

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**



“Diseño, evaluación y desarrollo de un modelo de producción de camarón deshidratado, utilizando energía renovable, en la estación experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala”

**Ing. Agr. Gustavo Adolfo Elías Ogáldez
Coordinador de Proyecto**

Mayo 2014

Programa Universitario de Investigación, área y Prioridad:
Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición – PRUNIAN-

Título:
“Diseño, evaluación y desarrollo de un modelo de producción de camarón deshidratado, utilizando energía renovable, en la estación experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala”

Integrantes:
Ing. Agr. Gustavo Adolfo Elías Ogáldez
Coordinador de Proyecto

M.Sc. Adrian Mauricio Castro López
Investigador

Licda. Gabriela Andrea Nájera Palomo
Investigadora

T.A. Juan Carlos Tejeda Mazariegos
Auxiliar de Investigación

T.A. María José Rodas Sánchez
Auxiliar de Investigación

T.A. Sara Abigail Leal Salguero
Auxiliar de Investigación

Maximiliano Salvador Cuellar
Trabajador de Campo

Investigadores Ad Honorem
Lic. Julio Fernando García Vargas
Br. Alva Judith Montiel Montenegro

Instituciones participantes y co-financiantes:
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-

Agradecimientos:

Al Dr. Rafael Jiménez Castañeda, asesor externo del proyecto de parte de la Universidad de Cádiz, España.

Al Ing. Pedro Julio García Chacón, coordinador del Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas de CEMA.

A la Inga. Liuba Cabrera, coordinadora del Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición de la DIGI.

Al M.Sc. Erick Villagrán Colón, Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES	4
III. JUSTIFICACIÓN	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
1. Camarón deshidratado	6
2. Normativa Mexicana para elaboración de camarón deshidratado	7
3. Energías Renovables	8
1.1.1 Energía Solar	9
4. Análisis Sensorial	10
5. Análisis Microbiológico	10
6. Análisis de Humedad	12
V. OBJETIVOS	
1. Objetivo General	13
2. Objetivos Específicos	13
3. Hipótesis	14
VI. METODOLOGÍA	
1. Ubicación geográfica	15
6.1.1 Métodos, técnicas y procedimientos e instrumentos	16
- Primera Fase: Diseño, instalación y puesta en marcha de la planta a escala piloto de procesado de camarón deshidratado.	16
a. Diseño y simulación	16
b. Instalación y puesta en marcha	17
- Segunda fase	18
1. Optimización del proceso de obtención de camarón deshidratado en búsqueda a maximizar la calidad de esta.	18
a. Obtención de materia prima	18

b. Eliminación de cefalotórax y retirado de caparazón de la cola	19
c. Pesado inicial	19
d. Deshidratado osmótico	20
e. Deshidratación por aire caliente	21
f. Empacado	22
g. Diagrama de flujo para la deshidratación de músculo de camarón	22
2. Proceso de deshidratado de camarón a través de energía térmica	23
- Tercera fase	24
a. Determinación de humedad	24
b. Determinación de microbiológicos	24
- Cuarta fase: Evaluación sensorial	25
- Quinta fase: Elaboración de manual de proceso	25
- Sexta fase: Determinación de costos de producción	26
- Séptima fase: Divulgación, socialización y difusión del proyecto	26
2. Definición de las variables	
- Diseño experimental	26
- Variables	26
3. Análisis de la información	27
VII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
1. Modelo de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, utilizando energía renovable.	28
2. Descripción modelo de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, utilizando energía renovable.	28
2.1 Componentes de la instalación y su descripciones	29
2.1.1 Térmico	
2.1.2 Fotovoltaico	29
2.1.3 Minieólica	30

2.2	Funcionamiento del sistema	31
2.2.1	Sistema térmico	32
2.2.2	Sistema solar fotovoltaico y eólico	32
3.	Manual de proceso de producción de camarón deshidratado.	33
4.	Comparar y evaluar la calidad del producto obtenido versus producto tradicional mediante pruebas organolépticas.	34
4.1.	Diagrama de proceso tradicional de deshidratado de camarón (1 kg)	35
4.2.	Proceso propuesto para deshidratación de camarón (1 kg)	36
4.3.	Comparación entre ambos procesos.	37
4.3.1	Sensoriales	37
4.3.2	Análisis Microbiológico	42
4.3.3	Análisis de Humedad	44
5.	Establecer los costos de producción del sistema propuesto versus el sistema tradicional de camarón deshidratado.	46
6.	Divulgación del proyecto.	46
VIII.	CONCLUSIONES	47
IX.	RECOMENDACIONES	48
X.	BIBLIOGRAFÍA	49
XI.	ANEXOS	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de la Estación Experimental de Monterrico.	15
Figura 2	Diseño de la instalación del modelo a escala de la planta.	16
Figura 3	Diseño de la instalación del modelo a escala de la planta.	17
Figura 4	Diseño de la instalación del modelo a escala de la planta.	18
Figura 5	Diagrama de operaciones para secado de músculo de camarón gigante de Malasia (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>).	22
Figura 6	Captadores solares térmicos utilizados en la planta a escala.	24
Figura 7	Modelo a escala de la planta, diseñado durante la ejecución del proyecto.	28
Figura 8	Manual de proceso diseñado durante ejecución del proyecto.	34
Figura 9	Diagrama de proceso tradicional de deshidratado de camarón.	35
Figura 10	Proceso propuesto para deshidratación de camarón.	36
Figura 11	Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto al olor del camarón deshidratado.	38
Figura 12	Efecto de la aceptación del tratamiento sobre el aspecto del camarón deshidratado.	39
Figura 13	Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto al color del camarón deshidratado.	39
Figura 14	Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto al sabor del camarón deshidratado.	40
Figura 15	Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto a la textura del camarón deshidratado.	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01	Clasificación basada en Normativa Mexicana.	8
Cuadro 02	Reglamento Técnico Centroamericano RCTA 67.04.50:08, sección de evaluación para productos hidrobiológicos.	11
Cuadro 03	Normativa peruana, sección de productos hidrobiológicos.	11
Cuadro 04	Aceptación de las características organolépticas del camarón deshidratado en los diferentes tratamientos.	37
Cuadro 05	Análisis microbiológico y determinación del porcentaje de humedad del camarón deshidratado elaborado a partir de diferentes tratamientos de producción.	42
Cuadro 06	Análisis de la humedad en los cuatro tratamientos presentados.	44
Cuadro 07	Costos de producción de camarón deshidratado, utilizando proceso tradicional vrs tratamientos propuestos (costos variables) por kilogramo.	45

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01	Boleta de pruebas organolépticas.	52
Anexo 02	Boleta de pruebas organolépticas.	52
Anexo 03	Boleta de pruebas organolépticas.	52
Anexo 04	Presentación del proyecto ante autoridades de DIGI.	53
Anexo 05	Taller realizado con productores de recursos hidrobiológicos y pescadores artesanales del área de Taxisco, Santa Rosa.	53
Anexo 06	Taller realizado con productores de recursos hidrobiológicos y pescadores artesanales del área de Taxisco, Santa Rosa.	53
Anexo 07	Visita a pequeños productores de recursos hidrobiológicos.	54
Anexo 08	Visita a pequeños productores de recursos hidrobiológicos.	54
Anexo 09	Camarón deshidratado elaborado artesanalmente.	54
Anexo 10	Promoción del proyecto ante estudiantes de primer año CEMA.	55
Anexo 11	Promoción del proyecto ante estudiantes de primer año CEMA.	55
Anexo 12	Presentación de avances ante representantes de la Dirección General de Investigación.	55
Anexo 13	Parte del equipo de investigación del proyecto Junto con la Inga. Liuba Cabrera, Coordinadora del Programa Universitario.	56
Anexo 14	Presentación de resultados ante autoridades de DIGI.	56
Anexo 15	Presentación de resultados ante autoridades de DIGI.	57
Anexo 16	Visita del asesor externo del proyecto, el especialista español Dr. Rafael Jiménez Castañeda a las instalaciones de la Estación Experimental de Monterrico.	57
Anexo 17	Visita del asesor externo del proyecto, el especialista español Dr. Rafael Jiménez Castañeda a las instalaciones de la Estación Experimental de Monterrico.	57
Anexo 18	Lavado, peso inicial y tratamiento térmico a 90°.	58
Anexo 19	Lavado, peso inicial y tratamiento térmico a 90°.	58
Anexo 20	Lavado, peso inicial y tratamiento térmico a 90°.	58
Anexo 21	Eliminación de exceso de agua y pesado.	58

Anexo 22	Eliminación de exceso de agua y pesado.	58
Anexo 23	Eliminación de exceso de agua y pesado.	58
Anexo 24	Proceso de deshidratación: ósmosis (1 hora).	59
Anexo 25	Proceso de deshidratación: ósmosis (1 hora).	59
Anexo 26	Proceso de deshidratación: ósmosis (1 hora).	59
Anexo 27	Proceso de deshidratación: ósmosis (1 hora).	59
Anexo 28	Esperar proceso de ósmosis y eliminación de exceso de agua.	59
Anexo 29	Esperar proceso de ósmosis y eliminación de exceso de agua.	59
Anexo 30	Esperar proceso de ósmosis y eliminación de exceso de agua.	59
Anexo 31	Esperar proceso de ósmosis y eliminación de exceso de agua.	59
Anexo 32	Eliminación de exoesqueleto y pesado.	60
Anexo 33	Eliminación de exoesqueleto y pesado.	60
Anexo 34	Eliminación de exoesqueleto y pesado.	60
Anexo 35	Eliminación de exoesqueleto y pesado.	60
Anexo 36	Colocación del camarón en tapesco artesanal y horno de convección durante horas luz.	60
Anexo 37	Colocación del camarón en tapesco artesanal y horno de convección durante horas luz.	60
Anexo 38	Colocación del camarón en tapesco artesanal y horno de convección durante horas luz.	60
Anexo 39	Colocación del camarón en tapesco artesanal y horno de convección durante horas luz.	60
Anexo 40	Colocación del camarón en horno de convección alimentado por energía solar térmica.	61
Anexo 41	Colocación del camarón en horno de convección alimentado por energía solar térmica.	61
Anexo 42	Monitoreo del proceso de deshidratación del camarón tanto en horno de convección como en tapesco artesanal.	61
Anexo 43	Monitoreo del proceso de deshidratación del camarón tanto en horno de convección como en tapesco artesanal.	61
Anexo 44	Monitoreo del proceso de deshidratación del camarón tanto en horno de convección como en tapesco artesanal.	61
Anexo 45	Monitoreo del proceso de deshidratación del camarón tanto en horno de convección como en tapesco artesanal.	61
Anexo 46	Empacado del producto en bolsas con aislante.	62
Anexo 47	Empacado del producto en bolsas con aislante.	62

Anexo 48	Empacado del producto en bolsas con aislante.	62
Anexo 49	Empacado del producto en bolsas con aislante para su posterior traslado al laboratorio.	62
Anexo 50	Empacado del producto en bolsas con aislante para su posterior traslado al laboratorio.	62
Anexo 51	Análisis de humedad del producto obtenido de los tres tratamientos y el testigo.	63
Anexo 52	Análisis de humedad del producto obtenido de los tres tratamientos y el testigo.	63
Anexo 53	Análisis de humedad del producto obtenido de los tres tratamientos y el testigo.	63
Anexo 54	Publicación del proyecto en Periódico Universitario.	63
Anexo 55	Realización de pruebas sensoriales en CEMA.	64
Anexo 56	Realización de pruebas sensoriales en CEMA.	64
Anexo 57	Realización de pruebas sensoriales en CEMA.	64
Anexo 58	Realización de pruebas sensoriales en CEMA.	64
Anexo 59	Realización de pruebas sensoriales en CEMA.	64

RESUMEN

La técnica de deshidratado de camarón como una opción de preservación de productos, ha sido utilizada desde tiempos ancestrales para lograr que los productos alimenticios puedan llegar a las comunidades más lejanas y así preservarse para tiempos de escasez alimentaria. Actualmente la cultura del comer camarón deshidratado continúa, no solo por el gusto gastronómico en su consumo, sino porque actualmente la canasta básica y los insumos alimentarios en general, están escasos, y la opción de proteína de buena calidad para las comunidades más desfavorecidas alimentariamente.

El camarón al salarse y secarse adquiere un valor agregado que posibilita una mejor ganancia y como consecuencia genera mayores ingresos económicos a los pescadores artesanales.

Este proyecto pretendió diseñar una planta de producción a escala de laboratorio del proceso de camarón deshidratado, con la finalidad de mejorar la calidad y que dicho proceso fuera respetable con el medio ambiente. Al impulsar energía solar térmica, se pretendió no solo mejorar la calidad, sino hacer el proceso más eficiente al disminuir el tiempo de secado.

Para determinar la calidad del producto final, se sometió a un análisis sensorial y determinación de la humedad del camarón deshidratado.

La investigación generó información importante para elaborar alimentos de origen hidrobiológico con energía renovable, que impacta positivamente por el momento coyuntural que Guatemala atraviesa, en donde la generación de opciones alimentarias de calidad, es de vital importancia para la recuperación de conglomerados de guatemaltecos con desnutrición ya sea crónica o aguda.

El proyecto contó con un equipo solar térmico suficiente para montar un laboratorio de deshidratado de camarón, el que fue adquirido a través de proyectos de investigación con fondos no reembolsables, los cuales se pusieron a disposición para la ejecución de la investigación.

Como producto del proyecto se elaboró un manual de procesos que facilitará la capacitación de pescadores artesanales, estudiantes y la población que se interese en el tema.

Al realizar el análisis de resultados de las pruebas sensoriales, se observó que la mayor aceptación de las características organolépticas del camarón deshidratado por parte de los evaluadores la presentó el tratamiento T3, con tres parámetros aprobados (60%), seguido por el tratamiento T2, con un parámetro aprobado (20%), y finalmente el tratamiento tradicional, presentó la menor aceptación (-80%), con cuatro parámetros desaprobados.

En el análisis de resultados a nivel microbiológico del camarón deshidratado producido en los diferentes tratamientos, se observó que los coliformes fecales, *E. coli*, *Salmonella* spp, *S. aureus*, *L. monocytogenes* y el recuento de levaduras en las diferentes muestras, estuvieron dentro de los límites establecidos por las normas establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano y la Norma Peruana de Recursos Hidrobiológicos, lo cual nos indica que el producto cumple con las normas de calidad e inocuidad.

I. INTRODUCCION

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Experimental del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA ubicada en Aldea Monterrico, Municipio de Taxisco, Departamento de Santa Rosa. Dicha investigación tuvo una duración de 11 meses, comprendidos de febrero a diciembre del 2013.

El objetivo principal de la investigación fue el de contribuir a mejorar el proceso de producción de camarón deshidratado en el Litoral del Pacífico de Guatemala mediante la utilización de un secador solar a escala de laboratorio.

Entre los objetivos específicos que se plantearon durante la investigación están: a) Diseñar y desarrollar un modelo de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, con energía renovable que mejore la calidad del producto obtenido. b) Comparar y evaluar la calidad del producto obtenido versus producto tradicional mediante pruebas organolépticas. c) Establecer los costos de producción del sistema propuesto versus el sistema tradicional de camarón deshidratado.

Otro de los objetivos planteado fue el de divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida de la investigación. Para cumplir con este objetivo se participó en varias actividades y se realizaron pruebas sensoriales con pescadores de los alrededores de la aldea Monterrico y a estudiantes de CEMA. Además se realizó un manual de proceso.

II. ANTECEDENTES

En el 2007, se llevó a cabo la evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus sp.*), la cual se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia, por Andrade, R. y colaboradores. Se evaluaron las etapas de cocción y secado en el proceso de obtención de harina de camarón de cultivo (*Penaeus sp.*); para la elaboración de la harina se tomaron cabezas de camarón congeladas, realizándoles análisis microbiológicos y bromatológicos. Las cabezas se descongelaron y lavaron por tiempo de 20 minutos, se procedió a cocinarlas, evaluando las temperaturas de 85 y 95 °C y un tiempo de 10 y 20 minutos; se secaron en un horno a las temperaturas de 65 y 75 °C y por un tiempo de entre 5 a 7 horas, según el tratamiento aplicado; después fueron molidas y empacadas al vacío. El tratamiento más favorable para mantener el mayor contenido de grasa y de proteína y alcanzar un nivel bajo de humedad fue el de una cocción a 95 °C, por 10 minutos y secado a 75 °C, por 10 minutos y secado a 75 °C por 5 horas. (Andrade, R. ; Chávez, M; Naar, V. 2007)

Díaz, J. realizó en el 2002, un estudio sobre la deshidratación por aire caliente de músculo de camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergii* en Perú. Comprendió dos etapas: 1) pre-tratamiento térmico sumergiendo el camarón entero en agua a 90°C por 90 segundos. Luego las muestras se sometieron a deshidratación osmótica en solución ternaria de 20% de sacarosa y 20% de Na Cl (% en peso) bajo agitación por 30 minutos a temperatura de 20°C. 2) Ensayo del secado del músculo de camarón gigante, sometido a los pre-tratamientos antes mencionados, en un secador de bandejas a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, con velocidades de aire de 0.5 m/s, 0.8 m/s y 1.1m/s. Durante todo este proceso se controló el tiempo de secado a tiempos regulares, de igual modo, se controló la pérdida de peso producto de la evaporación del agua contenida en el músculo. (Díaz, J. 2002)

III. JUSTIFICACION

Los beneficios de este proyecto fueron amplios pero el hecho de mejorar procesos a través de la innovación tecnológica enfocados en la preparación de alimentos de alto valor nutricional le dio importancia, tomando en cuenta que Guatemala se encuentra entre los países con mayor desnutrición en el mundo.

Esta investigación tuvo una importancia estratégica para el país debido a:

- La necesidad de mejorar los procesos de producción a través de innovación tecnológica del camarón deshidratado en el Pacífico de Guatemala.
- Es de importancia social y económica el desarrollo tecnológico, de las producciones artesanales de camarón deshidratado.
- La capacitación y transferencia de tecnología por medio de un manual de proceso, es necesario para que los sectores interesados lo apliquen eficientemente.
- La necesidad de mejorar los sistemas de producción agroalimentarios para contribuir al desarrollo comunitario y la seguridad alimentaria del país.

Los beneficiarios indirectos de la investigación fueron las comunidades de pescadores aledañas, quienes ahora podrán beneficiarse al vender un producto con valor agregado y de calidad, incluso para la exportación.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Camarón deshidratado:

Para cientos de familias de la costa del pacífico guatemalteco, la captura y venta de camarón ha sido por muchos años el sustento de un 100 por ciento de su economía. Es precisamente, el secado de camarón, por muchos años, ha sido una alternativa que ha dejado a familias enteras una buena derrama económica. (García, J.; García, X.; Linares, P.; Santos, F. & Ramos, A. 2006)

El camarón deshidratado (o camarón seco salado) es un producto alimenticio que resulta de un proceso de conservación higroscópica, utilizando sal común (NaCl) para garantizar su conservación. (Universidad de Calgary, MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. 2005)

Uno de los mayores secretos se encuentra en el cocimiento del camarón, donde se busca que tenga la cantidad necesaria de sal. Posteriormente, viene el estilado y al mismo tiempo el "tendido", donde el camarón es colocado sobre plásticos negros (para apresurar la deshidratación), o en otros casos, en unas "sábanas" de mecate de ixtle, y expuesto al sol por varias horas. Es en este proceso donde esta otra de las "claves". El segundo secreto está en saber en qué momento el crustáceo ha quedado en su perfecto punto de deshidratación para poder ser recogido. (García, J.; García, X.; Linares, P.; Santos, F. & Ramos, A. 2006)

En el momento en que está seco casi en su totalidad, es "levantado" con unos coladores de aproximadamente medio metro de anchos por un metro de largo, elaborados con madera y tela de mosquitero. En ese mismo colador son sacudidos para quitar los posibles residuos y cascara, para posteriormente ser colocados en las "taras" (jabas). (García, J.; García, X.; Linares, P.; Santos, F. & Ramos, A. 2006)

La ventaja de secar el camarón es que puede conservarse por meses tan solo a temperatura ambiente. (Fundación Solar, 2007)

4.2 Normativa Mexicana para elaboración de camarón deshidratado

La Norma Mexicana establece que para que la elaboración de camarón deshidratado o seco salado sea satisfactoria se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) se deben utilizar camarones sanos
- 2) de buena calidad
- 3) Se deben aplicar buenas técnicas de elaboración
- 4) se realice en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas que aseguren que el producto es apto para consumo humano. Todo esto de acuerdo a lo estipulado en la ley y Reglamentos de la Secretaría de Salud de México. (Universidad de Calgary, MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. 2005)

Sus objetivos son los siguientes:

1. Establecer las especificaciones que debe cumplir el producto denominado camarón seco salado.
2. Dar un índice a los productores y comerciantes para que desarrollen actividades dentro de un marco común.
3. Establecer las especificaciones que normen la calidad del producto.

La normativa Mexicana cuenta con un método de prueba que sirve para determinar el grado de calidad del producto elaborado, el cual se basa en un sistema de deducción

de puntos a partir de la base 100, sumando el total de las deducciones aplicadas y restándolo de la base para obtener la calificación de acuerdo a lo señalado. (Universidad de Calgary, MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. 2005)

Cuadro 01. Clasificación basada en Normativa Mexicana.

Factor	Variación de la Calidad	Deducción de puntos
A) Textura	Flexible al tacto	0
	Sin flexibilidad o quebradiza al tacto	16
B) Sabor	Característico, libre de sabores desagradables	0
	Con presencia de sabores que denoten descomposición	16
C) Olor	Característico libre de olores desagradables	0
	Con presencia de olores que denoten descomposición	16
D) Color	Característico de la especie	0
	Colores ajenos por contaminación o alteración	16
E) Manchas negras sobre la carne	Ausencia	0
	Hasta 3% de la superficie	1
	De 3.1 % a 5%	2
	Cada 5% adicional o menos (%del número total de camarones en la muestra)	3
F) Roto, dañado y trozos	Hasta 1%	0
	De 1.1% a 3%	2
	Cada 3% adicional o menos (% del número total de camarones en la muestra)	2
G) Uniformidad de tallas	Ligeramente más grande o chico	0
	Cada 3% o fracción	1
	Muy grande o muy chico (cada 3% o fracción) (% del número total de camarones en la muestra).	2
H) Salado	10-18% de sal	0
	Menos de 10% o más de 18%	5
	% en base seca	
I) Humedad	18%	0
	Mayor de 18%	16

Fuente: Normativa Mexicana (NMX-F-522-SE)

4.3 Energías renovables:

Las energías renovables son aquellas que están presentes de forma potencial en la naturaleza y que permiten su aprovechamiento mediante algunas técnicas de adaptación pero sin necesidad de ser repuestas continuamente y, por tanto, con unas

posibilidades de utilización prácticamente ilimitadas. El fundamento último de todas las energías renovables es el efecto térmico del sol que da lugar a la generación de la materia orgánica, el viento, la lluvia, o el calor, cuyo aprovechamiento energético constituye a su vez la base de las energías conocidas como biomasa, eólica, minihidráulica y solar. (Fundación MAFPRE, 2007) (Normativa Mexicana (NMX-F-522-SE)

La disponibilidad energética de las fuentes de energía renovable es mayor que las fuentes de energía convencionales, sin embargo su utilización es escasa. (Fundación MAFPRE, 2007) El desarrollo de la tecnología, el incremento de la exigencia social y los costos más bajos de instalación y rápida amortización, están impulsando un mayor uso de las fuentes de energía de origen renovable en los últimos años. (Guzmán, K. 2011)

I.3.1 Energía solar

Recibe el nombre de energía solar aquella que proviene del aprovechamiento directo de la radiación del sol, y de la cual se obtiene calor y electricidad. El calor se obtiene mediante captadores térmicos, y la electricidad a través de módulos fotovoltaicos. (Fundación Solar, 2007)

En los sistemas de aprovechamiento térmico el calor recogido en los captadores solares puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades, como por ejemplo: obtención de agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para fines de calefacción, aplicaciones agrícolas, entre otras. Los captadores solares: Absorben la radiación solar transfiriendo su energía calorífica al agua, que está almacenada en tubos, calentándola. (Naciones Unidas, 1992) (Normativa Mexicana (NMX-F-522-SE)

4.4 Análisis sensorial

- Color: El color del producto debe ser claro, definido típico de la especie y del hábitat o zona de donde procede, exento de manchas negras, ennegrecimiento, quemaduras graves producidas durante el proceso de secado.
- Olor y sabor: El camarón seco-salado debe tener buenas características de olor y sabor, estar exento de olores y sabores desagradables de cualquier clase.
- Textura: El camarón seco-salado debe tener una textura blanda y flexible al tacto no quebradiza.
- Aspecto: El camarón seco-salado no debe presentarse roto o agrietado, dañado o trozado. (Universidad de Calgary, Ministerio de Energía y Minas MEM, GT. 2005)

4.5 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico que se realice al camarón deshidratado debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Debe estar exento de microorganismos y parásitos nocivos que afecten a la salud humana.
- Debe estar exento de sustancias tóxicas producidas por microorganismos que puedan representar un peligro para la salud.
- No debe presentar hongos halófilos o bacterias halófilas rojas (rosas). (Universidad de Calgary, Ministerio de Energía y Minas MEM, GT. 2005)

A continuación se presentan los rangos de parámetros establecidos para análisis microbiológico, según las siguientes normativas y reglamentos:

Cuadro 02. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08, sección de evaluación para productos hidrobiológicos.

9.2 Subgrupo del alimento: pescado y crustáceos, precocidos, cocidos, salados y ahumados			
Parámetro	Categoría	Tipo de Riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	A	< 3 NMP/ g
<i>Staphylococcus aureus</i>	7		10 ² UFC/ g
<i>Salmonella ssp</i> /25 g	10		Ausencia
<i>Listeria monocytogenes</i> /25 g (productos cocidos)	10		Ausencia

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08, 2009.

Cuadro 03. Normativa peruana, sección de productos hidrobiológicos.

XI.6 Productos hidrobiológicos secos, seco-salados y salado.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ⁴	10 ⁵
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia / 25 g	-----
Enterobacteriaceas	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	10 ³	10 ⁴
XI.9 Productos hidrobiológicos deshidratados (concentrados proteícos y otros de consumo humano)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras	2	3	5	2	10 ²	10 ³
Enterobacteriaceas	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia / 25 g	-----

Fuente: Norma Peruana, 2003.

4.6 Análisis de humedad.

La determinación de humedad es un paso obligado en el análisis de alimentos. Es la base de referencia que permite: comparar valores; convertir a valores de humedad tipo; expresar en base seca y expresar en base tal como se recibió. (Unión Europea, Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Por estas razones debe seleccionarse cuidadosamente el método a aplicar para la determinación de humedad en un alimento, ya que un mismo método no sirve para todos los alimentos. (Unión Europea, Ministerio de Energía y Minas, 2006)

En general, los más usados aplican un cierto grado de calor. El alimento sufre cambios que pueden afectar el valor obtenido como humedad. Se pierden compuestos volátiles junto con el agua, como alcohol, aceites esenciales y materia grasa. (Unión Europea, Ministerio de Energía y Minas, 2006)

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Contribuir a mejorar el proceso de producción de camarón deshidratado en el Litoral del Pacífico de Guatemala mediante la utilización de un secador solar a escala de laboratorio.

5.2 Objetivos específicos

1. Diseñar y desarrollar un modelo de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, con energía renovable que mejore la calidad del producto obtenido.
2. Comparar y evaluar la calidad del producto obtenido versus producto tradicional mediante pruebas organolépticas.
3. Establecer los costos de producción del sistema propuesto versus el sistema tradicional de camarón deshidratado.
4. Elaborar un manual de proceso de producción de camarón deshidratado que contribuya al desarrollo tecnológico.
5. Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida de la investigación

5.3 Hipótesis

Por lo menos uno de los tres tratamientos propuestos utilizando tecnología con energía renovable presenta mejores características de calidad y aceptación que el proceso tradicional de deshidratado de camarón.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Ubicación geográfica

El proyecto tuvo como sede la Estación Experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, que pertenece al CEMA-USAC. En este lugar se diseñó y se construyó la planta de producción de camarón deshidratado a escala piloto que funcionó con energía solar térmica. En la estación se desarrollaron toda las pruebas y validaciones necesarias que contemplaba el proyecto. Es importante mencionar que el área contó con las condiciones ambientales idóneas para la realización del proyecto y se contó con equipo solar térmico adquirido con otros proyectos de investigación.

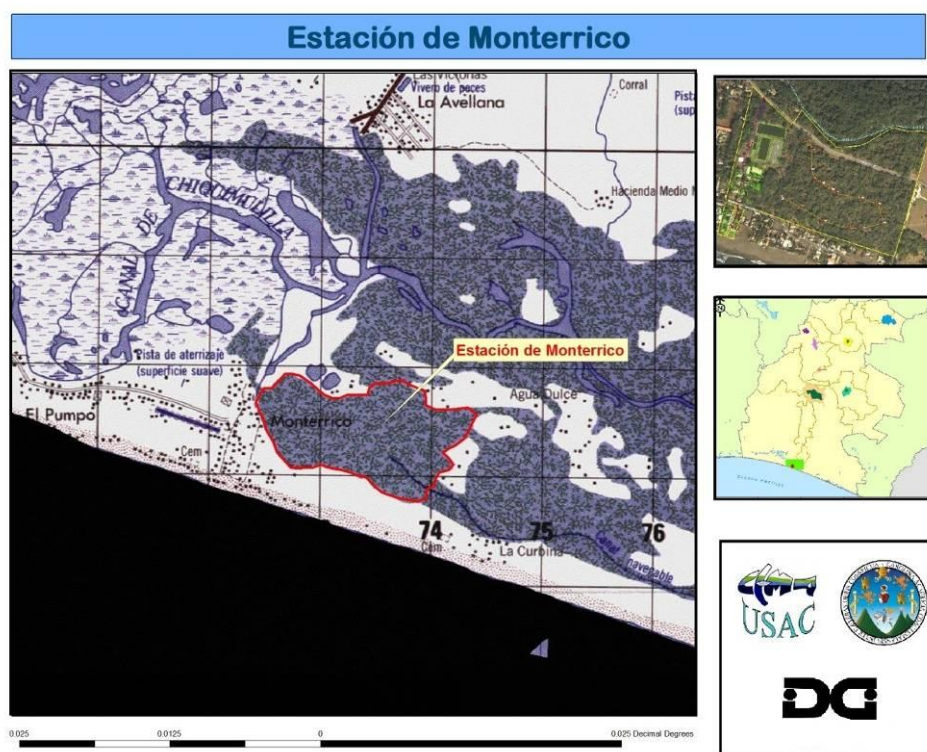


Figura 1. Mapa de la Estación Experimental de Monterrico.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

6.1.1 Método, técnicas y procedimientos e instrumentos

Para facilitar la ejecución del proyecto se consideraron 5 fases de actividades para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Primera fase: Diseño, instalación y puesta en marcha de la planta a escala piloto de procesamiento de camarón deshidratado.

a. Diseño y simulación

La primera fase consistió en el diseño de la instalación, considerando los procesos necesarios para la obtención de camarón deshidratado con una capacidad a escala de piloto. Tras el diseño previo, se llevó a cabo una simulación dinámica en estado no estacionario con software avanzado de contrastada calidad (tipo TRNSYS o similar), en el que se reflejó el comportamiento de la instalación durante su funcionamiento.

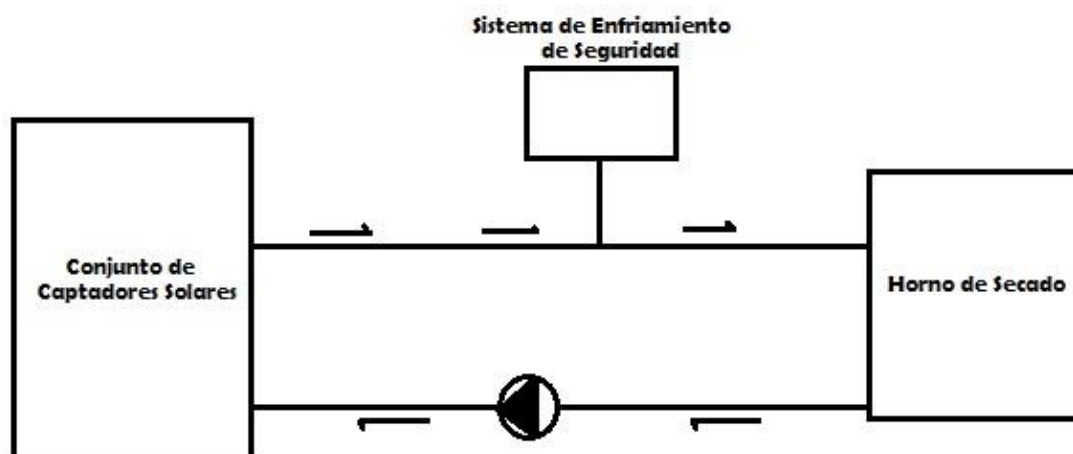


Figura 2. Diseño de la instalación del modelo a escala de la planta.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

b. Instalación y puesta en marcha

Obtenidos los resultados de la actividad anterior, se procedió al diseño final de la planta, y posteriormente a la instalación del proceso, considerándose todos los equipos pertenecientes a recursos renovables. Finalizada la instalación, se llevó a cabo la puesta en marcha del proceso, corrigiéndose los posibles problemas que pudieron surgir durante este punto.

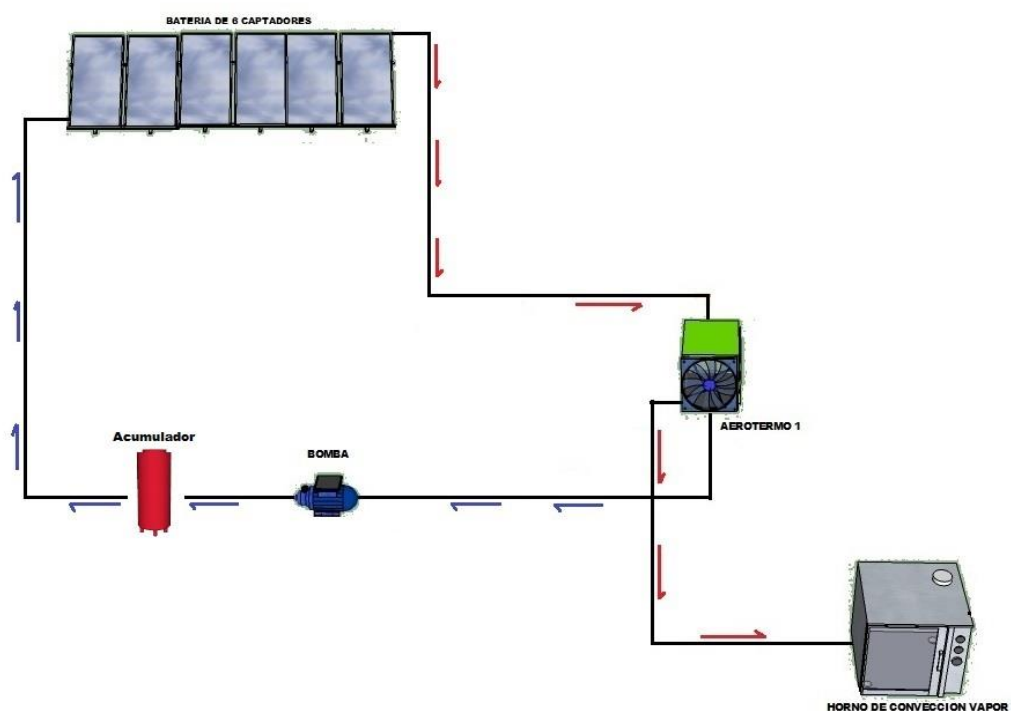


Figura. 3. Diseño de la instalación del modelo a escala de la planta.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

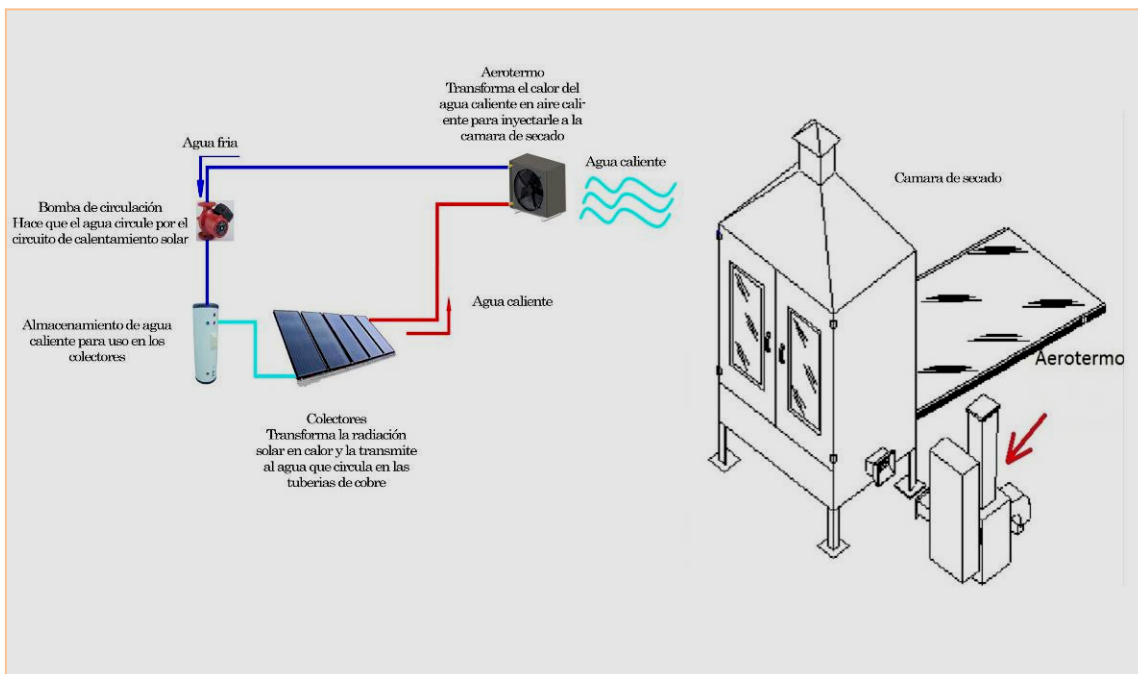


Figura 4. Diseño de la instalación del modelo a escala de la planta.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

Segunda fase.

1. Optimización del proceso de obtención de camarón deshidratado en búsqueda a maximizar la calidad de ésta.
 - a. Obtención de materia prima

La materia prima a utilizar en el proceso de deshidratado de camarón seco salado consistió en: camarón fresco con exoesqueleto, sal común, azúcar, agua. En el caso del camarón, fue adquirida de la producción de camarón de la estación experimental de Monterrico a través de la docencia productiva. La sal, el azúcar y el agua embotellada fueron adquiridos en un supermercado con su registro sanitario, los cuales se encontraban correctamente empacados.

b. Eliminación de cefalotórax y retirado de caparazón de la cola.

Procedimiento artesanal: en el caso del proceso artesanal no hubo necesidad de la eliminación de exoesqueleto, no obstante se eliminó la cabeza dejando un producto de cola con exoesqueleto. Todo esto se determinó por la investigación realizada en los centros de procesamiento de pescadores artesanales, ya que la mayoría realiza el deshidratado con cola de camarón sin pelarlo.

Procedimiento propuesto: la propuesta de los tres tratamientos que se realizaron, dos de ellos consistió en la eliminación de cabeza y exoesqueleto. La operación de eliminación de cefalotórax consistió en separar la cabeza de la cola en forma manual, y se realizó cuidadosamente con el fin de protegerla calidad y el rendimiento del producto. Luego se procedió a retirar el caparazón de la cola.

c. Pesado inicial.

Se realizó el primer pesado al camarón fresco entero, es decir, incluyendo cabeza, cola y exoesqueleto. Luego de realizar la eliminación de cabeza y/o exoesqueleto, se realizó un segundo pesado con la finalidad de determinar cuál es el peso inicial del proceso y el conocimiento de producto utilizable. Esto se ajustó dependiendo el tratamiento objetivo.

Este último peso nos sirvió de base para determinar la cantidad de solución ternaria, (consistente en sacarosa sal y agua) a agregar.

d. Deshidratado osmótico.

Las muestras pesadas se colocaron en una solución al 20% de sacarosa y 20% de cloruro de sodio (% en peso) que se utilizó como medio osmótico. La temperatura de prueba empleada fue de 20°C. Durante el experimento, las muestras fueron suavemente agitadas por 30 minutos, en un agitador mecánico, a 120 r.p.m., para incrementar la transferencia de masa y prevenir la formación de una película de solución diluida sobre la superficie de la muestra (Donsi, et al, 2000).

Proceso osmótico artesanal: Antes de realizar una propuesta del procedimiento de deshidratado, se procedió a conocer el proceso de deshidratado que se realiza en forma artesanal a través de los pescadores artesanales en comunidades aledañas a la estación experimental de Monterrico. Se realizó de la siguiente forma: se pone a ebulir una cantidad determinada de agua, se agrega la cola del camarón con exoesqueleto, se le agrega el 45% de sal en relación a la biomasa total de camarón utilizado. Se deja en cocción por 30 minutos, luego se agita el producto y se deja nuevamente en cocción por otros 20 minutos.

Proceso osmótico propuesto: Posteriormente se procedió a través de la literatura y criterios de los investigadores a realizar tres propuestas del proceso de deshidratado (tratamientos), las cuales consistieron en:

- Tratamiento 1: 1 kg de camarón = 1500 ml agua al 70% de solución de sal, 1500 ml de agua al 70% de solución de azúcar.
- Tratamiento 2: 1 kg de camarón = 1500 ml agua al 15% de solución de sal, 1500 ml agua al 50% de solución de azúcar.
- Tratamiento 3: 1 kg de camarón = 1500 ml agua al 60% de solución de sal, 1500 ml agua al 60% de solución de azúcar.

Todos los tratamientos propuestos se realizaron con el siguiente procedimiento:

- Primero se colocó el camarón en un recipiente con agua caliente y se dejó en cocción durante 2 minutos.
- Posterior a la cocción se escurrió el producto y luego se pesó.
- Según el peso obtenido, se dividió el producto en tres porciones iguales, las que correspondían a cada tratamiento.
- Cada porción de producto se sumergió en la solución que le correspondía según el tratamiento.
- Se dejó reposar por una hora en las soluciones.
- Posteriormente se escurrió el producto de cada tratamiento y se pesó nuevamente.

e. Deshidratación por aire caliente.

Procedimiento artesanal: luego del proceso osmótico, se realizó el pesado del producto e inmediatamente se trasladó al tapesco artesanal, construido tal y como lo realizan los pescadores artesanales, dejándolo a la intemperie durante 8 horas con exposición directa al sol. Cumplido el proceso de secado se procedió a pesar nuevamente el producto final.

Procedimiento propuesto: luego del proceso osmótico, se realizó el pesado del producto e inmediatamente se trasladó al horno de convección alimentado por energía térmica, dejando el producto dentro del horno por 8 horas. Al cumplirse el proceso de secado se procedió a pesar nuevamente el producto final. (Ver procedimiento en numeral 2: Proceso de deshidratado de camarón a través de energía térmica)

f. Empacado

Posterior al secado y pesado del producto final se procedió a empacarse, utilizando para ello bolsas plásticas con sellador. El producto empacado se trasladó a instalaciones de CEMA para su posterior análisis de laboratorio (humedad, microbiológico, bacteriológico) y para realizar las pruebas organolépticas.

g. Diagrama de flujo para la deshidratación de músculo de camarón.

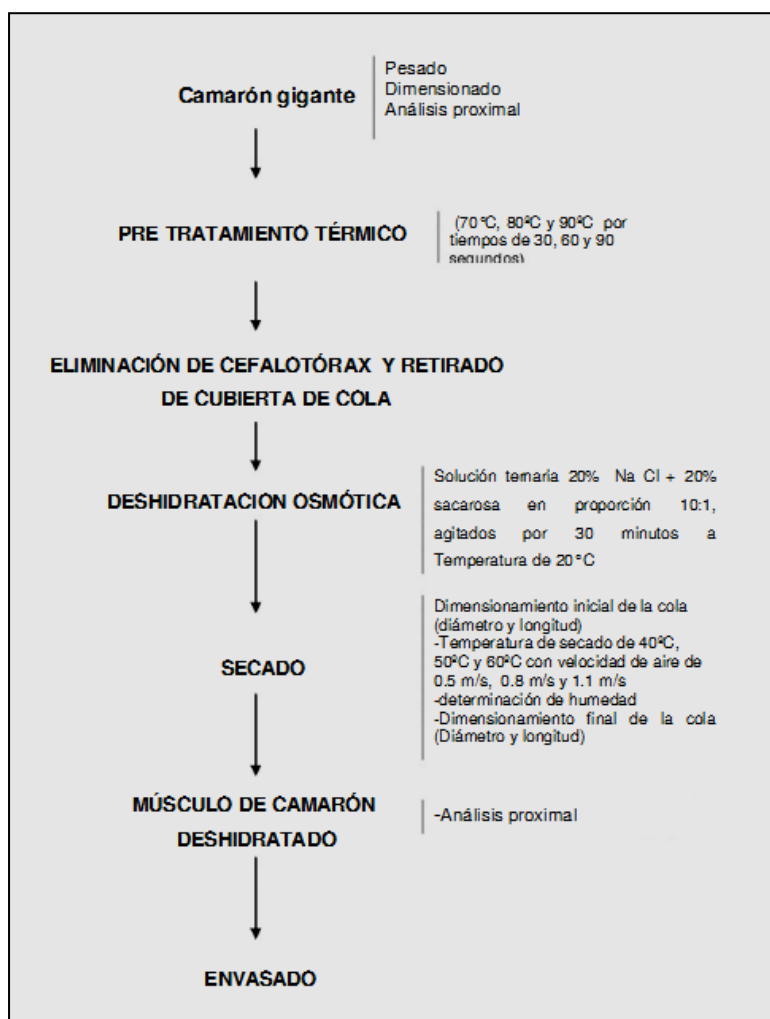


Figura 5. Diagrama de operaciones para secado de músculo de camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*). Fuente: Díaz, J. 2002.

2. Proceso de deshidratado de camarón a través de energía térmica

Para llevar a cabo el secado del camarón una vez salado y reducir de esta manera su porcentaje de humedad, se propuso el aprovechamiento de la radiación solar mediante el empleo de la tecnología solar térmica de baja temperatura. De esta manera, el empleo de esta tecnología permitió un mayor control sobre las variables que influyeron sobre el proceso de secado (humedad, temperatura), puesto que éste se llevó a cabo en un compartimento debidamente aislado del exterior y fabricado con materiales compatibles con usos sanitarios. Así mismo, permitió una reducción del tiempo requerido en el conjunto del proceso de deshidratado, lo cual pudo conllevar a una reducción de costos del proceso.

El uso de energía solar térmica se fundamenta en el efecto invernadero que tiene lugar en el interior del captador solar térmico. De esta manera, la radiación de onda corta atraviesa la cubierta transparente del captador e incide sobre el absorbedor. Éste a su vez se calienta, parte de esta energía es transferida al fluido de trabajo y parte es emitida en forma de radiación de onda larga. Dado que la cubierta transparente es opaca a la radiación de onda larga (radiación infrarroja), ésta queda “atrapada” en el interior del captador y se minimizan las pérdidas térmicas.



Figura 6. Captadores solares térmicos utilizados en planta a escala.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

Tercera fase:

a. Determinación de humedad

- Se preparan 50 gramos de cada tratamiento incluyendo el de proceso tradicional.
- Se empacan las muestras en bolsas siploc previamente identificadas.
- Se trasladan a laboratorio para su respectivo análisis de humedad.

b. Determinación de microbiológicos

- Se preparan 100 gramos de cada tratamiento incluyendo el de proceso tradicional.
- Se empacan las muestras en bolsas siploc previamente identificadas.
- Se trasladan a laboratorio para su respectivo análisis microbiológico.

Cuarta fase: Evaluación sensorial

La determinación de los atributos o características del producto por medio de los sentidos, se realizó en la Estación experimental de Monterrico, con un número de 20 personas, las cuales determinaron la diferencia si existió entre las características de color, olor, sabor y textura, entre los dos tratamientos que se evaluaron.

En dicha evaluación se seleccionaron 20 personas al azar, y en condiciones adecuadas de ambiente, iluminación, ventilación. Se les brindó una boleta (ver Anexos 01 al 03) donde describieron su opinión de las características organolépticas mencionadas, en primer instancia se identificaron las muestras con un número, sin indicarles a los panelistas que significa cada una de ellas. Luego se les proporcionó una muestra de 25 gramos de cada uno de las muestras a evaluar, las cuales fueron preparadas en las mismas condiciones (únicamente cocidos con agua a la misma temperatura) una vez comparadas ambas muestras se describieron las características que identifican según su criterio, las dos muestras evaluadas. Entre muestra uno y muestra dos se les proporcionó galleta tipo soda, para neutralizar cualquier residuo de sabor que permaneciera.

Los resultados de dichas evaluaciones fueron tabulados para determinar si tuvo alguna diferencia organolépticamente o no.

Quinta fase: Elaboración de manual de proceso.

En base a los resultados obtenidos en los procesos anteriormente descritos, se elaboró un manual con fines educativos, este se reprodujo y se distribuyó gratuitamente a pescadores artesanales y a productores que participaron en las jornadas de capacitación que el proyecto contempló en cada una de sus actividades.

Sexta fase: Determinación de costos de producción

Costos de producción: en las pruebas de camarón deshidratado se invitó a un productor que aplicó el método tradicional, paralelamente se aplicó el proceso propuesto y se compararon los costos de producción de cada uno.

Séptima fase: Divulgación, socialización y difusión del proyecto.

Se realizó la divulgación del proyecto ante las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia, brindando la información obtenida durante la investigación. Se llevó a cabo la elaboración de banners publicitarios y mantas vinílicas sobre el proyecto, que se utilizaron en exposiciones y congresos en los que se participaron.

6.2 Definición de las variables

Diseño experimental:

Se evaluaron tres tratamientos y un testigo en un diseño completamente al azar.

- Tratamiento testigo: proceso artesanal.
- Tratamiento 1: solución de sal al 70% y solución de azúcar al 70%
- Tratamiento 2: solución de sal al 15% y solución de azúcar al 50%
- Tratamiento 3: solución de sal al 60% y solución de azúcar al 60%

Variables:

- ✓ deshidratado: Tiempo (horas), Humedad del producto (%)
- ✓ Sensoriales (sabor, olor, textura, color).
- ✓ Costo de producción (Q)

6.3 Análisis de la información

Elaboración de tablas en programa Microsoft Excel, para su posterior análisis en programa SPSS 19, donde se utiliza el análisis de varianza y pruebas comparación múltiple de DUNCAN, con un alfa de 0.05.

Optimización de la planta de elaboración de camarón deshidratado:

En función de los resultados obtenidos en el análisis de calidad de camarón deshidratado, se llevó a cabo la modificación de los parámetros de operación en los procesos térmicos, es decir, cocción, evaporación y deshidratación.

Los parámetros de operación fueron: el tiempo y la temperatura. El manejo de estos parámetros en la industria es variado, dependiendo muchas veces de las tecnologías usadas. Estos tiempos de exposición a una temperatura determinada influyeron directamente en las características finales del camarón deshidratado (humedad), por lo que su variación permitió obtener los parámetros óptimos de operación utilizando fuentes energéticas renovables para obtener un máximo de calidad en el producto final.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Modelo de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, utilizando energía renovable.

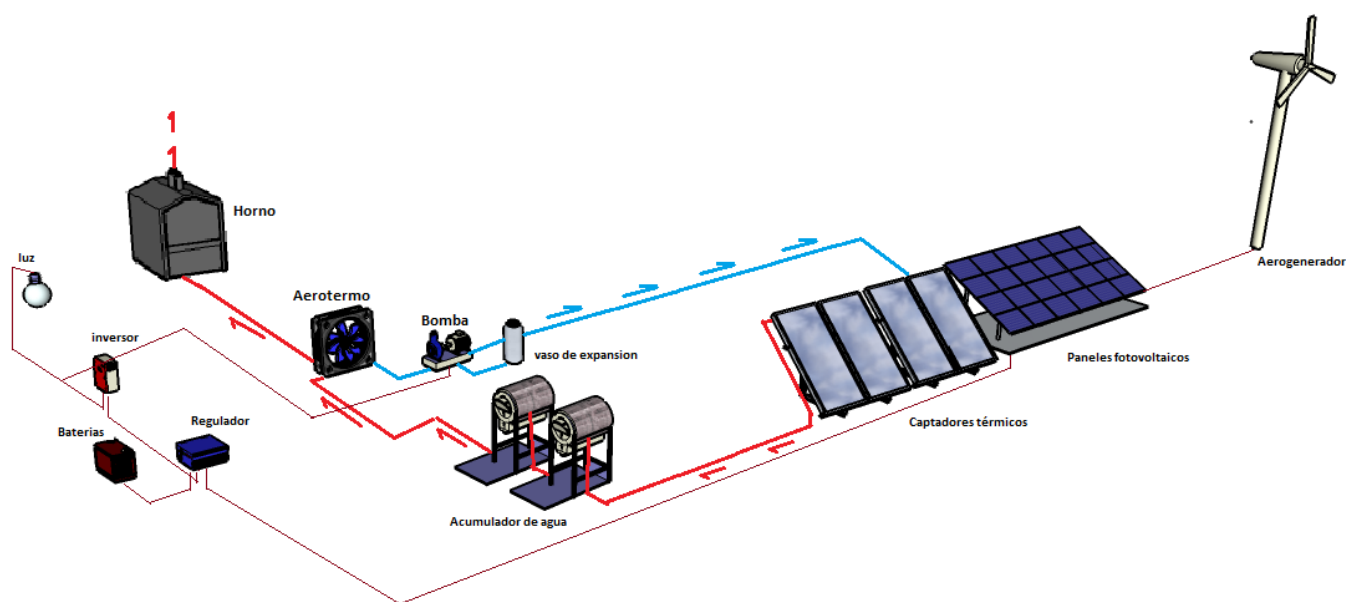


Figura 7. Modelo a escala de la planta, diseñado durante ejecución del proyecto.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

2. Descripción modelo de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, utilizando energía renovable

A continuación se describen los componentes de la instalación y el funcionamiento del sistema:

2.1. Componentes de la instalación y su descripción.

2.1.1. Térmico

- Captadores solares.

Los captadores térmicos de placa plana poseen una pequeña lámina cubierta de tinox el cual ayuda a la absorción de la radiación emitida por el sol. Este pertenece al circuito primario, en ellos circula un líquido llamado Glicol (Compuesto químico perteneciente al grupo de los dioles, siendo un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso) el cual es utilizado para el intercambio de calor ocurrido en los acumuladores.

- Acumuladores

En ellos es acumulada el agua caliente que será utilizada para el aporte de calor, en el sistema de secado.

- Aerotermo

Equipo utilizado para disipar el calor producido en el sistema solar térmico.

- Vaso de expansión

Debido a que en el circuito primario es generada una presión como consecuencia del calentamiento del agua, sabiendo que el agua aumenta tres veces su volumen, es utilizado un vaso de expansión el cual se encarga de absorber las dilataciones del agua en la instalación. Cuando aumenta la presión en el sistema de tuberías debido a la dilatación del fluido caloportador (aumento de temperatura), el fluido sobrante entra en el vaso y empuja la membrana. El gas se comprime, evitando variaciones de presión.

2.1.2. Fotovoltaico

- Paneles fotovoltaicos.

Compuesto de células capaces de convertir la luz en electricidad. Todas las células de la placa están unidas entre sí, para poder sumar su potencia y alcanzar conjuntamente la potencia nominal de la placa. La potencia es medida en vatios-pico (Wp) potencia que puede generar cuando está sometida a la intensidad máxima.

- Inversor

La corriente generada por las placas fotovoltaicas y la que acumulan las baterías es corriente continua, normalmente a bajos voltajes. Sin embargo los aparatos convencionales utilizan corriente alterna a 110 o 220 V. Por ello, en las instalaciones fotovoltaicas hay que hacer uso de este aparato destinado a transformar la corriente continua (12V, 24V o 48V) en corriente alterna (a 110V – 220V).

- Regulador

Este aparato tiene como función regular la carga y la descarga de las baterías. Así, puede reducir la intensidad de corriente producida por las placas fotovoltaicas hacia las baterías en función del nivel de carga de esta, y llegar a desconectarlas del campo fotovoltaico si han completado su carga.

- Baterías de ciclo profundo.

Las horas del día en que las placas fotovoltaicas producen electricidad corresponden al periodo en que el consumo suele ser más bajo, y en cambio de noche cuando no se genera energía, suele ser cuando el consumo es más elevado. Por tanto, no hay más remedio que acumular y las baterías son una manera eficiente de hacerlo. Las baterías han de suministrar electricidad al

consumo a través del regulador (y no directamente desde las baterías). De esta manera, el regulador puede cortar el paso de corriente si detecta que las baterías se encuentran en un nivel de carga excesivamente bajo.

- Centralita de control.

Centro de control para regulación de la temperatura que se desea acumular y distribuir hacia los estanques acuícolas, mide las temperaturas tanto en captadores como en acumuladores y estanques, activan y desactivan bombas según el aporte de calor que se tiene. Esta activa las bombas del circuito primario cuando se alcanzan temperaturas de 45°C y detiene la circulación cuando en los acumuladores se alcanza la temperatura adecuada para ser distribuida hacia los estanques.

2.1.3. *Mini eólica.*

- Aerogeneradores.

Consiste en un dispositivo similar a un molino de viento, el cual se encuentra conectado a un generador eléctrico que aprovecha la fuerza producida por el viento para mover las aspas que lo conforman, produciendo de esta forma energía en corriente continua, que es trasformada por medio de un inversor de corriente en corriente alterna.

2.2. Funcionamiento del sistema

2.2.1. *Sistema térmico.*

- Los captadores térmicos reciben radiación solar, la cual por medio del principio de convección calienta el fluido caloportador encontrado en el interior de cada captador, a través de un sensor es transferido el dato de

temperatura generado en tiempo real por los captadores, dicho dato de temperatura es transmitido a una central de control automático, la cual da la orden para el encendido o apagado de la bomba de circulación del sistema.

- Una vez activa la bomba, esta inicia la recirculación del fluido caloportador, en el interior del sistema solar térmico. Dicho fluido transporta la energía calórica producida por los paneles a través del sistema.
- El fluido caloportador recorre el interior de los acumuladores, y luego circula en el interior del aerotermo, es ahí donde este por medio de unas aspas, ventila los tubos calientes disipando el calor producido por los captadores térmicos, transmitiendo el aire caliente que sale del aerotermo al horno de convección, en la parte inferior del mismo.
- Estando dentro del horno el aire caliente sube y circular por el interior, realizando la función de secado y deshidratado del camarón encontrado en el interior del horno.

2.2.2. Sistema solar fotovoltaico y eólico.

- Los paneles fotovoltaicos convierten la energía de los rayos solares en energía eléctrica en forma de corriente continua.
- Esta corriente generada por los paneles solares fotovoltaicos circula hasta el regulador de carga, el cual reduce la intensidad de la corriente producida para ser transmitida ya sea directamente al inversor o hacia las baterías, las cuales se alimentan de dicha energía, haciendo su función durante las horas con menor incidencia de radiación solar. Dicho regulador protege las baterías haciendo una adecuada carga y descarga de las mismas.

- Una vez la energía pasa por el regulador, luego de haber cargado las baterías, esta se dirige al inversor de corriente, la cual transforma la energía de corriente continua a corriente alterna, para poder ser aprovechada en equipos dentro de la misma instalación.
- Por ser una instalación de tipo aislado es necesario contar con todos estos componentes, con el fin de poder hacer uso de la energía producida por los paneles fotovoltaicos, dicha energía es utilizada para iluminación dentro del laboratorio, sistema de bombeo y sistema de control automático.
- Cabe mencionar que la energía producida por el sistema eólico realiza el mismo recorrido por los sistemas, unificándose con el sistema solar fotovoltaico para hacer una producción más eficiente por medio de las energías renovables.

3. Manual de proceso de producción de camarón deshidratado

Durante la ejecución del proyecto se trabajó en el diseño de un manual de proceso con fines educativos. Este se realizó en base a los resultados obtenidos en los procesos implementados en la investigación.

Este se reprodujo y se distribuyó gratuitamente a pescadores artesanales y a productores que participaron en las jornadas de capacitación que el proyecto contempló en cada una de sus actividades.



Figura 8. Manual de proceso diseñado durante ejecución del proyecto.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

4. Comparar y evaluar la calidad del producto obtenido versus producto tradicional mediante pruebas organolépticas.

4.1. Diagrama de proceso tradicional de deshidratado de camarón (1 kg).

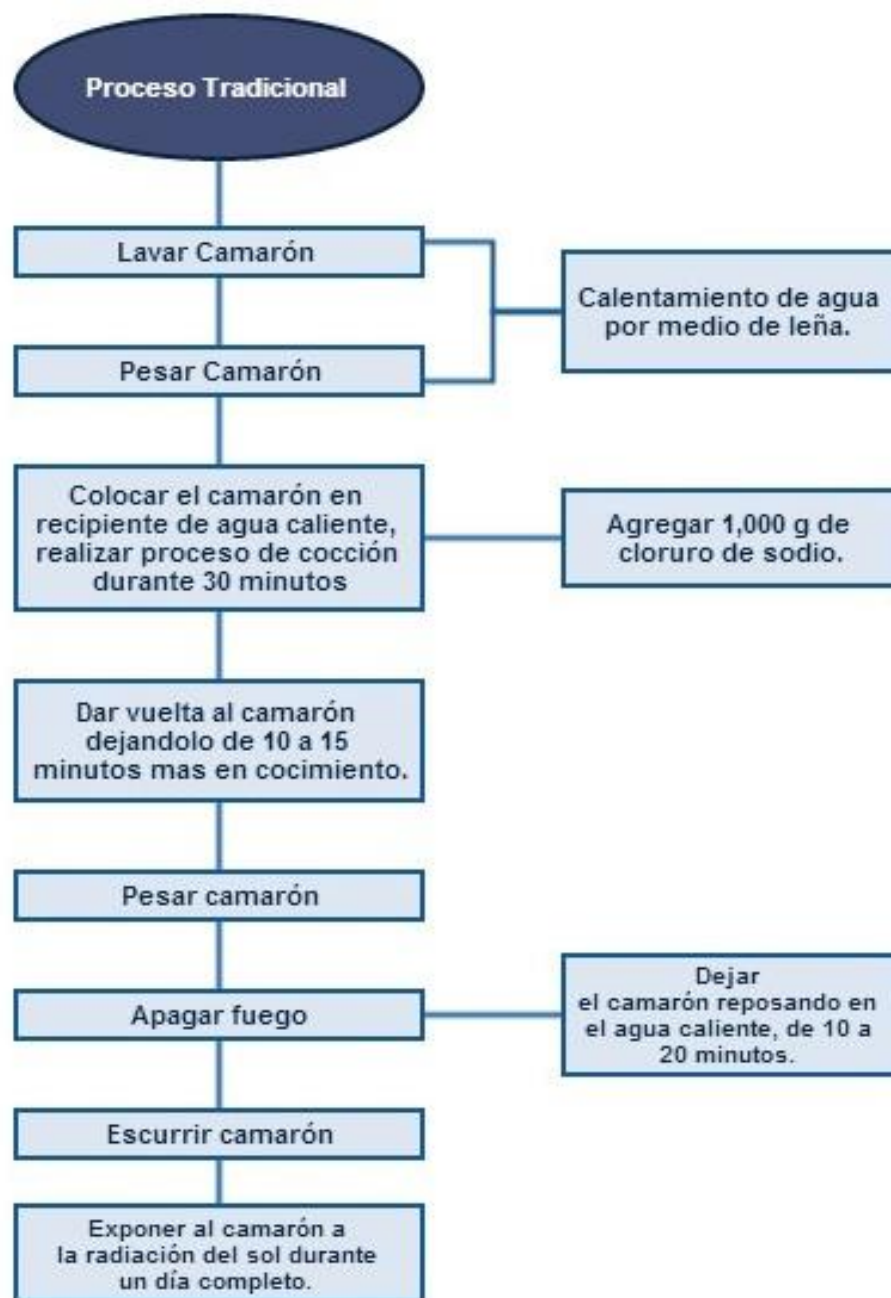


Figura. 9. Diagrama de proceso tradicional de deshidratado de camarón.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

4.2 Proceso propuesto para deshidratación de camarón (1 kg)

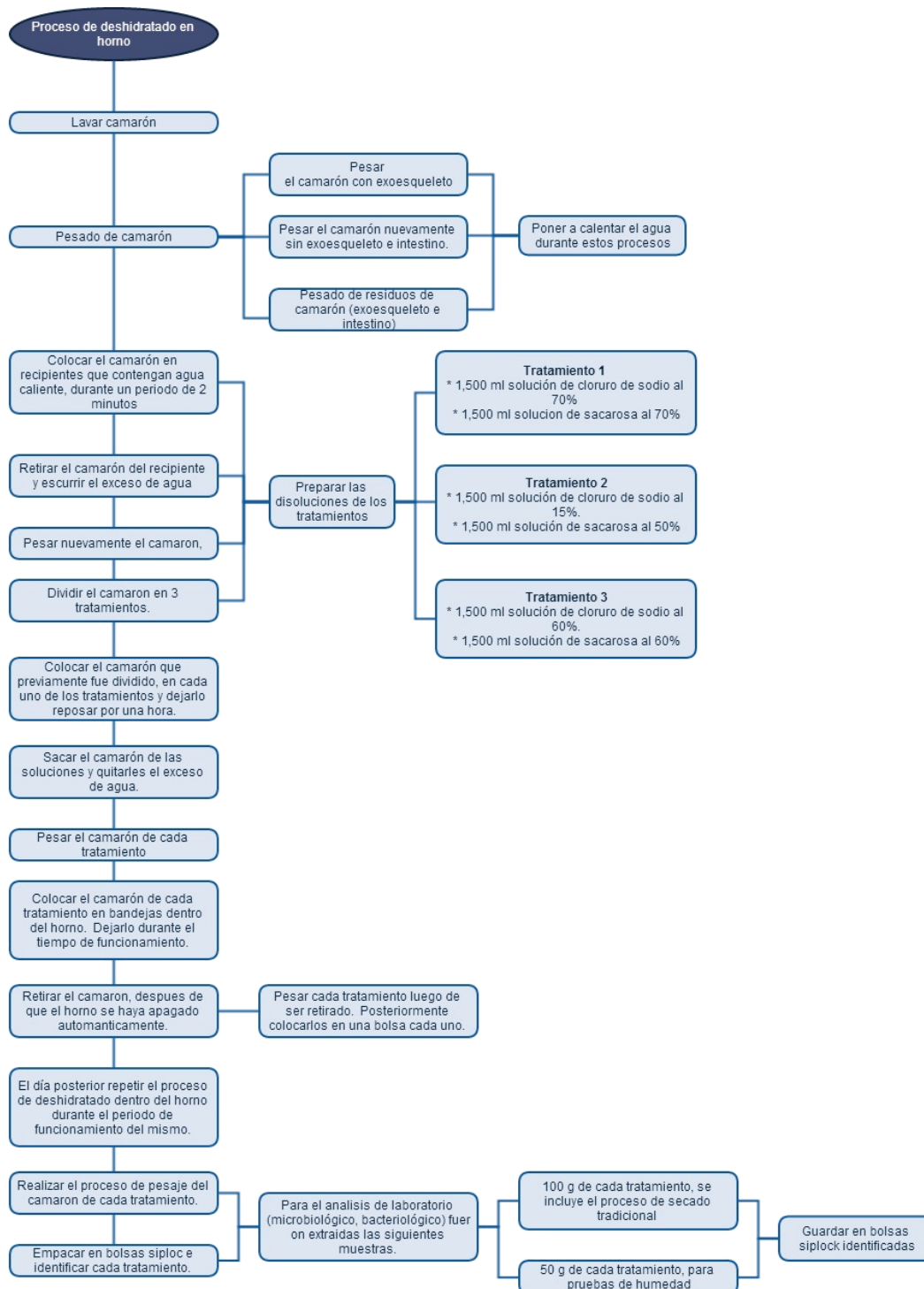


Figura 10. Proceso propuesto para deshidratación de camarón.

Fuente: trabajo de campo, 2013.

4.3 Comparación entre ambos procesos

4.3.1 Sensoriales

Se observó que la mayor aceptación de las características organolépticas del camarón deshidratado por parte de los evaluadores la presentó el tratamiento T3, con tres parámetros aprobados (60%), seguido por el tratamiento T2, con un parámetro aprobado (20%), y finalmente el tratamiento tradicional, presentó la menor aceptación (-80%), con cuatro parámetros desaprobados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Aceptación de las características organolépticas del camarón deshidratado en los diferentes tratamientos.

Característica	Tratamiento	Aceptación*	
Olor	T1	4.83 ± 0.92	a,b**
	T2	5.04 ± 0.81	a
	T3	5.00 ± 0.98	a
	Tradicional	4.37 ± 0.92	b
Aspecto	T1	4.58 ± 0.93	a
	T2	4.17 ± 1.31	a
	T3	4.88 ± 1.15	a
	Tradicional	3.29 ± 1.40	b
Color	T1	4.79 ± 0.93	a
	T2	4.58 ± 1.10	a
	T3	5.12 ± 0.80	a
	Tradicional	3.38 ± 1.28	b
Sabor	T1	3.67 ± 1.40	a,b
	T2	3.96 ± 1.60	a
	T3	4.38 ± 1.50	a
	Tradicional	2.88 ± 1.60	b
Textura	T1	3.21 ± 1.44	b
	T2	3.21 ± 1.35	b
	T3	2.79 ± 1.28	b
	Tradicional	4.29 ± 1.49	a

* Media ± la desviación estándar.

** Diferentes letras en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa, de acuerdo con la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

Fuente: Datos obtenidos de la investigación, 2013.

De manera general se observó que la aceptación del olor del camarón deshidratado en los diferentes tratamientos fue mayor en el T2. No se observó diferencia significativa con los tratamientos T1 y T3 ($p>0.05$) y la menor aceptación la presentó el tratamiento tradicional (Figura 11).

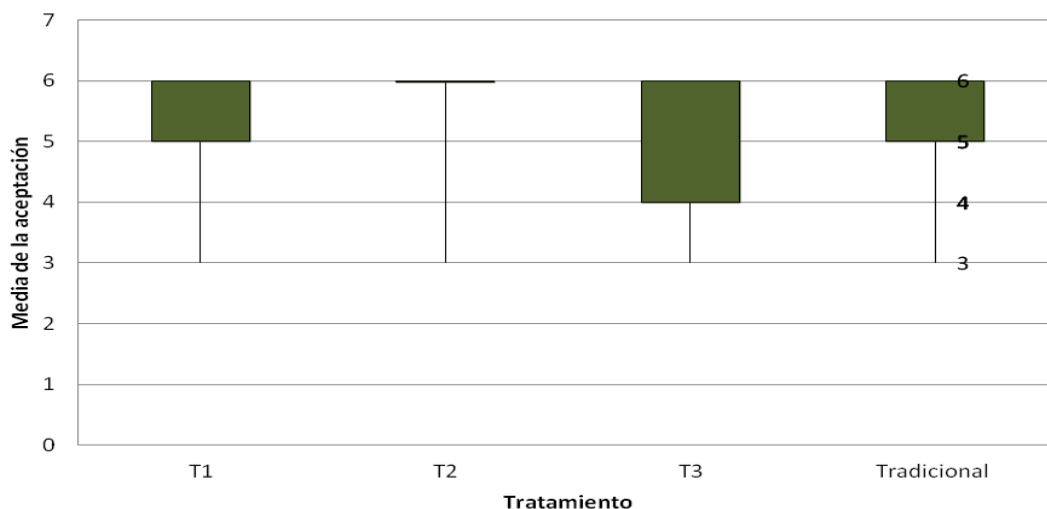


Figura 11. Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto al olor del camarón deshidratado. Fuente: trabajo de campo, 2013.

El tratamiento T3, mostró en la evaluación del aspecto, color y sabor del camarón deshidratado la mayor aceptación. No se observó diferencia significativa con los tratamientos T1 y T3, mientras que el tratamiento tradicional fue el que menor aceptación presentó (Figuras 12, 13 y 14).

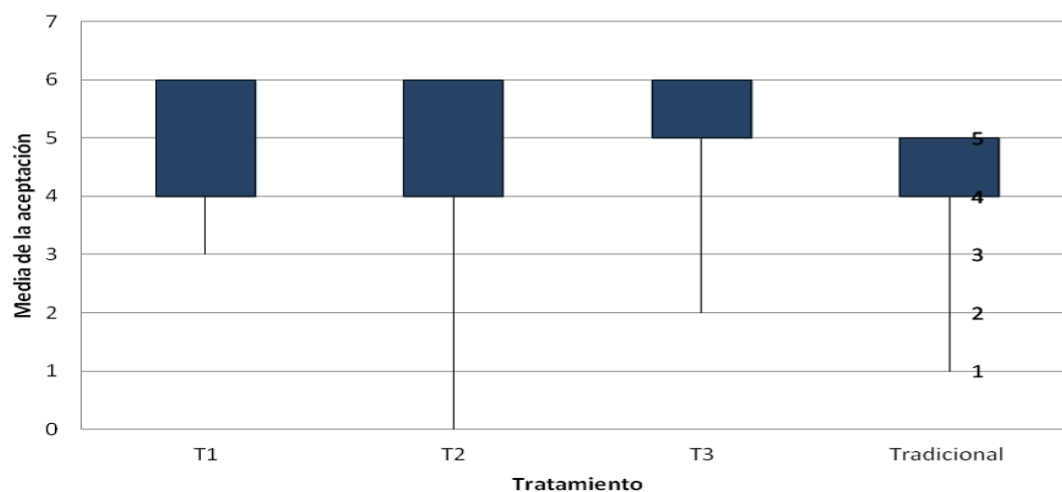


Figura 12. Efecto de la aceptación del tratamiento sobre el aspecto del camarón deshidratado. Fuente: trabajo de campo, 2013.

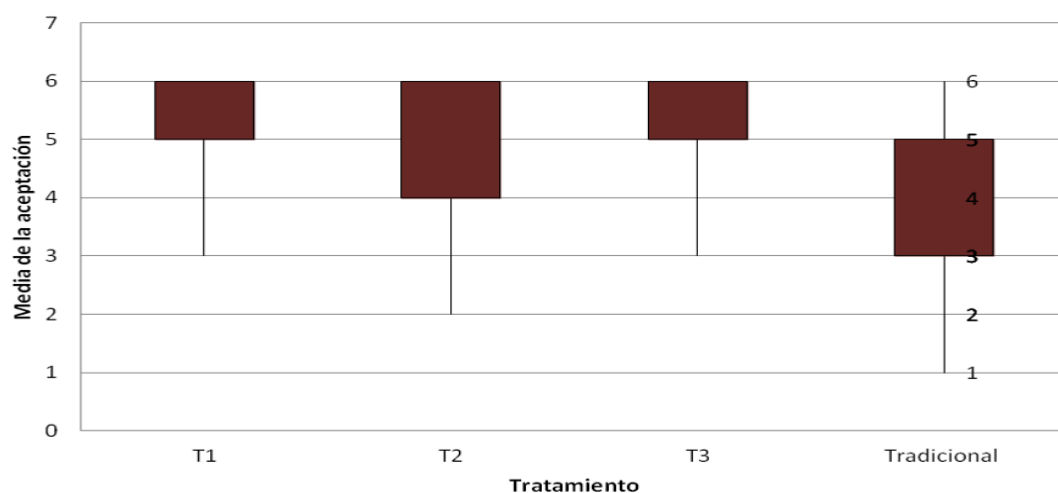


Figura 13. Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto al color del camarón deshidratado. Fuente: trabajo de campo, 2013.

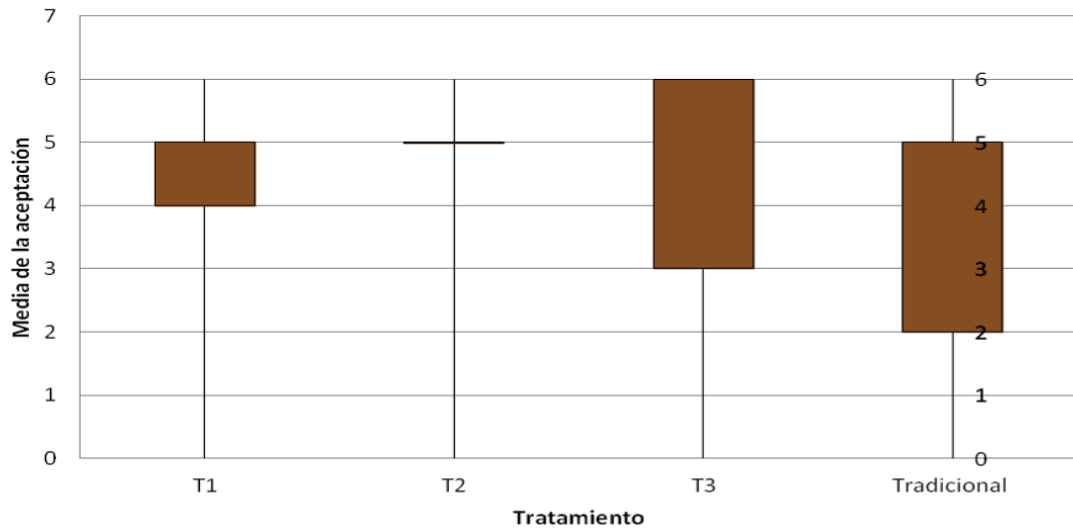


Figura 14. Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto al sabor del camarón deshidratado. Fuente: trabajo de campo, 2013.

Se observó que la aceptación de las características del camarón deshidratado en los diferentes tratamientos presentó la menor aprobación en el tradicional, sin embargo fue el único que presentó la mayor aceptación en cuanto a la textura, existiendo diferencia significativa entre los demás tratamientos (Figura 15).

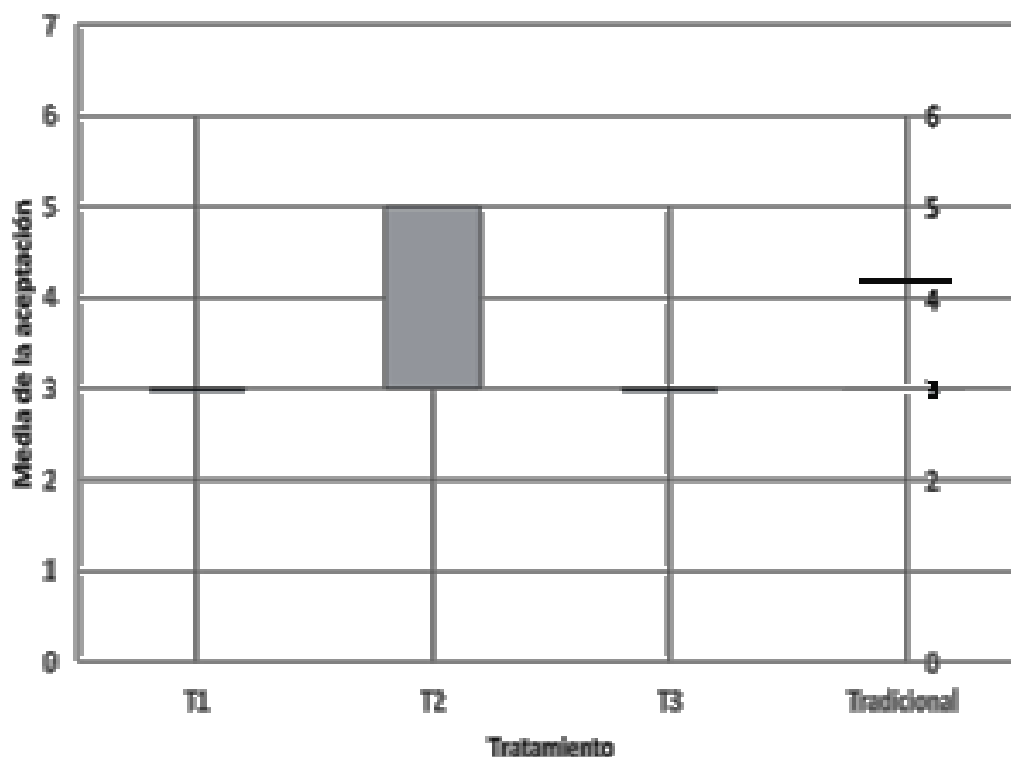


Figura 15. Aceptación del análisis sensorial para los diferentes tratamientos, respecto a la textura del camarón deshidratado. Fuente: trabajo de campo, 2013.

Se observó en el análisis microbiológico que todos los parámetros evaluados se encontraron dentro de los límites permisibles establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano NSO RTCA 67.04.50:08 y la Normativa Peruana para Productos Hidrobiológicos (NP) (Cuadro 2 Y 3).

El único tratamiento que presentó el porcentaje de humedad aceptado por la Norma Mexicana NMX-F-522-1993, fue el tratamiento T3 (17.60%), que se encuentra dentro del límite máximo permisible (LMax. 18%) mientras que los otros tres tratamientos no la cumplen.

En cuanto a las características sensoriales evaluadas en el camarón deshidratado, se observó que el mejor tratamiento fue el T3, elaborado a partir de la mezcla sal/azúcar

en relación 60:60, obtuvo la mejor ponderación en aspecto, color y sabor. En relación al olor el mejor tratamiento fue T2, aunque no existe diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T3. Finalmente la textura que fue la que presentó la menor ponderación entre los tratamientos, sería la única característica en disconformidad. Los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencia significativa con el tratamiento T3, siendo el de mayor aceptación el tratamiento tradicional. Se infiere que la textura depende de aspectos culturales, principalmente por la presencia del exoesqueleto.

Se determinó que el olor obtuvo la mayor aceptación en el tratamiento T2, aunque no existe diferencia significativa entre T1 y T2.

Finalmente en relación a las características sensoriales el tratamiento tradicional fue el que presentó la menor aceptación de los cuatro, siendo únicamente aceptado en relación a la textura. Esto podría deberse a que en la elaboración del camarón deshidratado de forma tradicional, no se retira el exoesqueleto del camarón, manteniendo la forma típica del crustáceo.

4.3.2. Análisis Microbiológico

Cuadro 5. Análisis microbiológico y determinación del porcentaje de humedad del camarón deshidratado elaborado a partir de diferentes tratamientos de producción.

Tratamiento	RAT ¹ (UFC/g)	Cf ² (NMP/g)	Ec ³ (NMP/g)	Salmo ⁴ (/25g)	Sa ⁵ (UFC/g)	Lm ⁶ (/25g)	RM ⁷ (/25g)	RL ⁸ (UFC/g)	%H ⁹
T1	1490	<3	<3	Ausencia	<10	ausencia	170	<10	26.59
T2	1450	<3	<3	Ausencia	<10	ausencia	390	<10	24.64
T3	870	<3	<3	Ausencia	<10	ausencia	210	<10	17.60
Tradicional	190	<3	<3	Ausencia	<10	ausencia	580	<10	39.87

1 Recuento aeróbico en placa; 2 Coliformes fecales; 3 *Escherichia coli*; 4 *Salmonella* spp; 5 *Staphylococcus aureus*; 6 *Listeria monocytogenes*; 7 Recuento de mohos; 8 Recuento de levaduras y 9 Porcentaje de humedad. Fuente: trabajo de campo, 2013.

El análisis microbiológico del camarón deshidratado producido en los diferentes tratamientos (Cuadro 5), indica que los coliformes fecales, *E. coli*, *Salmonella* spp, *S. aureus*, *L. monocytogenes* y el recuento de levaduras en las diferentes muestras, estuvieron dentro de los límites establecidos por las normas establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano y la Norma Peruana de Recursos Hidrobiológicos, lo cual nos indica que el producto cumple con las normas de calidad e inocuidad.

El recuento aeróbico total se encontró en todos los tratamientos y en el testigo, dentro de los límites aceptados por la Norma Peruana (LMax. 10^5 UFC/g), el tratamiento que presentó el mayor valor fue el T1, seguido por el T2 y T3. El tratamiento tradicional, presentó el menor recuento de placas, posiblemente al proceso de cocción del camarón.

El recuento de mohos (ver Cuadro 5) se encuentra en todos los tratamientos y el testigo, dentro de los límites aceptado por la Norma Peruana (LMax. 10^3 UFC/g), siendo la relación sal/azúcar 70:70 del tratamiento T1 la que mejor inhibición presenta, seguido por el tratamiento T3 y T2 respectivamente, siendo el tradicional el que mayor crecimiento presenta. En este caso la relación sal/azúcar puede favorecer la inhibición del crecimiento, como se observa en el tratamiento T2, donde la concentración de azúcar es mayor que la de sal, conociendo que las altas concentraciones de azúcar favorecen el crecimiento de mohos, es de suma importancia evaluar la concentración de azúcar en la mezcla.

Es importante mencionar que el mayor crecimiento de mohos se observó en el tratamiento tradicional, donde el camarón a pesar de ser hervido durante 45 minutos, no inhibió el crecimiento, razón por la cual se debe de evaluar el proceso de secado tradicional para no exponer el producto a las condiciones ambientales.

4.3.3. Análisis de humedad

En cuanto al porcentaje de humedad el tratamiento T3 con relación sal: azúcar (60:60), favoreció la deshidratación del camarón, durante el proceso de secado bajo condiciones controladas, mientras que el tratamiento tradicional secado al aire libre, presenta el mayor porcentaje de humedad (39.87%, ver Cuadro 6) debido a las condiciones ambientales existentes de humedad y temperatura irregulares.

Cuadro 6. Análisis de la humedad en los cuatro tratamientos presentados.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Porcentaje de Humedad (%)
T1 70 : 70	50.28	36.91	26.59
T2 15 : 50	48.96	36.89	24.64
T3 60 : 60	50.11	41.29	17.6
Tradicional	49.83	29.96	39.87

Fuente: trabajo de campo, 2013.

5. Establecer los costos de producción del sistema propuesto versus el sistema tradicional de camarón deshidratado.

Como se puede observar en el Cuadro 7, los costos de producción del tratamiento T3, que presentó los mejores resultados de calidad y aceptación, es un 6% mayor que el proceso tradicional. Esta diferencia obedece al costo del azúcar, ya que en el proceso tradicional no se utiliza.

Cuadro 7. Costos de producción de camarón deshidratado, utilizando proceso tradicional vrs tratamientos propuestos (costos variables) por kilogramo.

	Tratamiento 1 70:70	Tratamiento 2 15:50	Tratamiento 3 60:60	Tradicional 50:0
Camarón	Q55.00	Q55.00	Q55.00	Q55.00
Sal	Q1.54	Q0.33	Q1.32	Q1.10
Azúcar	Q5.60	Q4.00	Q4.80	Q0.00
Agua	Q1.28	Q1.28	Q1.28	Q1.28
Leña	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q1.20
Mano de obra	Q3.00	Q3.00	Q3.00	Q3.00
Costo Total	Q66.42	Q63.61	Q65.40	Q61.58

Costo de producción por kilogramo de camarón fresco; sal kg= Q2.20, azúcar kg=Q7.85, agua litro=Q0.85

Fuente: trabajo de campo, 2013.

A pesar de la diferencia mínima de costo entre el tratamiento T3 y el tradicional se ve compensado por la calidad y aceptación del producto final de tratamiento 3. Es importante tomar en cuenta que el azúcar no es necesariamente la causante de esa mejoría, por lo que es necesario hacer pruebas en otros procesos, utilizando diferentes porcentajes de azúcar para verificar este extremo.

El modelo propuesto de deshidratación de camarón a escala de laboratorio, utilizando energía renovable, tiene un costo de inversión inicial de Q40,000.00, en contraste con los costos del tratamiento tradicional que es únicamente de Q1,000.00.

En este momento los costos del equipo de energía renovable no es rentable ni apropiado para impulsarlas en comunidades campesinas que desarrollan procesos artesanales, por los elevados costos de inversión inicial.

Según información proporcionada por el Dr. Rafael Jiménez Castañeda¹, estos procesos resultan rentables a grandes escalas de producción, porque hay que tomar en cuenta que la vida útil de estos sistemas son de 20 años, que pueden generar altas producciones. También resaltó la importancia de motivar el uso de energías renovables en procesos productivos agrícolas e hidrobiológicos, para concientizar a la población motivando la inversión.

6. Divulgación del proyecto.

Se realizaron 3 jornadas de divulgación y promoción del proyecto, con una participación total entre hombres y mujeres de 125 personas. Se constató que la mayoría de participantes manifestaron interés en el modelo de deshidratado de camarón a base de energía renovable. (Ver anexos).

¹ Profesor Investigador de la Universidad de Cádiz, España.

VIII. CONCLUSIONES

1. La hipótesis es aceptada parcialmente, ya que los tres tratamientos propuestos, superaron al proceso tradicional en cuanto a la aceptación.
2. No existe diferencia en cuanto a la calidad microbiológica de los tratamientos y el testigo.
3. El tratamiento 3, fue el que mejores resultados obtuvo respecto al color, olor, sabor y contenido de humedad.
4. La textura (presencia de exoesqueleto) es un factor importante para el consumidor de camarón deshidratado.
5. El producto tradicional presentó los costos variables de producción más bajos en un 6%, en comparación con el tratamiento 3.
6. Se elaboró un modelo de proceso de deshidratación funcional de camarón a escala de laboratorio, utilizando energía renovable.

IX. RECOMENDACIONES

1. Realizar nuevas propuestas de modelos tecnológicos de deshidratado de camarón utilizando energía renovable que sean de menos costo de inversión inicial.
2. Es importante determinar el tiempo de anaquel del tratamiento No. 3 con miras a su comercialización.
3. Realizar el procedimiento del tratamiento No. 3 utilizando camarón con exoesqueleto, para mejorar su apariencia.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Andrade, R.; Chávez, M.; Naar, V. (2007). Evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus sp*). Dyna. Noviembre año/vol. 74, número 153. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Pp. 181-186. Recuperada de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/975/11646>
2. Díaz, J. 2002. Deshidratación por aire caliente de músculo de camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*). Tesis para optar a título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 136 pp. Recuperada de <http://es.scribd.com/doc/25455321/Tesis-Deshidratado-por-aire-caliente-de-musculo-de-Camaron-gigante>
3. Fundación MAPFRE. 2007. Guía de uso industrial y comunitario de energías renovables. España. 224p. recuperado de www.aedhe.es/GUER/GUER.pdf
4. Fundación Solar (2007). *Memoria de Labores*. Guatemala. Recuperada de <http://www.fundacionsolar.org.gt>
5. García J., García, X., Linares, P., Santos, F. & Ramos, A. (2006) *Renovables 100%: Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica*. Recuperada de http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/informe-renovables-100-cap-t.pdf

6. Guzmán, K. (2011). El camarón seco, un manjar que distingue a Escuinapa. Periódico El Debate. México. Recuperada de www.debate.com.mx/eldebate/Articulos/ArticuloGeneral.asp?IdArt=11544268&IdCat=16522
7. MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. (2005). *Promoción de las energías renovables en Guatemala*. Recuperada de <http://www.mem.gob.gt>
8. MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. (2005). *Proyectos de energías renovables en Guatemala*. Recuperada de <http://www.mem.gob.gt>
9. MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. (2003). *Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable*. Recuperada de <http://www.mem.gob.gt>
10. MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. (2005). *Dirección General de Energía. Situación del subsector eléctrico*. Recuperada de <http://www.mem.gob.gt>
11. Morón, C.; Zacarías, I.; Saturnino de Pablo. (1997). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Universidad de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Capítulo 14. Pp. 148-149. Recuperada de <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/ah833s16.htm>
12. Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperada de <http://www.un.org>

13. NMX-F-522-2002-SE. Productos de la pesca. Camarón seco-salado. Especificaciones. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. México. Recuperada de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-522-2002.PDF>
14. Norma Peruana. 2003. RM 615-2003. NTS No. 71 –MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Recuperada de: http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/RM%20615-2003MINSA.pdf
15. RTCA 67.04.50:08. 2009. Reglamento Técnico Centroamericano: Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Recuperado de: <http://portal.mspas.gob.gt/files/Descargas/Servicios/NuevoRenovacion%20RegistroSanitario/2014/RTCA%20Criterios%20Microbiol%C3%B3gicos.PDF>
16. Unión Europea, Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Programa Euro Solar*. Recuperada de <http://www.mem.gob.gt>
17. Universidad de Calgary, MEM: Ministerio de Energía y Minas, GT. (2005). *Programa OLADE proyectos potenciales con energía renovable*. Recuperada de <http://www.mem.gob.gt>

XI. ANEXOS





PRUEBA ORGANOLÉPTICA FINAL

Apellidos	Nombres	Sexo	M	F
Edad				
Fecha	____/____/2014			
	Empresa o institución			

A continuación se le presenta un test de evaluación para el producto resultado del proyecto de investigación "Diseño, evaluación y desarrollo de un modelo de producción de camarón deshidratado, utilizando energía renovable, en la estación experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala", donde se le solicitara contestar las siguientes preguntas de acuerdo a la instrucción previa al cuestionamiento.

1. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Acceptable	Textura adecuada para un producto bien deshidratado, libre de indicios de humedad evidente.	Ausencia de humedad evidente.	10
			9
Acceptable	Textura de un producto deshidratado, con un leve indicio de humedad restante.	Presencia mínima de humedad.	7
			6
			5
			4
	límite de aceptación		
Rechazable	Deshidratado deficiente, evidente humedad en el producto.	Presencia fuerte de humedad.	3
			2
			1

Respuesta: _____





2. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Acceptable	Impresión visual agradable y atractivo comestible, de apariencia de un buen producto de camarón deshidratado.	Ausencia de factores que desagraden la imagen del camarón.	10
			9
Acceptable	Impresión visual comestible, pero sin apariencia de un proceso de deshidratado eficiente.	Presencia visual de restos de humedad mínima.	7
			6
			5
			4
	límite de aceptación		
Rechazable	Impresión visual de proceso de deshidratación deficiente, evidente humedad sobre el producto.	Presencia visual de humedad.	3
			2
			1

Respuesta: _____

3. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Acceptable	Olor característico de un camarón deshidratado, de buena calidad y bien conservado.	Ausencia de olores objetables.	10
			9
Acceptable	Ligero olor objetable como moho, ácido, rancio, húmedo.	Presencia mínima de olores objetables.	7
			6
			5
			4
	límite de aceptación		
Rechazable	Severo olor objetable como moho, ácido, rancio, húmedo.	Presencia fuerte de olores objetables.	3
			2
			1

Respuesta: _____





4. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Acceptable	Sabor agradable y atractivo de un camarón deshidratado, de buena calidad y bien conservado.	Ausencia de sabores objetables.	10
			9
Acceptable	Ligero sabor objetable rancio, ácido o no muy palatable.	Presencia mínima de sabores objetables.	7
			6
			5
			4
	límite de aceptación		
Rechazable	Severo sabor objetable ácido, rancio, húmedo y muy desagradable.	Presencia fuerte de sabores objetables.	3
			2
			1

Respuesta: _____

5. Posterior a degustar y evaluar organolépticamente el producto. ¿Consumiría este producto en futuras ocasiones?

Si No

6. Consideraría usted que el producto camarón deshidratado con energía fotovoltaica aprovechando al máximo los recursos naturales sin dejar una huella ecológica es una alternativa viable e innovadora en los procesos de producción tradicional de dicho producto:

Si No

Comentarios y/u observaciones

Muchas gracias por su atención y tiempo.

Anexos 01,02 y 03. Boleta de pruebas organolépticas



Anexo 04. Presentación del proyecto ante autoridades de DIGI.



Anexo 05 y 06. Taller realizado con productores de recursos hidrobiológicos y pescadores artesanales del área de Taxisco, Santa Rosa.



Anexos 07 y 08. Visita a pequeños productores de recursos hidrobiológicos.



Anexo 09. Camarón deshidratado elaborado artesanalmente.



Anexos 10 y 11. Promoción del proyecto ante estudiantes de primer año CEMA.



Anexo 12. Presentación de avances ante representantes de la Dirección General de Investigación.



Anexo 13. Parte del equipo de investigación del proyecto junto con Inga. Liuba Cabrera, Coordinadora del Programa Universitario.



Anexo 14. Presentación de resultados ante autoridades de DIGI.



Anexo 15. Presentación de resultados ante autoridades de DIGI.



Anexos 16 y 17. Visita del asesor externo del proyecto, el especialista español Dr. Rafael Jiménez Castañeda a las instalaciones de la Estación Experimental de Monterrico.



Anexos 18, 19 y 20. Lavado, peso inicial y tratamiento térmico a 90°.



Anexos 21, 22 y 23. Eliminación de exceso de agua y pesado.



Pesado de azúcar relación 1:1



Jarabe de azúcar al 70%



Pesado de sal relación 1: 1



Jarabe de sal al 50%

Anexos 24, 25, 26 y 27. Proceso de deshidratación: ósmosis (1 hora).



Anexos 28, 29, 30 y 31. Esperar proceso de ósmosis y eliminación de exceso de agua.



Anexos 32, 33, 34 y 35. Eliminación de exoesqueleto y pesado.



Anexos 36, 37, 38 y 39. Colocación del camarón en tapesco artesanal y horno de convección durante horas luz.



Anexos 40 y 41. Colocación del camarón en horno de convección alimentado por energía solar térmica.



Anexos 42, 43, 44 y 45. Monitoreo del proceso de deshidratación del camarón tanto en horno de convección como en tapesco artesanal.



Anexos 46, 47 y 48. Empacado del producto en bolsas con aislante.



Anexos 49 y 50. Empacado del producto en bolsas con aislante para su posterior traslado al laboratorio.



Anexos 51, 52 y 53. Análisis de humedad del producto obtenido de los tres tratamientos y el testigo.



Anexo 54. Publicación del proyecto en Periódico Universitario.



Anexo 55, 56, 57, 58, y 59. Realización de pruebas sensoriales en CEMA.



PRUEBA ORGANOLÉPTICA FINAL

Apellidos		Nombres		
Edad		Sexo	M	F
Fecha	____ / ____ / 2014		Empresa o institución	

A continuación se le presenta un test de evaluación para el producto resultado del proyecto de investigación “Diseño, evaluación y desarrollo de un modelo de producción de camarón deshidratado, utilizando energía renovable, en la estación experimental de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala”, donde se le solicitara contestar las siguientes preguntas de acuerdo a la instrucción previa al cuestionamiento.

1. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Aceptable	Textura adecuada para un producto bien deshidratado, libre de indicios de humedad evidente.	Ausencia de humedad evidente.	10 9 8
Aceptable	Textura de un producto deshidratado, con un leve indicio de humedad restante.	Presencia mínima de humedad.	7 6 5 4
	límite de aceptación		
Rechazable	Deshidratado deficiente, evidente humedad en el producto.	Presencia fuerte de humedad.	3 2 1

Respuesta: _____



2. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Aceptable	Impresión visual agradable y atractivo comestible, de apariencia de un buen producto de camarón deshidratado.	Ausencia de factores que desagraden la imagen del camarón.	10 9 8
Aceptable	Impresión visual comestible, pero sin apariencia de un proceso de deshidratado eficiente.	Presencia visual de restos de humedad mínima.	7 6 5 4
	límite de aceptación		
Rechazable	Impresión visual de proceso de deshidratación deficiente, evidente humedad sobre el producto.	Presencia visual de humedad.	3 2 1

Respuesta: _____

3. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha.

Aceptable	Olor característico de un camarón deshidratado, de buena calidad y bien conservado.	Ausencia de olores objetables.	10 9 8
Aceptable	Ligero olor objetable como moho, ácido, rancio, húmedo.	Presencia mínima de olores objetables.	7 6 5 4
	límite de aceptación		
Rechazable	Severo olor objetable como moho, ácido, rancio, húmedo.	Presencia fuerte de olores objetables.	3 2 1

Respuesta: _____



4. De acuerdo a los siguientes incisos responder únicamente colocando el número que lo representa a su derecha

Aceptable	Sabor agradable y atractivo de un camarón deshidratado, de buena calidad y bien conservado.	Ausencia de sabores objetables.	10 9 8
Aceptable	Ligero sabor objetable rancio, ácido o no muy palatable.	Presencia mínima de sabores objetables.	7 6 5 4
	límite de aceptación		
Rechazable	Severo sabor objetable ácido, rancio, húmedo y muy desagradable.	Presencia fuerte de sabores objetables.	3 2 1

Respuesta: _____

5. Posterior a degustar y evaluar organolépticamente el producto. ¿Consumiría este producto en futuras ocasiones?

Sí

No

6. Consideraría usted que el producto camarón deshidratado con energía fotovoltaica aprovechando al máximo los recursos naturales sin dejar una huella ecológica es una alternativa viable e innovadora en los procesos de producción tradicional de dicho producto:

Sí

No

Comentarios y/u observaciones

Muchas gracias por su atención y tiempo.

Deshidratado de Camarón con uso de las Energías renovables.

La historia de Camaroncin y Solaris





Deshidratado de Camarón con uso de las

Energías renovables.

La historia de Camaroncin y Solaris



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Educación

Educar a la población sobre el uso de las energías renovables.

Investigación

Con el desarrollo de la investigación se elaboró este manual informativo que ayudará a la comprensión de la utilización de la energía solar en la acuicultura.



Energías Renovables y Deshidratado de Camarón

Me llamo Solaris y más adelante conocerás como puedo ser útil en el proceso de deshidratado



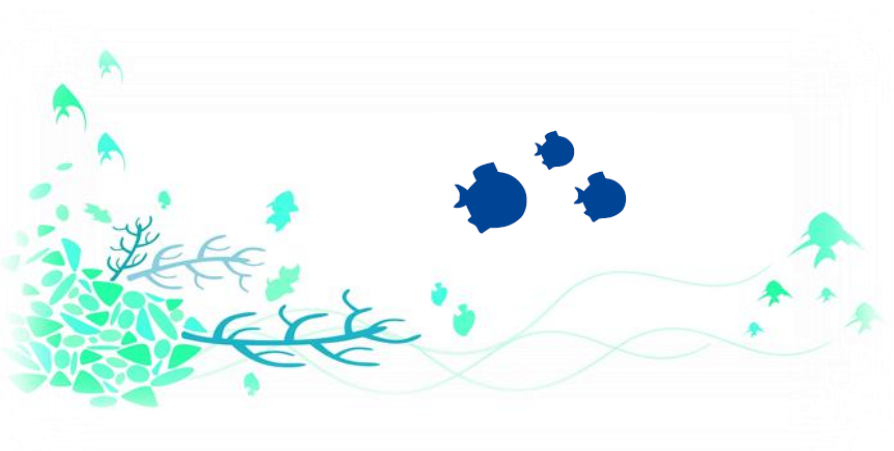
¡Hola! Me llamo camaroncín conmigo aprenderás a realizar el proceso de camarón deshidratado.



Deshidratado de Camarón con uso de las

ENERGÍAS RENOVABLES.

La historia de Camaroncín y Solaris



Preparación del Camarón

Hola Solaris, ¿Qué te parece si le contamos a nuestros amigos como puedo deshidratarme con tu ayuda?



Claro que sí Alevín. Comencemos.



Comenzaré explicándote el proceso de preparación nuevo, y luego te explicaré el proceso tradicional.



Primero tienes que lavarme muy bien, para quitarme toda la suciedad que pueda tener, después de haberme comprado.



Quítame el Caparazón y déjame solamente la cola.

Camaroncín y cuando ya tenga solamente la cola, que debo hacer????



Calienta agua, para que luego me puedas colocar ahí y comenzar el verdadero proceso

Si ya tienes el agua caliente, debes colocarme ahí durante dos minutos



Y dime luego de que te saque del agua????



Muy sencillo Solaris, retírame del recipiente y quítame el exceso de agua.

Asegúrate de quitar toda el agua posible, eso ayudará a que me deshidrate rápido.



Sabías qué?

El consumo de Camarón en la dieta de las personas, es importante ya que contienen proteínas, minerales, vitaminas, grasas en poca cantidad y Calcio.



Toma en cuenta mis observaciones... sé que te servirán.



Solaris recuerda que tienes que hacer una solución que ayuda a deshidratarme bien, te recomiendo preparar 1,500 ml de solución de sal al 60% y 1,500 ml de solución de azúcar al 60%

El tiempo que tengo que estar sumergido dentro de la solución que hiciste, tiene que ser de 30 minutos.



Muy bien Camaroncín, lo haré tal y como me dices. Cuando haya terminado el tiempo que tengo que estar sumergido que tengo que hacer????

Pues ahora tienes que sacarme y estaré listo para que tú hagas tu parte y me ayudes a deshidratarme.



Recuerda no saltarte ningún paso, de eso depende que tan bien quede.

Preparación del Camarón

Hoy CamaronCin, hay otro método para prepararte y deshidratarte?????



Si Claro Solaris, precisamente te iba a comentar eso.

Esta el método tradicional, el que todos usan normalmente en las comunidades.

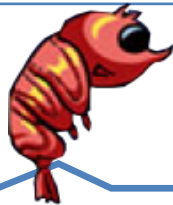


Te gustaría explicarme???



Me encantaría Solaris. Te voy a contar como se hace el método que todos utilizan.

Espero que tengas tiempo Solaris, porque luego te toca a ti explicarme cómo puedes ayudarme.



Primero tienes que lavarme bien, para quitarme toda la suciedad que puedo traer de donde me compraste, esto es igual que método que te explique anteriormente.

Se Calienta agua por medio de leña, para que luego puedas cocerme, no me coloques aún en el agua Caliente, tienes antes que poner una Cantidad de sal

Ahora sí, agregar suficiente sal (en exceso) en el recipiente de agua Caliente y colocarme ahí durante 30 minutos.



Después debes darme vuelta y me tienes que dejar en el agua Caliente de 10 a 15 minutos más para que pueda terminar de cocerme, bien.



Todo esto es muy interesante y eso lo hacen hoy en día en el campo CamaronCin???

Si Solaris, así es como lo hacen hoy en día.



Continúa contándome CamaronCin, todo esto me está gustando cada vez más... Tengo una propuesta para el secado que creo te gustaría.



Luego de haber hecho lo que te comentaba anteriormente, tienes que dejarme ya con el fuego apagado, reposando en agua Caliente de 10 a 20 minutos más



Pasado este tiempo, tienes que sacarme y quitarme el exceso de agua.

Finalmente ponme en el sol y espera a que me seque.

Gracias por tu explicación CamaronCin, ahora ya sé cómo se hacen los dos métodos, el que tu propones y el método que están utilizando actualmente.



Deshidratado de Camarón



Solaris ya que yo te he contado como prepararme, ahora necesito de tu ayuda.. Para que puedas deshidratarme???



¡Sí, Claro Camaroncin. Yo te explico cómo puedes deshidratarte con mi ayuda, por eso somos amigos

Gracias Solaris, así todos podrán saber cómo puedes deshidratarme, ya que tú eres parte importante de las energías renovables.



Si Camaroncin, ya verás que con este proceso tu quedarás listo para que todos te puedan comer.



Oooohhh! en verdad??? Pues comencemos, te parece???

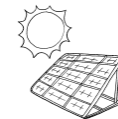


Si claro... Primero Camaroncin te contaré en qué consiste el proceso de secado que se hace con mi ayuda.



El calor que todos sentimos, puede aprovecharse de muchas formas....Pues ahora hay unos aparatos que lo captan y lo transforman

Con esos aparatos se puede calentar agua, producir energía para utilizar bombas de agua, dar oxígeno, dar luz en la noche y producir aire caliente para secar... En lugares donde no llega la energía normal.



Eso me parece genial. Es así como me ayudarás a deshidratarme Solaris????.



Exacto. Con mi ayuda y la ayuda de esos aparatos, te deshidrataremos de forma muy limpia y amigable al medio ambiente.

Camaroncin el utilizarme tiene muchas ventajas: porque yo no contamina, soy un recurso que siempre está disponible, soy gratis, cuido al medio ambiente y sobre todo, no necesitas combustible para que funcione.



Dato importante

Sin el sol, no pudiera haber vida en la tierra... todo sería demasiado frío... no crecerían plantas ni habría vida... el sol no solo es útil para iluminarnos cada mañana... tiene muchos usos... aprovechemos al señor sol.



Los aparatos que te menciono, generan agua caliente, ese calor que tiene el agua caliente, se pasa por un ventilador que hace que salga aire caliente, el cual se utiliza para secarte en este caso.

Ahora Camaroncin, ya que sabes que puedo hacer y cómo podemos aprovecharme con ayuda de otros aparatos, te explicaré como haremos tu proceso.



Deshidratado de Camarón



Primero que nada Camaroncin, cuando ya te hayas preparado, tienes que colocarte en bandejas, muy bien distribuido.

El colocarte en bandejas servirá para poderte poner dentro del horno solar, donde circulará el aire caliente.



Luego de ser colocado dentro del horno, tenemos que dejar que el aire caliente haga su trabajo y dejarte dentro, mientras haya rayos del sol.

Recuerda que el horno solo trabaja si yo estoy presente, cuando yo vaya a descansar y salga la luna, el horno se apagará automáticamente.



Solaris y de qué forma sabemos cuándo ya estoy listo para comer????

Por mi experiencia Camaroncin, yo te recomiendo que estés en el horno un día y medio de sol, tienes que estar totalmente seco y un poco durito.

No debes quedarte mucho tiempo dentro, porque puedes quedar demasiado duro y no podrán disfrutarte al máximo.



Te recomiendo Camaroncin, cuando ya estés listo, que te empaquen bien en bolsas individuales para la venta, que no guarden humedad.

Ooo... Muchas gracias Solaris por tus consejos, y gracias por la explicación que me has dado.



De nada Camaroncin, para eso estamos los amigos, ahora no solo tú sabes cómo deshidratarte, sino que nuestros amigos también lo sabrán. Éxitos y cuentas conmigo siempre.

Gracias Solaris, me ha servido mucho esto.



Sabías qué ????

El cultivo de camarón se inició en la década de 1970.



Adiós Camaroncin... cuídate!!!

Éxitos Solaris, hasta pronto!!!



Deshidratado de Camarón con uso de las

ENERGÍAS RENOVABLES.

La historia de Camaroncin y Solaris

