cultivo de la carpa común y otros Ciprínidos, especies de agua dulce no tropical.



Salmonicultura: Cultivo de Salmoniformes, tanto truchas como salmones.



- Truticultura: Cultivo de trucha.



Acuicultura de especies tropicales de agua dulce: cultivos de especies de peces y crustáceos tropicales y subtropicales dulceacuícolas como tilapia, pacú, camarón, langosta australiana y otras especies de peces y crustáceos.



Camaronicultura: Cultivo de Camarones.



Acuicultura marina: Cultivos de especies marinas, tanto de peces, como de algunos invertebrados, como el pulpo.



Astacicultura: Cultivo de cangrejos de río.



Existen otros tipos de acuicultura tales como son:

- **Acuicultura de producción y comercialización:** Su objetivo principal es la producción y comercialización de especies con un alto consumo en el mercado.



- **Acuicultura de aprovechamiento de recursos:** Tiene como finalidad el aprovechamiento de zonas con condiciones ecológicas para la actividad productiva.



- **Cultivo integral:** Donde se desarrollan todas las fases del ciclo biológico, reproductor, juvenil y de engorde.

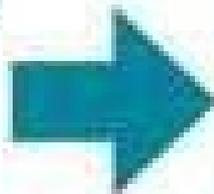


Primeros pasos para la realización de un emprendimiento de la acuicultura.

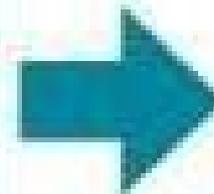
Los primeros pasos para la realización de un emprendimiento acuícola requieren de la definición de un objetivo preciso. Para esto ha de tenerse en cuenta la viabilidad de las especies a cultivar (incluyendo aspectos biológicos, ambientales, sanitarios y económicos), la posibilidad de mercado para lo producido, la infraestructura necesaria, y particularmente la normativa vigente en relación a la regulación de la actividad respecto a la localización del emprendimiento, elección de la especie, etc.



Idea del
Proyecto



Viabilidad de la especie
Identificación de Mercados
Legislación vigente
Infraestructura necesaria

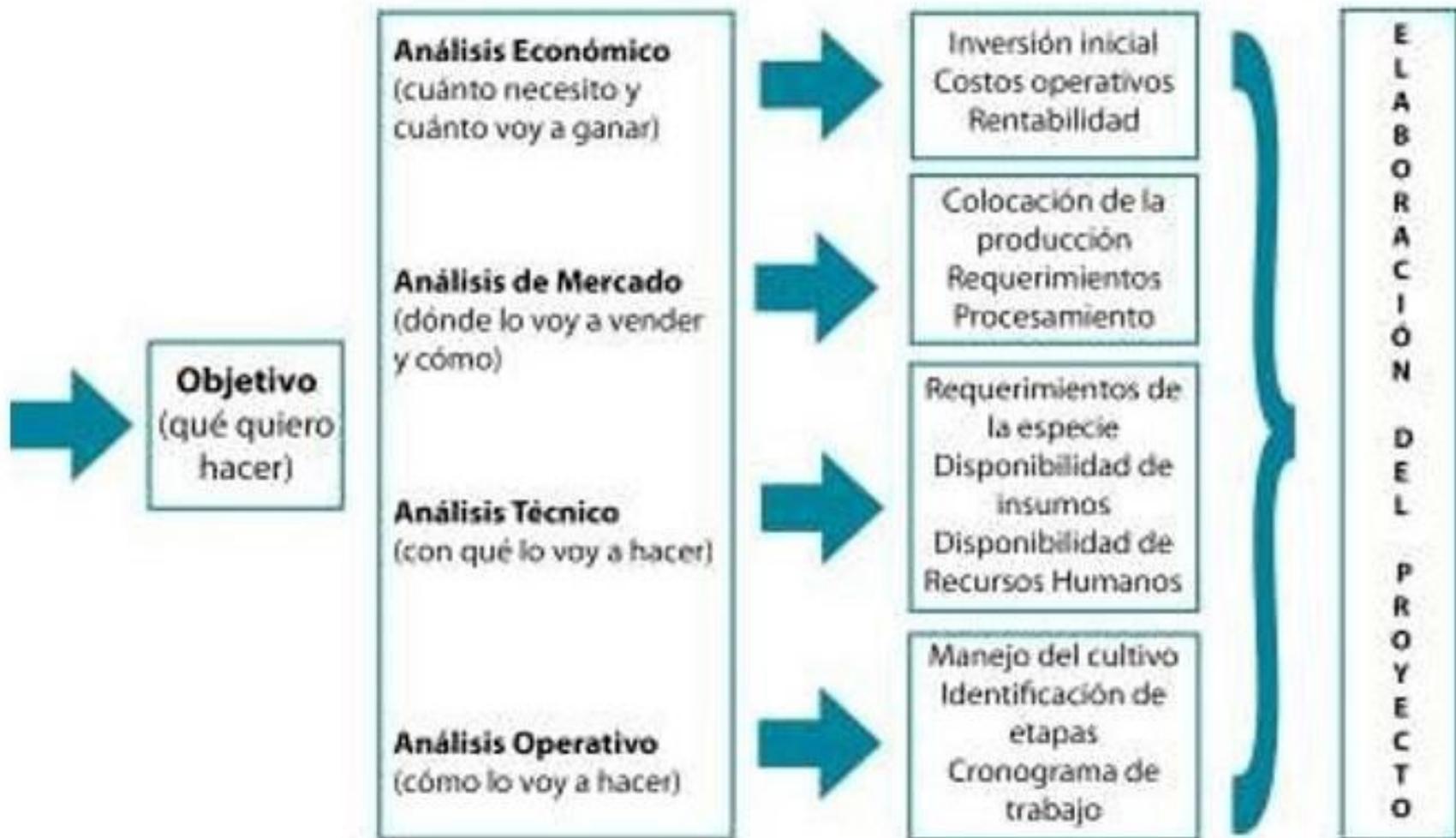


Definición
del Objetivo

Como segundo paso se ha de planificar el proyecto, esto involucra la estimación de la inversión inicial, costos operativos y análisis de la rentabilidad. Es fundamental el armado de un cronograma de trabajo, con una identificación de etapas a cumplir. Una vez cumplidos los pasos precedentes se estará en condiciones de ejecutar el proyecto.



El proceso de producción acuícola está determinado por la interacción de cinco factores que pueden ser manipulados en función del objetivo y la escala. Estos factores son el medio ambiente, las instalaciones, la disponibilidad de insumos, las especies de cultivo y la habilidad de los productores de balancear estos componentes en un proyecto rentable.



Elementos necesarios para el éxito del emprendimiento

Los principales elementos para la localización apropiada de los cultivos son:

La fuente de agua. La cantidad y calidad del agua son factores limitantes para el éxito del emprendimiento, esto implica el disponer de fuentes de aguas cercanas, superficiales o profundas, de las que previamente se deberán conocer las características físico-químicas, origen y disponibilidad.



Es necesario que la fuente de agua esté libre de pesticidas y tóxicos. El agua de pozo es adecuada para acuicultura por mantener características estables, aunque deberá ser oxigenada previo al ingreso al sistema de cultivo. Puede utilizarse agua de abastecimiento superficial tomada de cursos naturales (ríos, arroyos, cañadas, reservorios, etc.) colocando filtros que minimicen la entrada de organismos no amigables con el cultivo.

Una ventaja de este suministro es que puede ingresar al sistema por gravedad, disminuyendo los costos de operación (perforación y/o bombeo). Es deseable contar con antecedentes históricos de disponibilidad de agua de la cuenca o región.



Parámetros generales de la calidad de agua para cultivo de peces

Item	Límite inferior	Límite superior
Temperatura	depende de la especie	
Oxígeno disuelto (ppm)	4.0	10.0**
Alcalinidad (ppm)	50.0	300.0
Dureza (ppm)	20.0	300.0
pH	7.0	9.5
Amonio total (ppm)	0.0	1.0
Amonio no ionizado (ppm)	0.0	0.1
Nitrito (ppm)	0.0	0.05
Dióxido de C (ppm)	0.0	20.0

Aspectos biológicos del ambiente de cultivo

Observar la productividad natural del ecosistema, los posibles depredadores y/o competidores, posibles parásitos, etc., y si su presencia puede afectar al cultivo.



- **Actividad de los predios vecinos.** Es importante conocer la actividad de los predios vecinos e informarles acerca de la labor que se está realizando. De esta manera se podrá minimizar o evitar el ingreso de posibles contaminantes o de nutrientes en los cuerpos de agua donde se realizan los cultivos, así como si la fuente de agua se comparte o transcurre por predios ajenos al emprendimiento.



Disponibilidad de la especie a cultivar

En el caso de no trabajar a ciclo completo, el sistema de producción será dependiente del abastecimiento de semilla o juveniles (alevines). Para ello se necesitará contar con información de proveedores nacionales o extranjeros, períodos de venta y costos.



Análisis de mercado y planificación del negocio.

Previo a la planificación del emprendimiento se deberá contar con información sobre posibles mercados en los que el producto pueda ingresar, así como precios de colocación y formas de presentación. Esta información permitirá estudiar en profundidad aspectos tales como inversión inicial, riesgos, punto de equilibrio y rentabilidad.





Accesos y seguridad del sitio de cultivo

Es deseable contar con caminería que permita un fácil acceso al lugar de cultivo, así como el desplazamiento interno dentro del emprendimiento. Deben preverse áreas separadas y ubicadas de manera tal que se minimice el riesgo de contaminación química y/o biológica entre las diferentes instalaciones. Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección para los vehículos y pies en los accesos al emprendimiento.



Insumos.

El rápido acceso a los insumos facilita la labor del productor. Deberá conocer la disponibilidad a nivel nacional o el requerimiento de importación de maquinaria, productos o insumos.



Características del suelo

- Previo a la construcción de estanques es conveniente conocer la composición del suelo y grado de permeabilidad del terreno (porcentaje de arcilla) ya que se pueden presentar diferencias dentro del mismo predio



Suelos arcillosos son mejores para la retención del agua, el porcentaje adecuado está entre un 30% y 40% de arcilla. En el caso de no poseer las características apropiadas deberán adoptarse medidas para mitigar la merma de agua, como contar con una fuente de agua permanente para reponer la pérdida por filtración, compactar el piso del estanque con una capa de arcilla, cubrir el fondo del mismo con polietileno de alta densidad, etc.



- La topografía del terreno es importante, si es uniforme es posible construir estanques semi-excavados, de menor costo de construcción. Si presenta irregularidades, se podrán construir estanques tipo embalsado, en cadena, en terrazas, etc.



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 francos arcillosos o los francos arcillosos limosos.
- 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 acuicultura son los arcillosos arenosos, el franco arcilloso limoso o los francos arcillosos.

Puede considerarse que un sitio no es apto para estanques de tierra cuando contiene:

- Afloramientos rocosos o grandes piedras en la superficie.
- Lechos gravosos o suelos pedregosos.
- Suelos areniscos.
- Suelos orgánicos, como los turbosos, que deben evitarse de ser posible por su rápida permeabilidad y su inadecuación como material de construcción de diques. Cuando se construyan estanques en suelos de esa índole, será preciso emplear técnicas especiales de construcción.

Calidad del agua en acuicultura

Además de la cantidad de agua, también se debe considerar la calidad de la misma, la cual está determinada por los valores de ciertos parámetros físicos y químicos.



- La calidad del agua de los estanques, es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos deben ser mantenidos dentro de los rangos aceptables para el buen desarrollo de los organismos. En caso contrario, la población en cultivo podría tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final.



Es necesario llevar a cabo una serie de recomendaciones tomando en cuenta que el diseño de nuestra granja, la procedencia del agua, su calidad, el control y mantenimiento de dicha calidad representan de los aspectos importantes a considerar.



Primeramente, deberemos considerar que la composición química del agua está en función de su origen, como las aguas superficiales que provienen de arroyos, embalses, ríos y lagos, difieren de las subterráneas, como pozos artesianos y se debe evitar que nuestra fuente de agua esté libre de algún tipo de contaminante (materia orgánica, hidrocarburos, metales pesados, entre otros).



- Es técnicamente imposible pretender manejar una producción acuícola, sin contar con los equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Estos incluyen por lo menos un multiparamétrico o bien un medidor de oxígeno disuelto (oxímetro) medidor de pH, termómetro, medidor de salinidad (refractómetro), kit colorimétrico para compuestos nitrogenados y en algunos casos microscopio.



Características de los parámetros del Agua

Oxígeno disuelto (OD)

Corresponde al parámetro más importante en la calidad del agua. Si hay déficit se afecta el crecimiento y la conversión alimenticia de los organismos. El oxígeno es el elemento más importante en el agua para los organismos acuáticos, ya que los animales necesitan adecuadas cantidades de este gas, para realizar los procesos oxidativos que le permiten la obtención de energía a partir del alimento.



El oxígeno disuelto se debe monitorear temprano en la mañana, luego de la aplicación de alimento o fertilizante, después de hacer recambios de agua, y bajo otras circunstancias particulares a la especie y características individuales de cada sistema de producción. Para medir los niveles de oxígeno disuelto es imprescindible el uso de equipos especializados, en buenas condiciones y debidamente calibrados. La concentración de OD en el agua es medida, usualmente en partes por millón (ppm) o en miligramos por litro (mg/l)



Temperatura

- Los peces son animales poiquiloterms, es decir su temperatura corporal depende en buena medida de la temperatura del agua, por lo que lógicamente sus funciones vitales se verán afectadas por las variaciones de este parámetro.
- La temperatura rige algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como la evaporación y la solubilidad de los gases.
- Dentro de los biológicos están los procesos metabólicos como la respiración, nutrición, actividad de las bacterias en la descomposición de la materia orgánica, etc. de ahí la necesidad de conocer y evaluar los cambios de temperatura del agua.



Termorregulación de los peces

<https://aguallifehub.com/>

pH

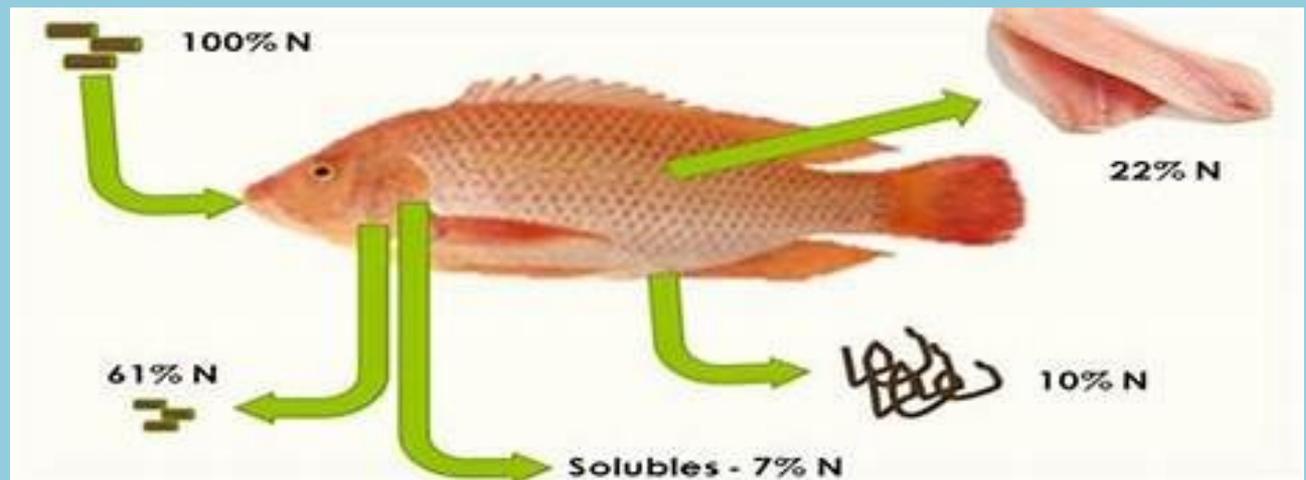
Indica la concentración de hidrogeniones y su valor caracteriza la acidez y alcalinidad de las aguas. El intervalo de valores aptos para la mayoría de las especies está comprendido entre 6-9, considerando el valor de pH como neutro. El pH por debajo de 6 tiende a reducir la productividad, además de presentar las aguas consideradas como ácido otros componentes de efectos letales.



- A nivel de los organismos el pH influye en el crecimiento. Según datos existentes, los animales crecen mejor en aguas alcalinas que en aguas ácidas. Un pH de 3.5 a 4 produce efectos letales. Las aguas ácidas irritan las branquias de los peces, las cuales tienden a cubrirse de moco llegando en algunos casos a la destrucción histológica del epitelio.



- Este proceso se debe a la acción de bacterias aeróbicas, como Nitrosomonas, responsables del paso de amoníaco a nitritos, y la bacteria Nitrobacter es la responsable del paso de nitrito a nitrato. Para determinar si hay una intoxicación por nitritos, se recomienda sacrificar un animal y observar su sangre, si la coloración es achocolatada, es debido a la formación de metahemoglobina (Se presenta cuando el hierro que forma parte de la hemoglobina se altera de tal manera que no transporta bien el oxígeno). Además, los peces mueren con la boca abierta y los opérculos cerrados.



El incremento del pH y de la temperatura incrementa el porcentaje de amoníaco no ionizado y por consiguiente su toxicidad.

