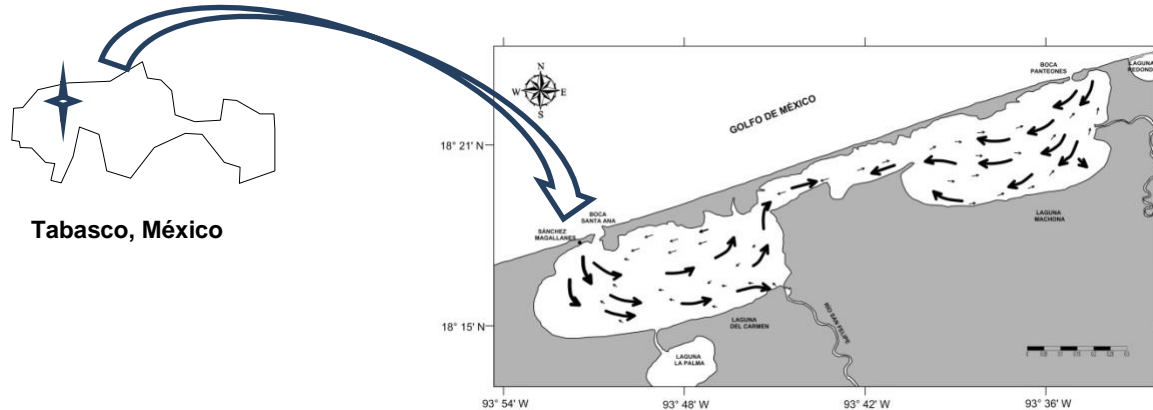


5.1 SISTEMA LAGUNAR CARMEN-PAJONAL-MACHONA



UBICACIÓN

El sistema lagunar Carmen –Pajonal –Machona, se ubica en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta o RH-30 (CONAGUA, 2011), en la cuenca del Río Tonalá y laguna del Carmen y Machona, en la Subcuenca Lagunas del Carmen y Machona. Se localizan en la llanura costera de Tabasco, entre los paralelos 18° 14' y 18° 18' de latitud Norte y los meridianos 93° 45' y 93° 53' de longitud Oeste. Su superficie es de 186 km², la cual está dividida con el Golfo de México por una barra arenosa de 37 km de largo por 100 a 300 m de ancho, y se considera que es el remanente de una laguna elongada, paralela al litoral.

Población aledaña: El cuerpo lagunar está localizado dentro del municipios de Cárdenas, colindante con los municipios de Cunduacán y Huimanguillo. Las poblaciones colindantes al sistema lagunar son: Coronel Andrés Sánchez Magallanes; Pedro Sánchez Magallanes, Sinaloa 1era. Sección, Sinaloa 2da. Sección, Sinaloa 3era. Sección, San Rafael, Coronel Gregorio Méndez Magaña; El Chocho (Boca del Río) y El Alacrán.

Actividades económicas (dentro del cuerpo de agua): La pesca el cultivo de tilapia y ostión. Actividades complementarias de las poblaciones aledañas son la agricultura de plantación, ganadería y camaricultura. Hay una importante actividad de la industria petrolera en la región.

CARACTERÍSTICA GEO-FÍSICAS:

Geomorfología: El sistema lagunar está compuesto principalmente por dos grandes lagunas, delimitadas con el Golfo de México por una barrera litoral arenosa de tipo Gilbert-Beaumont. Estas lagunas se encuentran en vía de segmentación por los procesos de sedimentación, que motivan una elevada tasa de acumulación de materiales de grano fino. Tienen una llanura costera formada por sedimentos fluvio-deltaicos, dos ríos y varios arroyos que drenan en la ribera sur de las lagunas. El sistema lagunar, se comunica con el Golfo de México mediante dos bocas: a) la boca natural denominada "Santa Ana", al suroeste de la laguna El Carmen, la cual está sometida a intensa sedimentación, y b) "Boca de Panteones", boca artificial al noroeste de la laguna Machona, la cual está expuesta a la erosión marina.

Batimetría: Las lagunas tienen fondo llano y en general se consideran someras, con profundidades promedio que van de menos de 1 m, hasta 3.5 m. En el noroeste de la laguna Carmen se llega a registrar hasta 6 m de profundidad. El canal artificial que comunica a la Boca de Santa Ana con la desembocadura del Río San Felipe, se ha azolvado paulatinamente con los sedimentos procedentes de sus flancos.

Corrientes y Mareas: El oleaje es de período corto con amplitud de 0.40 a 0.60 m. La amplitud de la marea, es de 0.60 m en las bocas, y disminuye a 0.20 m por fricción hacia el interior de las lagunas. La velocidad de las corrientes lagunares, van de 0 a 200 cm/s, que corresponden con la marea, con el refluo o con los vientos dominantes. La corriente de litoral, tiene velocidad media de 25 cm/s y es dirigida hacia el suroeste. Los resultados de métodos cartográficos históricos-comparativos, indican una marcada alteración en el comportamiento dinámico del sistema, en particular en los gradientes morfodinámicos máximos de retroceso costero (entre -9 y -11 m/año) en las poblaciones de Sánchez Magallanes, El Alacrán, Playa El Limón y desembocadura del río San Pedro y San Pablo (Hernández-Santana, et. al. 2008).

Composición textural: Los sedimentos están formados por material limo-arcilloso. La distribución textural se norma por las condiciones hidrodinámicas asociadas al viento, marea, aporte fluvial, y la corriente litoral, la cual aporta gran cantidad de arena hacia las lagunas. La tasa de sedimentación arenosa es considerable en las bocas lagunares, con franca influencia marina.

Aportes: Los aportes de sedimento de limo y arcilla, así como de gran cantidad de materia orgánica, se debe al arrastre de ríos y arroyos que vierte sus aguas en el interior de la laguna, principalmente por los ríos San Felipe (desemboca al suroeste de la laguna Carmen) y el Santa Ana (desemboca al

suroeste de la laguna Machona). El aporte de arena es por mareas, el cual es restringido por la escasa profundidad de la laguna y por los abundantes depósitos sedimentarios formados en las proximidades de las bocas.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS:

En el sistema lagunar, los parámetros físico-químicos están íntimamente relacionados con la temporada de nortes (lluvias) y de estiaje, así como con los regímenes de la marea, del clima y con el aporte fluvial de los ríos y escurrimientos que desembocan en este sistema lagunar.

Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona

Parámetro	Mínima	Máxima	Promedio
Temperatura (°C)	19.5	33.5	21-29
En temporada de nortes, Carmen registra temperaturas mayores a 28 °C, mientras que en tiempos de estiaje, esta condición se invierte, siendo Pajonal y Machona donde se incrementa la temperatura por arriba de 28 °C.			
Salinidad (ups)	6	37.8	11-25* 33-36**
Los rangos de salinidad se mantienen más constantes en La Machona y en El Pajonal, que en Carmen			
Oxígeno (mg/l)	5	10.5	-
La amplitud del rango de oxígeno se mantienen más constantes en La Machona y en El Pajonal, que en Carmen			
pH	6	8.4	-
Clorofila a (µg/l)	0.60	1.1388	

NOTA: * En época de Norte. **En época de estiaje

Impacto ambiental: Este sistema lagunar ha tenido importante impacto ambiental, especialmente en la laguna La Machona al abrir la boca artificial de Panteones, lo que ha motivado: a) incremento de salinidad; b) azolvamiento, c) inhibición de los bancos ostrícolas cercanos a la boca, d) introducción de especies de carácter más marino.

La intrusión salina por la construcción de canales desencadenó un proceso de sucesión ecológica, único por su magnitud en Tabasco y posiblemente en todo México, que dio como resultado que las poblaciones de peces dulceacuícolas en las lagunas fueran desplazadas por poblaciones marinas. Asimismo, los efectos del cambio climático siguen ocasionando erosión marina en las playas de la barra y se reporta un aumento promedio en el nivel del mar de alrededor de 1.4 mm/año. Se cree que a largo plazo, este sistema lagunar pueda convertirse en bahía.

Contaminación: La contaminación de este sistema lagunar, está relacionada directamente con:

- Los desechos de los asentamientos humanos alrededor del cuerpo de agua (descargas de drenaje),
- Desechos industriales,
- Tiraderos de residuos sólidos,
- Ingenios,
- Infraestructura de PEMEX.

Presencia de coliformes en el sistema lagunar promedio anual

Estación del año y Norma	Coliformes totales NMP/100g	Coliformes fecales NMP/100g
Lluvias	1011.2- 6.3	NR
Nortes	218.7-6.3	930-120
Estiaje	NR	275-120

Algunos de los metales pesados detectados en el sistema lagunar tomando en cuenta los Subíndices ambientales (calidad ambiental del ecosistema): Cd (0.31 µg/l) permisible; Cu (15.7 µg/l) y Pb (48 µg/l) sobre los límites permisibles (Ortiz-Gallardo M.S, et al. 2012).

LISTADO DE ESPECIES:

Especies nativas representativas del sistema lagunar Carmen - Pajonal - Machona	
Moluscos	Ostión (<i>Crassostrea virginica</i>)
	Caracol (<i>Melongena melongena</i>)
Crustáceos	Jaiba (<i>Callinectes rathbunae</i> , <i>C. sapidus</i> y <i>C. similis</i>)
	Cangrejo moro (<i>Menippe mercenaria</i>)
	Camarón (<i>Litopenaeus setiferus</i> ; <i>Farfantepenaeus aztecus</i> , y <i>F. duorarum</i>)
Peces	Lebrancha (<i>Mugil curema</i>)
	Lisa (<i>Mugil cephalus</i>)
	Robalo prieto (<i>Centropomus poeyi</i>)
	Chucumite (<i>Centropomus parallelus</i>)
	Mojarra (<i>Diapterus auratus</i> , <i>D. rhombeus</i> , <i>Eugerres plumieri</i>)
	Castarrica (<i>Cichlasoma urophthalmus</i>)
	Sargo (<i>Archosargus probatocephalus</i>)
	Trucha (<i>Cynoscion arenarius</i> , <i>C. nebulosus</i>)
	Cintilla (<i>Trichiurus lepturus</i>)
	Ronco (<i>Bathystoma rimator</i> , <i>Conodon nobilis</i>)
	Pargo mulato (<i>Lutjanus griseus</i>)
Bagre bandera (<i>Bagre marinus</i>)	
Celenterados	Medusa (<i>Stomolophus meleagris</i>)

Nota: Las especies son aprovechadas por la actividad pesquera.

ACTIVIDAD ACUÍCOLA EN EL SISTEMA LAGUNAR:

Especies que se cultivan	Parámetros Físico-químicos para cultivo.
Ostión (<i>Crassostrea virginica</i>)	Temperatura promedio: 27.8°C Oxígeno disuelto: 5 mg/l pH: 7 Salinidad: 23.9‰
*Camarón blanco del pacífico (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Temperatura promedio: 28°C. Oxígeno disuelto: 6 mg/l pH: 7 a 9 Salinidad: 25‰
Tilapias – mojarra (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Temperatura: 24 a 30°C Oxígeno disuelto: 5 mg/l pH: 7 - 8

NOTA: *Especie introducida y cultivada en la periferia del sistema lagunar.

- **Ostión:** La actividad acuícola se desarrolla a través de colecta de semilla del medio natural de ostión americano, a través de colectores de sarta tipo japonés. Asimismo la engorda se realiza en sartas. Estas últimas son colocadas sobre travesaños de madera (particularmente de palmera de coco) con un diámetro entre 3 a 5" y 30 m de largo. Los travesaños se colocan sobre pilotes los cuales son de concreto, de forma oblonga y terminación puntiaguda o plana, con dimensiones aproximadas de 4.5 m de largo por 0.15 m de ancho por 0.20 m de alto, los cuales tienen un armazón de acero. La separación entre pilotes es de 3 m, y la misma distancia entre cada línea de pilotes.
- **Camarón:** La engorda de camarón se hace en el perímetro de la laguna generalmente en algunos de sus brazos. Se realiza comúnmente en estanques rústicos de 1.5 a 2.5 ha, pero se llegan a encontrar hasta las 6 ha. Sin embargo, los permisos para realizar este tipo de infraestructura en el perímetro de este sistema lagunar, cada vez son más restringidos por la SEMARNAT, dado que este sistema, se encuentra ubicado en el área 53 incluida en las Regiones Prioritarias Marinas de México. Por otra parte, la especie *Litopenaeus vannamei*, es una especie exótica para esta zona.
- **Tilapia nilótica:** Actualmente el cultivo de tilapia ha sido a través de estanques. El cultivo de tilapia tiene su biotecnología completa, por lo que cuenta con los insumos necesarios. Sin embargo esta especie es exótica y no se conoce la repercusión ecológica y sanitaria que pueda tener su presencia en el sistema lagunar.

Especies con potencial de cultivo	Parámetros Físico-químicos para cultivo.
**Castarrica (<i>Cichlasoma urophthalmus</i>)	Temperatura promedio: 28°C. Oxígeno disuelto: 7 mg/l pH: 6.5 a 7 Salinidad: 0 a 35‰
**Róbalo (<i>Centropomus poeyi</i>) Chucumite (<i>Centropomus parallelus</i>)	Temperatura promedio: 27 a 30°C. Oxígeno disuelto: 5 a 6 mg/l pH: 7 Salinidad: 0 a 3‰

NOTA: **Especie nativa con potencial.

- **Castarrica:** El cultivo no se ha realizado en este sistema lagunar, sin embargo se propone como una de las especies con potencial de desarrollo en este cuerpo de agua, considerando los siguientes puntos: a) Especie nativa de este sistema lagunar, b) adaptabilidad a amplios rangos de salinidad, c) alto valor económico en la región, y d) actualmente se cuenta con tecnología para producirla en laboratorio. La engorda de esta especie se realiza principalmente a escala rural y experimental en la región de distribución natural de la misma, generalmente en estanquería, sin embargo, podrían iniciarse cultivos de fomento en jaulas dentro del sistema lagunar, en las zonas más profundas de la laguna.
- **Róbalo:** Especie potencial de cultivo (engorda) dentro del sistema lagunar, dado a que es nativa de la zona y se reporta como una pesquería en la misma. Sin embargo esta posibilidad a la fecha, sólo podría darse como fomento, dado a que en la actualidad aún no se cuenta con cría producida en laboratorios. Sin embargo las investigaciones en este tema se están desarrollando en la actualidad.

SANIDAD:

Sanidad acuícola: En el sistema lagunar se ha reportado la presencia de: (Cóccidios), Tremátodos (*Bucephalus*), Céstodos (*Tylocephalum sp.*), protozoario parásito (*Perkinsus marinus*).

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA PARA LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA:

Consideraciones para la actividad acuícola: En lo general, la actividad acuícola de producción tiene dependencia con los procesos meteorológicos, por lo que deberán de tenerse en cuenta a la hora de plantear un proyecto. Sin embargo los parámetros a considerar para la toma de decisiones de que especie cultivar son: Temperatura, salinidad, batimetría, corrientes, y aportes de agua dulce.

Asimismo, deberá de tomarse en cuenta para cualquier tipo de cultivo (especialmente el de moluscos) la carga bacteriana y la concentración de metales pesados.

Características de cada laguna del Sistema lagunar a considerar para la actividad acuícola:

- La laguna Carmen, es recomendada para organismos salobres o de preferencia que sean eurihalinos, dada al amplio rango de salinidades que en ella se ha llegado a reportar.
- La laguna Pajonal se recomienda para el cultivo de organismos salobres y filtradores, dado que existe un menor rango de variabilidad en la salinidad, además presenta corrientes moderadas y tiene batimetría somera. Asimismo, es donde se reportan las menores concentraciones de coliformes totales y fecales.
- La laguna Machona, es recomendable para organismos con características de marino-salobres a marinos.