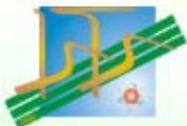




# MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILADO ACIDO DE PEZ DIABLO ( *Hypostomus plecostomus* )

Autor: M. en T. Natividad de la Paz Reyes Ramos



**Instituto Tecnológico Superior  
de la Región Sierra**

**Fundación  
PRODUCE *Tabasco*  
A.C.**



## INTRODUCCIÓN

La distribución y abundancia del pez comúnmente llamado pez diablo o bagre acorazado es considerada un asunto de alto riesgo tanto a nivel estatal como regional. Se trata de Loricaridos de origen amazónico, cuyas cualidades físicas y fisiológicas le han permitido desde sus primeros registros en Tabasco en los años 90's<sup>1</sup>, una propagación exponencial que ocasiona alteraciones en la estructura y funcionamiento del territorio receptor, causando daños ecológicos y socioeconómicos, debido a su alta fecundidad comparado con la mojarra común (2500 vs 800 huevos por individuo en un ciclo), además de no tener un depredador natural y estar bastante adaptado al medio local. Por otro lado, se trata de un depredador de amplio espectro: algas, detritos, larvas de moluscos y huevos de pescados, al competir por espacios y alimentos con otras especies, los desplaza fácilmente pudiendo llevarlas a la extinción<sup>2</sup>.

Los usos y costumbres de más de 8 mil personas pertenecientes a cooperativas pesqueras de todo el estado se han visto afectados, ya que este pez rompe las redes y puede causar lesiones serias al ser pisado por las personas. Actualmente, este pez no tiene un aprovechamiento y representa un problema de tipo ambiental, ya que es tirado a cielo abierto, causando posibles focos de infección en las áreas donde se deposita.

En atención a las demandas de los afectados, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca del Gobierno del Estado de Tabasco, propuso como parte de la agenda de innovación de la Fundación Produce en 2009, la inclusión de este tema como prioritario, aceptándose la propuesta presentada por el Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra, con el objetivo de validar en Tabasco el proceso productivo de ensilado ácido de pez diablo y divulgar la información a través del presente manual.

<sup>1</sup> Páramo, 2005,

<sup>2</sup> Courternay y Stauffer, 1990.

## ¿QUÉ ES EL ENSILADO?

Es el proceso de guardar alimentos en un silo, con la finalidad de conservar sus características nutritivas<sup>3</sup>

## ¿QUÉ ES EL ENSILADO ÁCIDO DE PESCADO?

Es la manera de preservar productos pesqueros a temperatura ambiente, mediante la adición de ácidos. La conservación del producto se logra por el efecto de los ácidos sobre las bacterias presentes.

El producto terminado tiene un olor fuerte a pescado, una consistencia pastosa-líquida. Debido al alto grado de hidrólisis que se produce durante su almacenamiento, contiene una alta concentración de aminoácidos libres; por ello, tiene ciertas restricciones para ser utilizado como fuente alimenticia única<sup>4</sup>, pero es una alternativa para emplearse como complemento alimenticio para animales domésticos y en acuacultura<sup>5</sup>

<sup>3</sup> *Gildberg, 1982.*

<sup>4</sup> *Backhoff, 1976,*

<sup>5</sup> *Hardy et al., 1983; Winsory Barlow, 1984; Asgary Austreng, 1986 y Stone et al., 1989.*



## **CAPTURA Y TRASLADO AL CENTRO DE ACOPIO.**

Después de la captura, se recomienda sea puesto en cajas de plástico para ser trasladado al centro de acopio. Si éste quedara a una distancia mayor de tres horas, es necesario realizar un embalaje cuidadoso e incluso el uso de hielo para que el pescado llegue fresco.

## **PROCESO DE RECEPCIÓN EN EL CENTRO DE ACOPIO.**

**Lavado y pesado del pescado.** Al arribo en el centro de acopio, se revisa si los especímenes traen lodo o tierra en el cuerpo. Se deben de limpiar con agua limpia, fregando el pescado si es necesario con estropajo o cepillos de plástico hasta observar que el agua quede clara, señal que los lodos y tierra se han eliminado completamente. Al realizar la última lavada, utilizar preferentemente agua limpia con 0.5 ml de cloro por litro. Una vez limpios, pesar el producto para posteriormente colocarse en rejas de plástico (aproximadamente 28 kg por tara)

## **TRANSPORTE A LA PLANTA DE PROCESAMIENTO.**

Una vez colocado el pescado en las taras, está listo para su entrega a la planta de procesamiento. Pueden utilizarse tarimas de plástico para el manejo de la carga.

**Recomendación:** Esta actividad debe realizarse en máximo dos horas, contando incluso el tiempo de la captura, por lo que la entrega del pescado al centro de acopio debe ser puntual para realizar el proceso de limpieza y lavado en óptimas condiciones.

**Limpieza.** Las taras, tarimas, tinas y la camioneta para el transporte del pescado, deben ser lavadas escrupulosamente con agua y jabón, desinfectándolas con agua con cloro, utilizando cepillos sintéticos para eliminar cualquier residuo.

## RECIBO EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO

La planta de procesamiento debe limpiarse diariamente, desinfectándose pisos y paredes. Los equipos que se utilizaron deben dejarse limpios y desinfectados para el proceso que se realizará al día siguiente.

Los equipos (tinajas, mesas, sierra, cutter, etc.,) se lavarán con jabón, utilizando agua que contenga .5 ml de cloro por litro. También deben lavarse los envases, bolsas de polietileno y taras, tapas etc., que se utilizarán. Hay que tener cuidado en las bolsas o empaques que no les quede agua estancada.

**Control de calidad.** Pesar unos 1, 120 kg del pescado entero para obtener aproximadamente 1,000 kg para ensilado. Hay que asegurarse que venga limpio (que no traiga lodo o tierra) y en buen estado. En caso de no ser así, debe ser regresado al centro de acopio para su respectiva limpieza.

**Eliminación de la cabeza.** Se coloca el pescado en una mesa de acero inoxidable para la eliminación de la cabeza. Debe tomarse al pescado por el dorso, plegando sus aletas pectorales y dorsales hacia él, descabezándolo con la sierra eléctrica. Posteriormente se realizará un corte transversalmente a la mitad con la sierra. Si el pescado pesa un kilo o más, se hará un corte longitudinal desde la parte frontal hasta la caudal y tres cortes en forma transversal, con la finalidad que los trozos no sean mayores de 10 cm y facilitar el molido en el cutter, que es un equipo de acero inoxidable que se utiliza para moler y mezclar en cuestión de segundos, con un grado de finura hasta hacer la carne una pasta, Equipo trifásico. 220 voltios / 60 Hz. 1.6 / 2.3 Hp. Posee 3 cuchillas y su cuba tiene una velocidad de 9/18 RPM. Las cuchillas giran a 1300/2600 RPM

### PREPARACION DE LOS ADITIVOS

Hay dos fórmulas que pueden ser usadas para el proceso de ensilado ácido de pescado:

#### FÓRMULA A

REACTIVOS	CANTIDAD/KG DE PESCADO	CANTIDAD/1000 KG DE PESCADO
Acido fosfórico	2.6 ml	2,600 ml
Acido cítrico	3.0 ml	3,000 ml
Benzoato de sodio	1.0 g	1,000 g
BHT	1.0 g	1,000 g

## FÓRMULA B

REACTIVOS	CANTIDAD/KG. DE PESCADO	CANTIDAD /1000 KG. DE PESCADO
• Acido sulfúrico	3.0 ml	3,000 ml
• Acido acético	3.0 g	3,000 g
• Benzoato de sodio	1.0 g	1000 g
• BHT	1.0 g	1000 g

Cualquiera de las dos fórmulas puede utilizarse con excelentes resultados. Una vez que tenemos molida la carne.

**QUÉ ES UN PEACHÍMETRO:** Es un equipo que se utiliza para determinar la acidez o la alcalinidad que posee cada sustancia. El pH es una característica propia de cada producto, la sigla significa Potencial Hidrógeno. La escala de medición va desde cero (0) a catorce (14), conteniendo la escala de cero (0) a siete (7) todos los productos o sustancias identificadas como ácidos y la escala que va del siete (7) a catorce (14), las sustancias alcalinas o básicas; Siete (7) es el valor neutro (ni ácido, ni básico, los peachímetros son equipos manuales)

**ENVASADO.** Para asegurarnos que el proceso de incubación se realizará de una forma correcta, una vez que se alcanza el pH deseado, hay que colocar una bolsa de plástico de polietileno de alta densidad en los tanques de 200 kg, la cual estará previamente lavada, desinfectada y escurrida. Se procede a envasar el ensilado en los tanques, cuidando que la bolsa se cierre con una liga, para luego proceder a tapar y flejar el tanque, colocándolo en el área de incubación el cual debe de realizarse en un lugar limpio, fresco y protegido del sol. Es indispensable el colocar una etiqueta que tenga el número de lote, la fecha de realización y la hora en que se envasó.

**CONTROL DE LA INCUBACIÓN.** Después de 72 horas de incubación tiempo en el que los ácidos activan el proceso, (al tercer día) se vuelve a medir el pH del ensilado, el cual debe conservar un parámetro no mayor de 4. Esto indica que el ensilado está en óptimas condiciones y listo para ser utilizado como fuente de proteína en la elaboración de dietas, en caso de no utilizarse inmediatamente, se puede guardar por tiempo indefinido será necesario checar el grado de acidez pH diariamente, cuidando que el rango no pase de 4 en caso de llegar a 4.1 se le debe agregar ácido cítrico 3 gramos por kilogramo de ensilado lo que nos permitirá mantener el nivel de acidez del ensilado y consérvalo por más de 60 días, cuando se checa el nivel de acidez, se aprovecha para revolver el ensilado, cuidando de no manchar las paredes del tanque o de la bolsa de polietileno evitando dejar residuos de ensilado en las paredes, esta práctica evitara que el producto se contamine.

## Pesaje



Pesaje, las balanzas y equipos de medición utilizados en el proceso se deben de calibrar correctamente para evitar errores, que pueden perjudicar el proceso.

## Lavado y desinfectado



Se debe tener cuidado de eliminar el lodo del vientre del pescado, por lo que debe ser lavado un mínimo de cuatro veces utilizando en el último lavado 0.5 ml de cloro por litro de agua, procurando siempre que el agua este limpia.

## Lavado y desinfectado de los equipos y utensilios



Es importante realizar el lavado y desinfectado de los equipos y utensilios con jabón y agua con cloro; procediendo del mismo modo con los envases, bolsas de polietileno de alta densidad y tapas que se ocuparán para el envasado del ensilado.



## Cortes



Debe tomarse al pescado por el dorso, plegando sus aletas pectorales y dorsales hacia él, descabezándolo con la sierra eléctrica. Posteriormente, realizar un corte transversal, a ambos costados de la zona ventral, y uno longitudinal, desde la parte frontal hasta la caudal.



## Proceso de molido adición de químicos y mezclado



Ya molido el pescado, se deja en el cutter para agregarle los ácidos. Si se utiliza la fórmula A, se deben aplicar uno por uno los ingredientes. Una vez adicionados, se mezclarán utilizando para ello el cutter por 15 minutos para lograr que los aditivos se adhieran homogéneamente en la pasta. Posteriormente, medir el pH de esta pasta, la cual debe estar en un rango de 2.5 a 4.



Si utilizamos la forma B, una vez molido el pescado, se debe agregar primeramente el ácido sulfúrico y mezclarse en el cutter por 10 minutos. Utilizando el peachimetro, constatar que la pasta tenga un pH no mayor de 3; si no se logra, se le debe adicionar más ácido sulfúrico hasta que la mezcla tenga un pH de 3. Una vez obtenida esta acidez, se le adicionarán los demás ingredientes y se mezclarán por 5 minutos utilizando el cutter; se vuelve a determinar el grado de acidez de la pasta, la cual debe estar en un rango de 2.5 a 4.

## Envasado y etiquetado



Una vez que ha sido realizado el envasado, se debe verificar el pH antes de proceder a tapar, debiendo mantener un nivel no mayor de 4, para garantizar la calidad del ensilado.

## Incubación por 72 horas y medición del pH



El proceso de incubado debe realizarse en un lugar limpio, fresco y protegido del sol. Una vez que el ensilado paso en reposo 72 horas desde su elaboración, tiempo en que sucede el proceso de activación por la adición de los ácidos al pescado molido, se verifica con el peachimetro, que el grado de acidez se encuentre en un rango de 3 y no mayor de 4. Si llegara a un rango de 4.1 hasta 4.5, se procede agregar 3 g de acido cítrico por kg de pasta, lo que permitirá nivelar el grado de acidez del ensilado a 3. En caso de que presente una acidez de 5, significa que el producto está contaminado, por la cual no podemos utilizarlo.

## COMPOSICION NUTRIMENTAL ESPERADA DEL ENSILADO ACIDO DEL PEZ DIABLO

COMPONENTE	PORCENTUAL
Humedad (%)	63-65
Materia Seca (MS)	35-37
Proteínas (%)	47 -50
Cenizas (%)	30-35
Calcio (%)	14-16
Fósforo (%)	6.5 a 7.15
Digestibilidad	95-97
Histaminas	9.89 ppm

## CONTROL DE CALIDAD E INOCUIDAD DEL ENSILADO ACIDO DE PEZ DIABLO

### DETERMINACION DE MINERALES, METALES PESADOS.

NMX-Y310-SCFI-2008, NOM-028-SSA1-1993

Clave	Análisis	Resultados	Limite	Limite de cuantificación	Limite de detección	Incertidumbre
Metales pesados en pescado fresco	Mercurio	N.D	1,0mg/kg	0,056mg/kg	0,018mg/kg	*- 0,008 mg/kg
	Plomo	N.D	1,0mg/kg	0,07mg/kg	0,02mg/kg	*- 0,0034 mg/kg
	Cadmio	N.D	0,5MG/Kg	0,1 mg/kg	0,03 mg/kg	*- 0,0041 mg/kg
	Cromo	N.D	No especificado	0,24 mg/kg	0,08 mg/kg	*- 0,066 mg/kg

Parámetro	Nivel máximo aceptado por la norma NOM-027-SSAI-1993	Resultados análisis microbiológicos de Ensilados ácidos
Mesofílicos aerobios	10 000 000 UFC/g.	2100 UFC/g
Staphylococcus aureus	1 000 UFC/g.	-10 UFC/g
Coliformes fecales	400 NMP/g.	4 NMP/g.
Salmonella spp. en 25 g.	Ausente	Ausente

## REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN PARA UNA PLANTA DE ENSILADO

Es importante que el centro de acopio y la planta de procesamiento estén ubicados muy cerca del lugar de captura, para ahorrarnos costos de energía, gasolina, adquisición de hielo etc.- y que se cuente con energía eléctrica, la cual que puede ser bifásica o trifásica dependiendo de la capacidad de consumo de energía de los equipos utilizados en el proceso. También es muy importante, que se cuente con agua potable o la instalación de 5 filtros eliminadores de lodos y materia orgánica, para contar con un agua limpia.

Se pueden diseñar diferentes alternativas tecnológicas para la producción de ensilados. La elaboración del ensilado ácido de pescado puede llevarse a cabo tanto a nivel artesanal (utilizando tanques de 200 kilos de polietileno de alta densidad) o bien en escala industrial (una tonelada por día o más).

El equipo y diseño del proceso puede irse adaptando por módulos de acuerdo a la cantidad proyectada de venta diaria. El proceso puede ser manual, discontinuo o totalmente automatizado.

### CENTRO DE ACOPIO

Equipos	Costo unitario	Inversión
1 Camioneta NISSAN de una tonelada equipada con caja	\$169,000.00	\$169,000.00
50 taras de plástico de 28 kilos c/u	\$110.00	\$5,500.00
2 Palas de plástico	\$110.00	\$220.00
10 cubetas de plástico	\$20.00	\$200.00
4 Tinas de acero inoxidable, movibles con llave de drenaje 1.10x2.0x1.0 mts.	30,000.00	\$120,000.00
1 Cisterna de ROTOPLAS de 5000 litros	\$13,000.00	\$13,000.00
4 Sistemas de filtros para eliminación de lodo de agua potable	\$8,000.00	\$8,000.00
1 Balanza de 500 kg	\$12,000.00	\$12,000.00
1 Equipo de lavado a presión	\$3,000.00	\$3,000.00
3 Botes de basura de plástico	\$100.00	\$300.00
10 Tarimas de plástico de 1.30 x 1.30	\$250.00	\$250.00
	<b>Total</b>	<b>\$325,970.00</b>

### PLANTA DE PROCESAMIENTO

10 tarimas de plástico de 1.30 x 1.30 mts.	\$250.00	\$250.00
1 Mesa de acero inoxidable de 1.20 x 2.0 m con sistema de drenaje para colocar el pescado /descabezado	\$30,000.00	\$30,000.00
1 Sierra fija para cortes	\$50,000.00	\$50,000.00
1 Tina de acero inoxidable móvil con sistema de drenaje para traslado del pescado al cutter	30,000.00	30,000.00
1 Cutter con capacidad de 200 kilos /hora	\$500,000.00	\$500,000.00
1 equipo de lavado a presión	\$3,000.00	\$3,000.00
10 cuchillos tipo hacha	\$120.00	\$1,200.00
10 tablas de plástico para corte de pescado	\$50.00	\$500.00
2 Palas de plástico	\$110.00	\$220.00
10 Cubetas de plástico	\$20.00	\$200.00
4 Carretillas de plástico para traslado de residuos al sistema de compostaje	\$350.00	\$1,400.00
1 Tablero de control eléctrico encendido de equipos	\$30,000.00	\$30,000.00
15 tanques de 200 kilos con tapa	\$ 250.00	\$3750.00
	<b>Total</b>	<b>\$650,520.00</b>

**LABORATORIO**

1 Balanza analítica	10,000.00	\$10,000.00
10 pHmetros	1,200.00	\$12,000.00
10 Pipetas de plástico	20	\$200.00
20 Vasos de precipitados graduados de 1 litro	\$50.00	\$1,000.00
20 Vasos de precipitados de 50 ml.	\$30.00	\$600.00
10 Pipetas de vidrio de 200 ml.	50.00	\$500.00
10 Botes de plástico transparente de dos kilos para guardar reactivos	\$60.00	\$600.00
	<b>Total</b>	<b>\$24,900.00</b>

**INVERSIÓN**

Equipos del centro de acopio	\$325,970.00
Equipos del centro de procesamiento	\$650,520.00
Equipos del laboratorio	\$24,900.00
<b>SUB TOTAL I</b>	<b>\$1,001,390.00</b>

**NOTA:** esta información no incluye inversión en edificios y capital de trabajo

## COSTOS DE ADITIVOS E INSUMOS PARA PREPARAR UNA TONELADA DE ENSILADO ÁCIDO DEL PEZ DIABLO

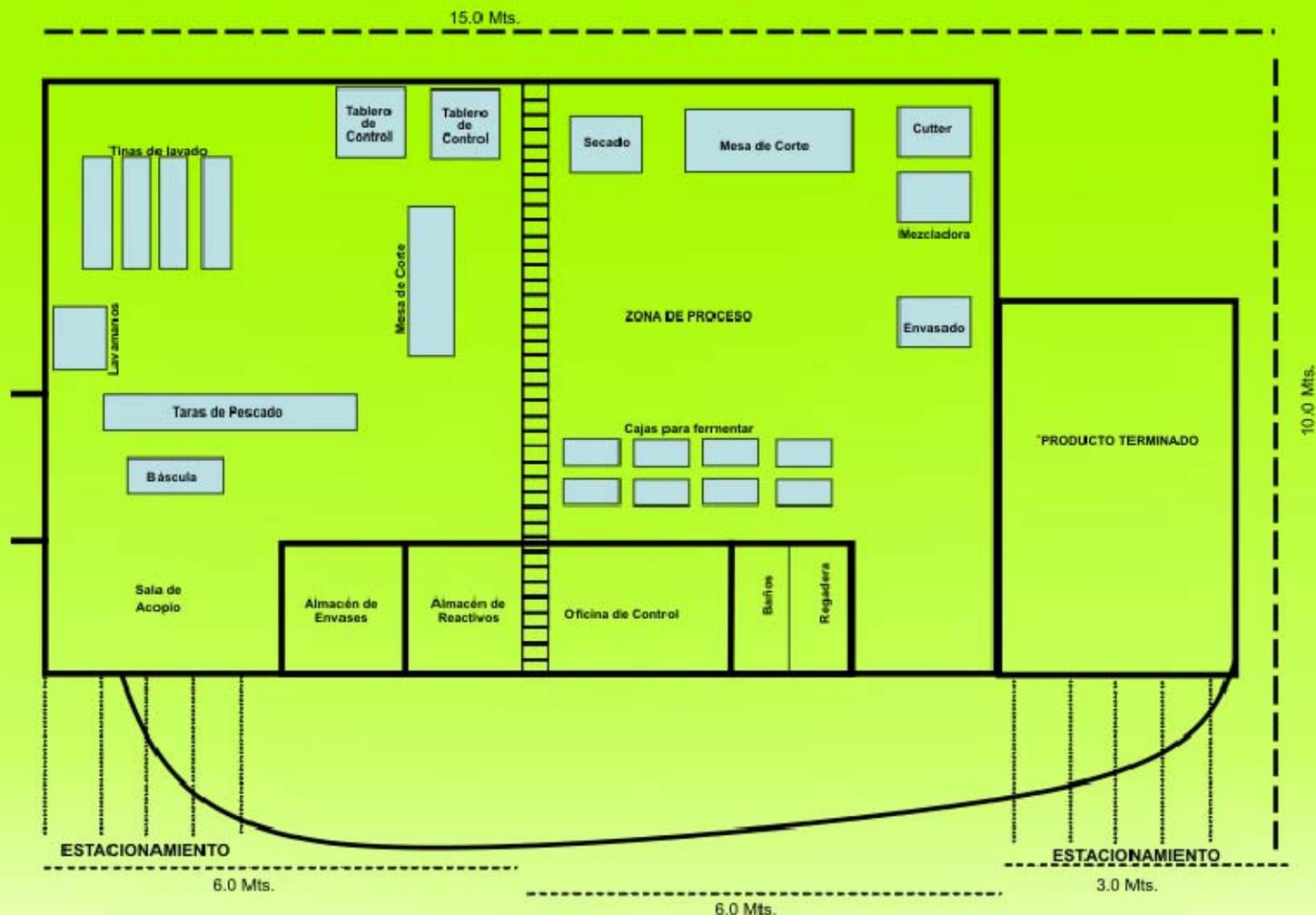
**FÓRMULA 1**

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Pescado Entero	1,150 kg.		
Tanques de 200 kg.			
Mano de obra 3 personas	3 personas	\$100.00	\$300.00
<b>INSUMOS:</b>			
Acido fosfórico	2,600 ml.	\$68.33	\$177.66
Acido cítrico	3,000 g.	\$29.00	\$ 87.00
Benzoato de sodio	1,000 g.	\$40.00	\$40.00
BHT	1,000 ml.	\$84.00	\$84.00
Bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de 200 kg.	5	10.00	50.00
25 usos inv. Equipo de proceso	5	12.50	12.50
		<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$928.82</b>

**FÓRMULA 2**

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Pescado Entero	1,150 kg.		
Tanques de 200 kg.			
Mano de obra 3 personas	3 personas	\$100.00	\$300.00
<b>INSUMOS:</b>			
Acido Sulfúrico	3,000 g.	\$70.00	\$210.00
Acido acético	3,000 g.	\$12.00	\$ 36.00
Benzoato de sodio	1,000 g.	\$40.00	\$40.00
BHT	1,000 ml.	\$84.00	\$84.00
Bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de 200 kg.	5	10.00	50.00
25 usos inv. Equipo de proceso	5	12.50	12.50
		<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 692.50</b>

# DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



M. en T. Natividad de la Paz Reyes Ramos, investigadora del **Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra**  
 Carretera Tapa-Tacotalpa, Km.4.5 Ejido Francisco Javier Mina  
 Teapa, Tabasco-México. C.P. 86801  
 Tel. 01(932)32.4.06.50 ext. 688  
 Fax. 01(932)32.4.06.59  
<http://www.itss.edu.mx>

Mayo, 2010

TEAPA, TABASCO - MÉXICO

Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento indicando la fuente.



**Agradecemos a las siguientes autoridades, por su valioso apoyo para la elaboración de este proyecto:**

Quím. Andrés Rafael Granier Melo  
Gobernador Constitucional del Estado de Tabasco

M.A.D. Carlos Manuel Roviroza Ruiz  
Secretario de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca

Ing. María Guadalupe Guerrero Córdova  
Delegada Estatal de la SAGARPA Tabasco

Dr. Carlos Miguel García Bojalil  
Subsecretario de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca

Rafael Mora Clemente  
Subsecretario de Desarrollo Rural

Ing. Mario González Salvador  
Presidente de Fundación Produce Tabasco, A.C.

Ing. Francisco J. Gurza Merino  
Gerente de Fundación Produce Tabasco, A.C.

Dr. María Teresa Viana Castrillón  
Investigadora del Instituto de Investigaciones Oceanológicas  
Universidad Autónoma de Baja California

Ing. Arturo Pérez Herrera  
Director del Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra

Lic. Alvaro Fojaco Rojas  
Director de Vinculación del ITSS

C.P. Rocío Bocanegra Guzmán  
Subdirectora de Admón. y Finanzas del ITSS

Ing. Adriana Jiménez Miranda  
Jefa de la Carrera de Ingeniería Bioquímica del ITSS

M. en C. Magdalena Hernández  
Profesora de asignatura del ITSS

