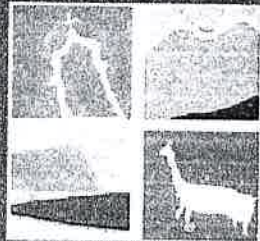


2011

**FORMATO INFORME TECNICO FINAL  
PROYECTOS FIC REGIONAL  
FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD  
Convenios FIC 2011**



**Desarrollo de tecnología de Producción  
masiva de microalgas para obtención de  
biocombustibles y materias primas de alto  
valor agregado para creación de un nuevo  
polo de Desarrollo sustentable en la región  
de Arica y Parinacota**







ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

# INVESTIGACIÓN DE PRODUCCIÓN MASIVA DE MICROALGAS)

## INFORME TÉCNICO FINAL

**(29/11/2013)**



ARICA Y PARINACOTA  
BOLEAS REGIONALES

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

**FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL**

**Nombre del Ejecutor:**

**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ**

**Nombre del Proyecto:**

**Desarrollo de tecnología de Producción masiva de microalgas para obtención de biocombustibles y materias primas de alto valor agregado para creación de un nuevo polo de Desarrollo sustentable en la región de Arica y Parinacota**

**Fecha del Convenio:**

**02\_08\_2011**

**Período Informado: (MESES)**

**Agosto 2011 a Agosto 2013**

**Coordinador o responsable del Proyecto:**

**Nombre:**

**Correo electrónico y Teléfono:**

**LIBERTAD CARRASCO RIOS**

**lcarrasc@uta.cl**

**1.- Resumen del Proyecto o programa:**

**Descripción resumida de la iniciativa:**

La apuesta de este proyecto es generar las bases para el desarrollo de cultivos de microalgas al aire libre, con medios preparados en base a agua de mar, altamente salinos para evitar la contaminación con otras microalgas y microorganismos parásitos, y usar cepas seleccionadas para crecer óptimamente en estos medios y optimizadas para aumentar su tasa de crecimiento y su contenido de lípidos. Adicionalmente, se considera como estrategia clave concebir a la biomasa de la microalga como un todo del cual se obtendrán dos principales fracciones (harina de microalga y aceite de microalga) que deberán ser comercializadas para hacer rentable el negocio, considerando que siempre la fracción de aceite, por ser la utilizable como combustible deberá ser de muy bajo costo.

La propuesta se desarrollará en 2 subprogramas coordinados entre sí, se pretende 1° implementar el cultivo de las mejores cepas resistentes y productivas para construir un sistema productivo que permita obtener resultados extrapolables a un sistema de cultivo a escala industrial y 2° validar el uso



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

**FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL**

de la biomasa producida como fuente de harina de microalga utilizable como ingrediente proteico para alimentación, y la fracción de aceite que sea utilizable como materia prima para biodiesel.

**Objetivo General:**

Desarrollar a escala piloto la producción de biomasa microalgal de organismos cultivados bajo condiciones ambientales extremas en la región de Arica y Parinacota, a altas tasas de crecimiento y a un costo que permita su explotación económica y procesamiento para la obtención de diversos compuestos naturales de interés comercial (proteínas, lípidos, carbohidratos y compuestos secundarios), orientados a las industrias farmacéutica, de alimentos o productos cosméticos entre otros; dando principal importancia a la obtención de fracciones lipídicas que podrían ser orientadas a la producción de biocombustible.

**Objetivos Específicos:**

1. Selección, estudio y caracterización de diferentes cepas de microalgas marinas aisladas de ambientes de salinidad extrema.
2. Generación de un sistema productivo de microalgas como base para la Validación Técnica y Económica de la producción de Biomasa proyectada a escala industrial.
3. Estudio de la posibilidad de optimizar, Evaluar Técnica y Económicamente a escala piloto de la producción de Biocombustibles, alimento animal y posibles compuestos secundarios de interés a partir de la biomasa microalgal.
4. Generación de un sistema de transferencia de la tecnología y promoción del nuevo emprendimiento por medio de un consorcio entre Universidades y empresas para la explotación del negocio productivo y la transferencia a otros inversionistas por medio de licenciamiento del paquete tecnológico y cepas.

**Resultados o productos esperados:**

- Base nativa de Cepas de microalgas extremófilas con los medios de selección y caracterización.
- Modelo de cultivo y cosecha que maximice la producción de biomasa al aire libre bajo condiciones selectivas de cultivo por variables ambientales de nulo costo de control (condiciones extremas de salinidad).
- Base experimental del proceso de extracción de aceite y separación de fracciones de interés comercial.
- Evaluación base para la aplicación de la biomasa remanente en nutrición animal y/o humana.
- Evaluación de costos y extrapolación de unidad demostrativa (Viabilidad técnico económica del escalamiento, información clave requerida para los inversionistas potenciales).
- Planta demostrativa para continuar con la evaluación productiva de otras cepas extremófilas que permitan generar alternativas de producción.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

### 2.- Metodologías aplicadas:

**Respecto al objetivo específico 1:** Selección, estudio y caracterización de diferentes cepas de microalgas marinas aisladas de ambientes de salinidad extrema.

- Dentro de la infraestructura pre existente del Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, que contaba con las condiciones básicas para ser aprovechadas y mejoradas para la implementación del LCP, la se realizó la adecuación de las instalaciones para generar el espacio y las condiciones ambientales requeridas para poder enfrentar esta labor, y se instaló el cepario definitivo con su mobiliario y equipamiento respectivo, conformándose así el "Laboratorio de Cultivo Primario" (LCP).
- El LCP localizado en la Facultad de Ciencias Agronómicas del campus Azapa, quedó dotado con los espacios bioseguros, las medidas de higienización y los controles de acceso necesarios, junto con todo el equipamiento requerido (sistema de filtración de agua de mar, sistema de aireación (sopladores) y aire acondicionado (control de temperatura) para desarrollar las actividades de cultivo de cepas y experimentos de control de condiciones ambientales y su impacto en la productividad, según la metodología y objetivos de investigación propios del proyecto.
- La empresa ASITEC Ltda. realizó el aporte de una colección de cepas de microalgas previamente seleccionadas a partir de ambientes marinos de alta concentración de sales, como base para contar con las cepas que fueron investigadas durante el proyecto. Estas cepas fueron recibidas en estado latente, tanto en tubos de ensayo con medio de cultivo líquido como en cápsulas de petri con medio de cultivo sólido. Todas las cepas se encontraban en estado de monocultivo, habiéndose previamente aislado y separado, para mantener cepas libres de contaminación con otros microorganismos.
- La profesional Ingeniero en Acuicultura Paz Galeno fue capacitada en la reactivación de las cepas desde su estado latente, y procedió a la implementación de un sistema de cultivo y mantenimiento del estado de monocultivo de las cepas aportadas por ASITEC Ltda. Este proceso generó el cultivo en forma permanente de un pool de cepas en cultivo simultáneo que requieren una constante replicación y resiembra de medios de cultivos para mantenerlas en estado vegetativo y de crecimiento, que es lo requerido para poder iniciar la investigación.
- Se diseñó un protocolo de preselección para explorar el potencial de crecimiento de las cepas. Este protocolo consistió en el cultivo de cada cepa en un medio líquido estándar basado en agua de mar esterilizada y nutrientes agregados, para promover el crecimiento de las





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

### FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

cepas en condiciones óptimas, y evaluar su productividad de biomasa. Con este protocolo se obtuvo la curva de crecimiento de las cepas, que permitió determinar las que tienen un potencial de crecimiento compatible con una alta producción de biomasa en condiciones controladas. La curva de crecimiento se obtiene por medio del conteo diario del número de células con el método de la cámara de Neubauer (miles de células por mL). El número de células luego se correlaciona con la producción de biomasa por centrifugado del medio para separar las células, luego se seca en estufa y se pesa para obtener la cifra en gramos de biomasa / ml de cultivo.

- Con el protocolo definido, la profesional a cargo del LCP se encargó del cultivo, mantención y selección de las cepas mediante este criterio de productividad de Biomasa. Una vez seleccionadas las 4 cepas de mayor interés por medio del criterio de la productividad basal de biomasa, se procedió a diseñar un protocolo para su adaptación y resistencia a las condiciones de salinidad extrema establecidas en el proyecto como criterio deseable para el cultivo a gran escala. El protocolo consiste en el aumento paulatino de la salinidad, simulando un proceso de evaporación del agua de mar, y ajustes a la concentración de nutrientes disponibles para el crecimiento de las microalgas seleccionadas.
- Con el fin de disponer de la capacidad adecuada para generar los datos y poder interpretar la información a obtener a través del funcionamiento del LCP y la generación de resultados de los protocolos en evaluación en dicha unidad, se realizaron las adaptaciones del Laboratorio de Bioquímica del Departamento de Química, para mejorar y aumentar la capacidad de proceso y análisis químico - bioquímico, con el propósito de caracterizar la producción de biomasa de microalgas, y luego analizar el contenido de compuestos nutraceuticos contenidos en la biomasa, junto con el análisis de su potencial aplicabilidad para la producción de biocombustible.
- El laboratorio de estudio bioquímica y caracterización (LEBC), localizado en el Departamento de Química del Campus Velásquez, funcionó eficientemente en la caracterización productiva y química (cuantificación de biomasa y composición química porcentual: proteínas, carbohidratos totales, lípidos y cenizas) de las cepas en estudio, con la capacidad de generar los resultados que permiten interpretar el comportamiento productivo de las algas sometidas a protocolo de investigación en el LCP.
- En el LEBC se establecieron las bases experimentales y metodológicas para el proceso de extracción a escala de laboratorio del aceite y la separación de fracciones de interés comercial a partir de la biomasa obtenida en el LCP, como también la caracterización de la fracción lipídica (lípidos de interés nutraceutico como ácidos grasos esenciales), y la identificación primaria de pigmentos y compuestos con capacidad antioxidante que otorgan el potencial de valor agregado a la biomasa.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- Apartir de la información obtenida en la interacción entre la producción de biomasa en el LCP y su análisis en el LEBC, se procedió a generar un nuevo protocolo para introducir el control y monitoreo del efecto de variables en los aportes nutricionales en el medio de cultivo, con el propósito de aumentar la producción de biomasa y/o aumentar el contenido lipídico y la producción de fracciones de interés comercial.
- Además, se incorporó como alumna tesista esta iniciativa la alumna Johana Fernandez, estudiante postulante al título de Microbiología Industrial, Universidad de Antioquía, Medellín Colombia), quien cumplió labores tanto en el laboratorio de cultivos primarios (LCP) como en el de estudio bioquímico y caracterización (LEBC) como postulante al título de microbióloga industrial.
- El trabajo de tesis de la alumna Johana Fernández, dio origen a una publicación científica que fue enviada a la revista Electronic Journal of Biotechnology.
- El trabajo coordinado del LCP y el LEBC continuó durante todo el periodo de ejecución de la propuesta en la cual se caracterizó las microalgas seleccionadas para producción de biomasa que serían luego evaluadas en la unidad demostrativa. La caracterización se hizo bajo una serie de variaciones de condiciones ambientales de cultivo cuyo propósito era definir las condiciones óptimas para el crecimiento a escala demostrativa.
- Este trabajo fue plasmado en 3 actividades de titulación más, realizadas en el Departamento de Química de las Facultad de Ciencias, llevadas a cabo por alumnos de las Carreras de Químico y Químico Laboratorista.

**Respecto al Objetivo 2:** Generación de un sistema productivo de microalgas como base para la Validación Técnica y Económica de la producción de Biomasa proyectada a escala industrial.

- Durante el periodo de evaluaciones de la biomasa originada en el LCP, se incorporó al equipo técnico el profesional Ingeniero Agrónomo Camilo Urbina cuya función a partir de su experiencia previa en cultivos industriales de microalgas fue estar a cargo de la fase de escalamiento piloto. Para lo cual como primer paso se estableció el diseño que tendría la unidad demostrativa. Este diseño incluyendo su costeo y la generación de las bases técnicas para su licitación, que se hizo todo lo humanamente posible para que su implementación ocurriese en paralelo durante el desarrollo de la fase de laboratorio, de modo que estuviese en condiciones operativas al momento de contar con la información de laboratorio para iniciar la etapa demostrativa. Sin embargo, el proceso de licitación de la implementación de la



ARICA Y PARINACOTA  
REGIONAL GOBIERNO

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

### FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

unidad demostrativa fue mucho más largo de lo que se pensó originalmente que debería haber sido, habiendo 2 instancias de licitación en la cual no se presentaron oferentes, sin considerar además la notable complejidad que se experimentó en el trámite mismo de llamar a licitación, particularmente debido a la naturaleza altamente especializada de las instalaciones requeridas y la difícil traducción de estos requerimientos en términos aceptables para ser licitadas por medio del sistema de compras públicas, en la cual el equipo técnico del proyecto siguió todas las instrucciones y proveyó toda la información que le fue solicitada para realizar los llamados a licitación, en forma oportuna, e incluso anticipada. Pero aún así se pudo comprobar que, en la práctica, el sistema de compras públicas se transforma en el cuello de botella para los proyectos de investigación y desarrollo debido al poco estímulo que genera el sistema diferido de pagos a proveedores, y las exigencias documentales que se efectúan, por las cuales los oferentes prefieren no presentarse a licitación para no tener problemas.

- Dado que originalmente se planificó que la unidad demostrativa se ubicaría en terrenos solicitados a bienes nacionales para quedar lo más cerca del mar posible en el sector aledaño a playa "Las Machas", se realizaron desde un inicio del proyecto, y en paralelo a las demás actividades, las gestiones para solicitar el permiso del uso del terreno a bienes nacionales. Estas gestiones terminaron con una respuesta negativa por parte de Bienes nacionales, que ofreció como alternativa un terreno en la zona aledaña a la costa sobre los cerros al sur de Arica, que, debido a no cumplir con varios requisitos pero principalmente por estar a mucha altura sobre el nivel del mar, fue descartada como opción. Para resolver el problema de la ubicación de la planta piloto, la empresa Naturoil S.A. ofreció sus terrenos para albergar las instalaciones en el sector industrial "parque industrial puerta norte", ubicación relativamente mejor con respecto a los requerimientos del proyecto. Sin embargo, el Gobierno Regional no autorizó finalmente esta ubicación por estar localizada en terrenos privados, razón por la cual se cambió finalmente la ubicación del lugar definitivo para instalar la unidad demostrativa a las dependencias del campus Azapa de la Universidad de Tarapacá.
- Las 2 licitaciones declaradas desiertas pese a todos los esfuerzos realizados por parte del personal técnico y la unidad de apoyo administrativa del proyecto para proveer a las instancias correspondientes de todos los requerimientos formales, (hecho documentado a través de todas las rendiciones técnicas previamente entregadas) junto con la imposibilidad de tener control alguno sobre la falta de presentación de oferentes, así como el corto periodo remanente para su completación y las escasas posibilidades de lograrlo dada la experiencia obtenida en ese periodo, unida a motivos de índole personal, motivaron la renuncia del profesional a cargo de la implementación de la Unidad demostrativa, Camilo Urbina, a partir de Marzo de 2013. Se contrató en su reemplazo al Ingeniero de Ejecución en Pesca Patricio Oxa Gallegos que se encargaría de implementar una estrategia alternativa para el logro de los objetivos demostrativos en el plazo remanente.





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- Anticipándose al hecho que las dificultades de licitar las instalaciones requeridas por el proyecto pudiesen finalmente retrasar o imposibilitar totalmente el requisito de contar con una unidad de escala demostrativa, en el mes de marzo de 2012, junto con el ingreso de Patricio Oxa al equipo técnico, se diseñó una estrategia alternativa para contar, al menos, con una unidad que permitiese realizar evaluaciones con mayor cantidad de biomasa y condiciones más cercanas a la escala piloto, pero que además se pudiera ejecutar en el marco de las restricciones de presupuesto y capacidad de compra administrativamente impuestas a la ejecución del proyecto por el sistema de compras públicas y todos sus requisitos, todo esto con el propósito de aumentar la eficiencia del proyecto y tener antecedentes suficientes para poder resolver los objetivos planteados. En esta propuesta, se comprometió la implementación de 2 reactores verticales de 1 m<sup>3</sup> de capacidad de medio de cultivo cada uno, para poder generar resultados anticipados del proyecto que dieran luces respecto a la escalabilidad del proyecto, siempre pensando en la proyección comercial de los resultados de la investigación.
- En la tercera (3<sup>a</sup>) licitación de la Habilitación de la Planta demostrativa se logró adjudicar su construcción a una empresa contratista. Las obras fueron iniciadas en el mes de agosto 2012 y terminadas en el mes de Octubre 2012. No obstante, no se pudo implementar el suministro de agua y luz, ni tampoco proceder a la instalación del equipamiento, debido a que el 13 de septiembre se comunicó telefónicamente a la directora del proyecto, que no se podía hacer más gastos y que sólo se cursarían las Ordenes de compra realizadas hasta el 12 de septiembre. Esto en razón de que el Convenio entre la Universidad de Tarapacá había vencido y no fue prorrogado.

**Respecto al Objetivo 3:** Estudio de la posibilidad de optimizar, Evaluar Técnica y Económicamente a escala piloto de la producción de Biocombustibles, alimento animal y posibles compuestos secundarios de interés a partir de la biomasa microalgal.

- Con los bioreactores verticales que se construyeron, se intentó producir biomasa de las cepas seleccionadas por su mayor productividad y adaptabilidad al crecimiento en condiciones hipersalinas. Sin embargo, se presentó el problema de que la capacidad de cosecha (centrifugado del medio de cultivo) disponible, sin haberse implementado la unidad demostrativa, era insuficiente para cosechar 1 m<sup>3</sup> de biomasa, lo cual limitaba el volumen máximo de cultivo posible de realizar a 300 litros. Se intentó ejecutar los cultivos en los reactores verticales con esta cantidad de medio de cultivo, pero resultó infructuoso ya que los reactores verticales dependen del volumen total de medio de cultivo para mantener su forma, con lo cual no se pudo obtener biomasa a esta escala en una manera adecuada, aunque si se pudo obtener una cosecha de los biorreactores, aunque no cultivada en condiciones óptimas.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- La biomasa cosechada fue sometida a una detallada caracterización en el LEBC. Esta información permitió iniciar una etapa de estudio y optimización de costos de los módulos de producción, así como el estudio de la utilización de la fracción proteica y de la fracción lipídica que es conducente a la valorización de la biomasa como fuente nutracéutica y/o de biocombustible. Esta información además se tomó como base para presentar la proyección de la viabilidad económica de los resultados del proyecto.

**Respecto al Objetivo 4:** Generación de un sistema de transferencia de la tecnología y promoción del nuevo emprendimiento por medio de un consorcio entre Universidades y empresas para la explotación del negocio productivo y la transferencia a otros inversionistas por medio de licenciamiento del paquete tecnológico y cepas.

- En el periodo inicial del proyecto, en el mes de Diciembre de 2011, se realizó una visita a una planta de producción industrial y comercial de microalgas en la pampa del Tamarugal por parte de todo el equipo técnico del proyecto para interiorizarse de los requerimientos de infraestructura y capacidades técnicas que requeriría la instalación de la planta piloto de producción que contempló el proyecto.
- Se recibieron las cepas de microalgas extremófilas aportadas por la empresa ASITEC Ltda. para el proyecto y se inició la inoculación y cultivo para iniciar el proceso de caracterización productiva.
- Como base del proceso de transferencia de resultados a partir del proyecto, y en especial en lo referente a la atracción de potenciales inversionistas para la generación del impacto esperado de generación de nuevos emprendimientos a nivel regional, el proyecto planteó desde el comienzo la necesidad de contar con una unidad demostrativa. Como ya se indicó, esta unidad demostrativa, aunque logró iniciar su implementación, por razones, se reitera, estuvieron absolutamente fuera del control de la dirección del proyecto, finalmente no llegó a estar en condiciones de operación, con lo cual las posibilidades de generar interés para el emprendimiento regional se vieron fuertemente limitadas.
- Pese a lo anterior, el proyecto convocó el interés de otras empresas del rubro acuícola presentes en el país (Biotechnology S.A.; Alimentos Esenciales para la Humanidad S.A. y Aqua Innova Ltda.), las cuales manifestaron incluso su opción de unirse al proyecto como empresas asociadas para formar un consorcio, lo que sin embargo ocurrió poco antes de que el proyecto fuese terminado en Septiembre de 2013 sin poder seguir ejecutándose por la situación antes descrita de que el convenio con el GORE había ya expirado.
- De cualquier manera, el proyecto permitió conformar una red de comunicación y





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

### FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

cooperación con el sector privado de interés para la generación de impacto por parte de la iniciativa, red que se consolidó y desarrolló a través de la duración del periodo de ejecución, manifestada en distintas maneras de colaboración, reuniones permanentes de coordinación, visitas a plantas de producción, aporte de materiales e insumos al proyecto, incluso facilitación de uso de equipos como una centrífuga para cosecha de biomasa, traspaso de Know How y experiencia industrial hacia el equipo de investigación. Toda esta cooperación mutua se manifestó, finalmente, en la formulación de una nueva propuesta de continuidad de la investigación iniciada en este proyecto, propuesta que fue presentada al primer concurso FIC-R 2013, y ante la no admisibilidad de la misma por extraviarse las cartas compromiso, es re postulada en el segundo concurso, instancia en la cual la Universidad de Tarapacá decidió no postularla finalmente notificándole tal situación al equipo técnico y directivo de esta nueva propuesta, que es el mismo de la actual.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

### FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

#### 3.- Gestiones y Actividades Realizadas para el logro de los objetivos:

En forma general se puede establecer que durante el proyecto se realizaron las actividades programadas y ordenadas en una prioridad cronológica, las que obviamente debieron adecuarse al curso de los hechos y resultados que se fueron presentando. Muchas de estas actividades se realizaron en forma secuencial, pero también se efectuaron en paralelo todas aquellas que debían avanzar conjuntamente para poder habilitar las actividades que se originaban a partir de la combinación de actividades previas. Las principales actividades realizadas se listan y describen a continuación en el orden cronológico en que se realizaron:

- Reuniones de coordinación entre equipo técnico y participantes de las empresas que apoyaron el proyecto. Este tipo de actividad se mantuvo durante todo el proyecto desde su comienzo, y se destaca en particular la importancia que tuvo para consolidar la red de cooperación y transferencia con el sector privado beneficiario de la iniciativa, entidades empresariales que, pese a los problemas experimentados durante el proyecto, se manifestaron siempre en apoyo a la continuidad de la iniciativa y la apoyaron permanentemente con aportes de información, conocimientos y colaboración profesional e incluso económica para la disponibilidad de recursos.
- Visita a plantas de producción industrial de microalgas en la pampa del Tamarugal (Atacama Bionatural Products S.A. al comienzo, Biotechnology S.A. y Alimentos Esenciales para la Humanidad S.A. más tarde en el proyecto) (23 de Septiembre del 2011 y 05 de Diciembre del 2012).
- Contratación de Ingeniero en Acuicultura.
- Pasantía de Ingeniero en Acuicultura para depuración de técnicas de cepario en Universidad de Antofagasta.
- Aporte de Cepas por parte empresa privada ASITEC Ltda.
- Visitas de asesor en implementación de cepario (Mg Sc. Juan Morales en dos ocasiones para la implementación de LCP).
- Visita de la Dra. Allisson Astuya (Universidad de Concepción), establecimiento de nexos para caracterización de compuestos de valor nutracéutico (funcionales, antioxidantes).
- Permanentemente se mantuvo la gestión de las diversas solicitudes de compra de materiales, equipos e insumos para la habilitación de las instalaciones requeridas por el proyecto, trabajo que resultó tener una dedicación mucho mayor a la que originalmente se pensó debido a





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

### FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

las restricciones del sistema de comprar públicas y su escasa flexibilidad y falta de dinamismo para iniciativas de alto grado de incertidumbre como son los proyectos de investigación y desarrollo.

- Logro de 100% de éxito en la reproducción y crecimiento de las cepas aportadas al proyecto a escala de LCP. Se destaca la importancia de este logro ya que habilitó a la Universidad de Tarapacá para continuar la investigación de Microalgas en colaboración con el Sector privado de la región de Arica y Parinacota.
- Caracterización química de las cepas en estudio y establecimiento de la base experimental del proceso de extracción de aceite y separación de fracciones de interés comercial. Este es un logro particularmente importante del LEBC que quedó habilitado para continuar con este tipo de investigaciones en nuestra región.
- Adquisición de nuevas cepas para el estudio y selección de acuerdo a la tasa de crecimiento y capacidad de producir los metabolitos de interés en condiciones de salinidad extrema. Se destaca que en virtud del proyecto la Universidad de Tarapacá ha quedado con las capacidades para ejecutar investigación a escala de laboratorio en microalgas de interés comercial a partir de cepas provenientes de ecosistemas salinos, capacidades que serán habilitantes en el futuro para nuevos proyectos de investigación aplicada.
- Habilitación del LCP con todos sus requerimientos para la mantención de la colección de cepas y la realización de investigación y optimización de protocolos de cultivo a escala de laboratorio.
- Habilitación de LEBC para caracterización de la biomasa obtenida a escala de laboratorio y piloto, y procesos de extracción y análisis de compuestos secundarios.
- Recepción de material de vidrio, insumos, materiales y compras menores durante todo el proyecto para mantener en funcionamiento tanto el LCP como el LEBC.
- Ante los considerables inconvenientes para la licitación de las compras de la Unidad demostrativa, se hizo la solicitud de prórroga de plazo de ejecución con reitemización, la que fue aceptada por unanimidad por los consejeros regionales presente en la sesión realizada el día 4 de marzo del 2013 (en Anexo 2, se adjunta certificado N° 102/2013)
- Coordinación permanente con la ejecutiva encargada de la supervisión de la ejecución del proyecto por parte del GORE, Dra. Cecilia Matte.
- Reunión con Dra. Cecilia Matte como contraparte Técnica, GORE y Sres. Jorge Bernal y



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA**

**FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL**

Edgar Estupiñán (UTA) el día 05 de marzo del 2013, en la cual se acuerda hacer el seguimiento de los procesos de adquisición pendientes, con el propósito acelerar la licitación para la adquisición de planta demostrativa y el equipamiento de esta (Ver en sección de Anexos, se adjunta acta firmada por los asistentes a esta reunión). Esto en virtud de manifestar el compromiso de la Universidad para el logro de los objetivos de la propuesta.

- Jornada de Difusión del Proyecto en Feria Marítima 2013, realizada en el Parque Vicuña Mackenna los días 07 y 08 de Mayo. (Ver en sección de Anexos)
- Cuatro actividades de titulación realizadas en el marco de este proyecto (Ver en sección de Anexos).
- Finalmente, en Agosto del 2012, Se logró adjudicar la habilitación de la planta demostrativa (Ver en sección de Anexos) y el 80% del equipamiento. A partir de esta adjudicación, se logró la implementación parcial de unidad demostrativa de cultivo de microalgas a escala piloto. Del diseño planteado por el profesional a cargo originalmente, el núcleo básico de la unidad demostrativa pudo finalmente ser instalado en terrenos de la FADECIA de la Universidad de Tarapacá (Campus Azapa), quedando inconclusa su habilitación por el cierre del proyecto.

**4.- Problemas técnicos y financieros del proyecto:**

**Problemáticas técnicas originadas por la interacción de los requerimientos técnicos y el entorno de gestión y administrativo:**

Durante los meses de agosto a octubre del 2011, periodo inicial del proyecto, los principales problemas técnicos se asociaron a la dificultad física de acceder a las instalaciones de la Universidad durante el prolongado periodo de toma y la consecuente imposibilidad de iniciar el proyecto adecuadamente. Dada esta situación, sólo se pudo avanzar en las gestiones administrativas y las visitas que se realizaron durante este periodo a las plantas de producción comerciales, así como la realización de la pasantía de la Ingeniero en Acuicultura, que resultaría un avance significativo de este periodo.

Una vez finalizada la toma universitaria, el principal problema técnico experimentado, que se arrastró como un problema crónico y sistémico durante todo el periodo de ejecución del proyecto y afectó en gran medida en la posibilidad de lograr los resultados planteados originalmente, fue la no disponibilidad de los elementos, equipos, insumos y materiales, así como la lentitud de licitar obras de habilitación del LCP y LEBC, y posteriormente de la Unidad demostrativa, que se resumen como consecuencia de la falta de eficacia del sistema de adquisiciones por medio del sistema de compras públicas, que, como se ha manifestado ya,





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

resultó transformándose en un significativo cuello de botella. En este sentido, el equipo técnico desea deslindar sus responsabilidades, debido a que en todo momento, se cumplieron todas las instrucciones y requerimientos de información, incluso en forma anticipada. El equipo técnico también está conciente y agradece el esfuerzo humano y el apoyo de la Unidad Administrativa dedicada a atender los requerimientos de los proyectos FIC-R, por parte de la Universidad de Tarapacá. En este sentido se desea recalcar que tanto el equipo técnico como el administrativo hicieron todo lo humanamente posible por acelerar la compras, pero no se logró mayor velocidad, y en particular se identifica que la fuente indiscutible del retraso en las gestiones de compra fue en la instancia final de aprobación de las solicitudes de compra y licitaciones por parte de la contraloría interna de la Universidad, que siempre fue demorada, probable y comprensiblemente, por un exceso de carga de solicitudes de parte de todos los proyectos FIC simultáneos que debía atender, y que honestamente, no sabemos como se podría haber superado este inconveniente que quedó totalmente fuera del control de todas las partes involucradas.

Debido a lo anterior, y como una forma de paliar este grave problema en la medida de lo posible, se estableció una planificación de las necesidades de adquisición de equipos, insumos y materiales que permitiera evitar la lentitud del sistema de adquisiciones y reducir de alguna manera el impacto de esto en las actividades del proyecto. Esto llevó al equipo técnico a la necesidad de adaptarse con buena voluntad e ingenio a estas limitaciones.

Aquí también se pudo comprobar el compromiso absoluto del equipo técnico con el éxito de la propuesta, que se manifestó en que todos los miembros del equipo técnico participante de la propuesta, y durante todo el periodo de ejecución, utilizaron, toda vez que fue imprescindible para no obligar a perder resultados ya avanzados, sus recursos propios personales, tales como vehículos, equipos informáticos, tiempo libre, e incluso dinero, para no dejar de tener aunque fuese los recursos mínimos para poder seguir avanzando con el proyecto. Para comprender lo relevante de contar con los recursos en el momento oportuno y que motivó al equipo técnico a efectuar estos esfuerzos, es importante que se tenga en cuenta que al trabajar con organismos vivos, la ejecución de la investigación queda supeditada a los ciclos biológicos de crecimiento de estos organismos, y que si se pierde la oportunidad de analizar un resultado en el momento adecuado, se pierden datos que toma semanas volver a generar, con la consiguiente pérdida de esfuerzo y recursos. Por eso cuando se requería un insumo en particular o estar a alguna hora determinada para tomar los datos, siempre se priorizó el estar a disponibilidad del proyecto para no afectarlo aún más en su ejecución. En este sentido es importante también mencionar que el sector privado apoyando la iniciativa también tuvo un rol importante, facilitando en muchos casos insumos y algunos equipos para poder avanzar y no quedar detenidos esperando las adquisiciones. Sin estos esfuerzos individuales y grupales del equipo técnico y la contraparte del sector privado, probablemente no se habrían tenido resultados significativos de la propuesta.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

Independientemente a lo expresado anteriormente, es fundamental que se comprenda que los proyectos de I+D tienen una naturaleza indeterminada y dinámica, que no permite una planificación exacta de las adquisiciones, y se sugiere que, para contribuir a solucionar la obvia incompatibilidad de estas características con las de los sistemas de adquisición con fondos públicos, que se permita una mayor agilidad en la asignación de Sumas a Rendir Cuenta y una flexibilización de los montos máximos de las adquisiciones a un sólo proveedor, dado que es altamente frecuente, como ejemplo ilustrativo, que el proveedor que tiene los insumos requeridos no está registrado ni percibe como interesante estar registrado en Chile Compra. Por otra parte, es imprescindible que se comprenda que los requerimientos de equipos e insumos en proyectos de alta especialización técnica no tienen un amplio mercado proveedor, y esto se manifiesta claramente en la escasa o nula recepción de ofertas en los sistemas de compras públicas, situación que debería ser tomada en cuenta por las autoridades para no volver a tener este mismo tipo de dificultades en instancias a futuro.

### **Problemas técnicos propiamente tales:**

Otros problemas técnicos se suscitaron cuando, debido a una sobrecarga en las instalaciones eléctricas en el Campus Azapa de la Universidad de Tarapacá, se quemaron 2 equipos (blower o sopladores) que debieron ser enviados a reparación. Para poder continuar con las labores programadas en el cepario y no perder el material biológico durante el mes de Febrero del 2013, se tuvo que conseguir un soplador en préstamo, y sin costo, con empresa privada, siendo este un ejemplo claro del espíritu de cooperación que tuvieron las entidades del sector privado con el proyecto.

Cuando se aplicó la estrategia alternativa para generar biomasa a escala piloto en los reactores verticales (ante la no disponibilidad de la Unidad Demostrativa), ya se mencionó que no se pudo utilizar el volumen total de las bolsas porque el sistema de cosecha disponible (centrífugas propias del LEBC y la disponibilidad de centrífuga facilitada por una empresa privada sin costo en sus instalaciones) no daría abasto para ello. En este sentido el problema técnico impidió hacer la experiencia a la escala adecuada, aunque igual se obtuvo biomasa a escala de  $0,3 \text{ m}^3$  por bolsa, que tuvo resultados de todas maneras significativos para las proyecciones económicas del proyecto.

Pese a todas las dificultades experimentadas, técnicamente el proyecto ha alcanzado resultados relevantes, los que se han logrado gracias al alto compromiso del grupo de profesionales que participamos de esta iniciativa.





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

### Problemas financieros:

El proyecto no tuvo problemas financieros propiamente tales, ya que la disponibilidad de caja siempre estuvo en el centro de costos. El problema financiero apareció solamente relacionado en la imposibilidad de acceder al uso de los dineros debido a la complejidad del sistema de compras públicas. Se intentó paliar esta dificultad por medio del sistema de Sumas a Rendir Cuentas (SARC) pero tampoco se pudo efectuar adecuadamente, debido a que finalmente este mecanismo se vio igualmente restringido en su forma de operar por las directivas de la contraloría interna de la Universidad. Este fue el principal motivo de que los miembros del equipo técnico tuviesen que usar recursos propios para poder seguir avanzando con el proyecto, situación que resultó en extremo frustrante y estresante para todos los miembros del equipo técnico y en particular para la directora del proyecto.

Un tema especialmente reiterativo e incapacitante para el equipo técnico fue el de la disponibilidad de dineros para combustible de desplazamientos requeridos por el proyecto. Por incompatibilidad entre la modalidad de adquisición de combustible aceptada por la contraloría interna y las labores implícitas en el desarrollo de este proyecto como la movilización y traslado rutinarios Arica -Campus Velásquez- y San Miguel -Campus Azapa-, además de la búsqueda de agua de mar en el sector de Playa Corazones, incluyendo traslados los días sábados y/o domingos en múltiples y frecuentes oportunidades (dado que se trabaja como objeto de la investigación con un material biológico que no conoce de jornadas de trabajo ni restricciones administrativas), en particular la directora de este proyecto, se vio en la obligación de asumir estos costos de manera personal, incluso reembolsando el gasto hecho por los otros miembros del equipo técnico en este insumo para los viajes absolutamente necesarios y frecuentes que generó el proyecto.

Es importante destacar que cuando se quiso hacer uso del vehículo institucional del Campus Velásquez, que finalmente fue el único autorizado para la carga de combustible con cargo al proyecto, se informó a la directora del proyecto que la que existía estaba en reparación. De este modo, y en virtud de que la directora y los profesionales del proyecto debieron continuar haciendo uso de sus vehículos personales para poder seguir con las actividades del proyecto, los dineros de combustible no pudieron ser utilizados para lo que se requerían.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

5.- Resultados

Descripción detallada de los resultados obtenidos a la fecha en comparación con lo previsto en la propuesta original.

5.1.-Resultados esperados por objetivo e indicadores (ETAPA)

Objetivo Espec. N°	Resultado	Indicador	Actual	Meta Final	Resultados Parciales	
					Meta	Plazo
1	Base nativa de Cepas de microalgas extremófilas con los medios de selección y caracterización.	Cepas en etapa de cepario	4	10	4	Noviembre 2011
			8		8	Marzo 2012
			10		10	Junio 2012
2	Modelo de cultivo y cosecha que maximice la producción de biomasa al aire libre bajo condiciones selectivas de cultivo por variables ambientales de nulo costo de control (condiciones extremas de salinidad).	Cepas caracterizadas en su productividad de biomasa y compuestos de valor en modelo de laboratorio	1	3	1	Marzo 2012
			2		2	Junio 2012
			3		3	Agosto 2012
3	Base experimental del proceso de extracción de aceite y separación de fracciones de interés comercial.	Proceso de laboratorio para extracción de fracciones de interés	1	2	Extracción de Aceite	Junio de 2012
			2			Extracción de harina de microalga
3	Evaluación base para la aplicación de la biomasa remanente en nutrición animal y/o humana.	Caracterización de harina de microalga por método Kjeldhal	2	3	1	Junio de 2012
			3		3	Agosto de 2012
2	Evaluación de costos y extrapolación de unidad demostrativa (Viabilidad técnico	US\$/kg de biomasa producida	15	0,4	3(*) Proyectado a partir de los datos de	Septiembre de 2013





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

	económica del escalamiento, información clave requerida para los inversionistas potenciales).				laboratorio y piloto parciales obtenidos	
4	Planta demostrativa para continuar con la evaluación productiva de otras cepas extremófilas que permitan generar alternativas de producción.	Planta piloto	0	1	<b>1 (*) Unidad parcialmente instalada. Unidades de reactores verticales habilitadas pero capacidad de cosecha insuficiente.</b>	Septiembre de 2013

## 5.2- Resumen de los Resultados logrados:

### ***Caracterización química y bioquímica del material microalgal.***

Se reportan a continuación los resultados resumidos de las múltiples evaluaciones que se efectuaron a través de la duración del proyecto y que permitieron llegar a la evaluación de un protocolo de cultivo de 4 cepas de la microalga *Dunaliella salina* que resultaron ser las de mejores aptitudes para el cultivo en condiciones de laboratorio en medio hipersalino que era el principal requisito planteado para su posterior exploración a escala demostrativa. Es importante destacar que la investigación se realizó con la intención de evaluar también la optimización del principal costo del medio de cultivo, consistente en la utilización de fertilización nitrogenada. Se pudo observar en los protocolos preliminares de selección que el uso de una dosis disminuida de nitrógeno en el medio de cultivo (50% de la concentración del medio de cultivo de referencia) podía sustentar el crecimiento de la biomasa. Esta observación fue la que se exploró en mayor profundidad en sus implicancias en la composición de la biomasa obtenida para poder evaluar si este ahorro de costos se podría extrapolar a escala productiva.

### **Metodología empleada en este estudio**

La biomasa microalgal se concentró por medio de centrifugación a  $6000 \times g$  a  $4^{\circ}C$  por 5 minutos. Las muestras se secaron en estufa a una temperatura de  $80^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$  hasta obtener una masa constante para luego ser almacenadas a  $-20^{\circ}C$  hasta su análisis químico. Las cenizas se determinaron gravimétricamente después de calcinar  $550^{\circ}C$  por un período de 16 horas. Los carbohidratos se determinaron por medio del método de Dubois *et al.*, (1956) y las proteínas por medio del método de Kjeldahl (Whyte, 1987). Los lípidos totales fueron extraídos por el método de Bligh & Dyer, (1959). Los pigmentos (clorofilas y carotenoides) fueron cuantificados de acuerdo al método de Lichtenthaler, 1987. El ácido ascórbico fue extraído y cuantificado de acuerdo al método de Gossett *et al.*, (1994). La capacidad antioxidante fue determinada por el método del DPPH descrito por Blois, 1958. El índice de saponificación (IS) que es cantidad de hidróxido potásico necesaria para la saponificación de 1 g de grasa. Este índice da cuenta del



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

contenido de ácidos grasos de cadena corta y presencia de grupos ésteres en sus moléculas ya que el grupo éster es el que reacciona con el hidróxido de potasio (se identifican acilglicérols o triglicéridos, fosfoacilglicérols, esfingolípidos). La fracción insaponificable, que corresponde a los lípidos no saponificables, no sufren hidrólisis alcalina tales como terpenos, como el  $\beta$ -caroteno y vitamina A, clorofilas, tocoferoles como la vitamina E (que tiene una gran capacidad antioxidante), esteroides. El índice de acidez que corresponde a los ácidos grasos libres que contiene los aceites y grasa. El índice de yodo que es una medida del grado de insaturación de los componentes de aceites y grasas.

Los ácidos grasos de la fracción lipídica fueron derivatizados y analizados en cromatógrafo de gases marca Perkin Elmer, modelo Clarus 500 GC con detector FID.

**Principales resultados de 4 cepas de la microalga *Dunaliella salina*:**

**Tabla 1:** Cantidad de biomasa obtenida por las 4 cepas de la *D. salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	Tratamiento con 0,51 g L <sup>-1</sup> N	
	Biomasa (cél/mL) x 10 <sup>5</sup>	Materia Seca (g/L)
Cepa Tang	3,94 <sup>Ab</sup>	0,21 <sup>Aa</sup>
Cepa Conc 007	4,46 <sup>Ab</sup>	0,15 <sup>Bb</sup>
Cepa Yucatán	5,50 <sup>Aa</sup>	0,12 <sup>Ab</sup>
Cepa Utex	4,58 <sup>Ab</sup>	0,23 <sup>Ab</sup>
	Tratamiento con 0,25 g L <sup>-1</sup> N	
Cepa Tang	3,98 <sup>Ab</sup>	0,15 <sup>Bb</sup>
Cepa Conc 007	4,99 <sup>Aa</sup>	0,23 <sup>Aa</sup>
Cepa Yucatán	4,30 <sup>Bb</sup>	0,17 <sup>Ab</sup>
Cepa Utex	4,22 <sup>Ab</sup>	0,19 <sup>Ab</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Letras mayúsculas para las comparaciones entre tratamientos de Nitrógeno y minúsculas para las comparaciones entre cepas. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Se observa que la reducción de la concentración de N a la mitad, no tiene un efecto significativo negativo en la producción de biomasa en promedio, aunque si a algunas cepas les afecta negativamente (Tang y UTex), mientras que a otras la reducción del N disponible les afecta positivamente en la productividad de biomasa total (007 y Yucatán).

**Tabla 2:** Composición química proximal de *D. salina* (4 cepas analizadas)

<i>Dunaliella salina</i>	Tratamiento con 0,51 g L <sup>-1</sup> N			
	Lípidos (g/100g)	Proteínas [Nx6,25] (g/100g)	Carbohidratos totales (g/100g)	Cenizas (g/100g)
Cepa Tang	8,85 <sup>Ac</sup>	12,05 <sup>Bc</sup>	7,45 <sup>Bb</sup>	38,58 <sup>Bb</sup>
Cepa Conc 007	17,06 <sup>Aa</sup>	32,86 <sup>Aa</sup>	7,38 <sup>Ab</sup>	27,50 <sup>Bc</sup>
Cepa Yucatán	8,58 <sup>Ac</sup>	14,90 <sup>Abc</sup>	3,84 <sup>Ac</sup>	59,25 <sup>Aa</sup>
Cepa Utex	11,46 <sup>Ab</sup>	18,37 <sup>Ab</sup>	9,67 <sup>Aa</sup>	57,68 <sup>Aa</sup>
	Tratamiento con 0,25 g L <sup>-1</sup> N			



ARICA Y PARINACOTA  
ADMINISTRACIÓN REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

Cepa Tang	7,16 <sup>Aa</sup>	20,02 <sup>Aa</sup>	9,98 <sup>Aa</sup>	52,87 <sup>Ab</sup>
Cepa Conc 007	5,32 <sup>Bb</sup>	15,93 <sup>Bb</sup>	2,33 <sup>Bbc</sup>	61,01 <sup>Aa</sup>
Cepa Yucatán	6,70 <sup>Aa</sup>	15,22 <sup>Ab</sup>	3,44 <sup>Ab</sup>	58,25 <sup>Aa</sup>
Cepa Utex	4,85 <sup>Bb</sup>	19,89 <sup>Aa</sup>	3,76 <sup>Bb</sup>	45,76 <sup>Bc</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Letras mayúsculas para las comparaciones entre tratamientos de Nitrógeno y minúsculas para las comparaciones entre cepas. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

En este caso, el efecto de la concentración de N si tiene un efecto significativo en la composición proximal de las cepas cosechadas. Este efecto, que en general es directamente proporcional a la concentración de N, se observa con mayor magnitud en la concentración de lípidos de la biomasa, el contenido de proteínas, y el contenido de carbohidratos, notándose claramente que la reducción del nivel de N en el medio de cultivo tiene un efecto detrimental en la calidad de la biomasa, ya que la cantidad de biomasa cosechada (como se vió en la tabla 1) no se afecta significativamente.

**Tabla 3:** Contenido de compuestos antioxidantes hidrofílicos en cuatro cepas de *D.salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	Tratamiento con 0,51 g L <sup>-1</sup> N	
	ASA (mg /g PF)	Compuestos Polifenoles (mg /g PS)
Cepa Tang	24,46 <sup>Ab</sup>	1,99 <sup>Ac</sup>
Cepa Conc 007	48,22 <sup>Aa</sup>	4,66 <sup>Aa</sup>
Cepa Yucatán	1,21 <sup>Ac</sup>	3,44 <sup>Ab</sup>
Cepa Utex	2,07 <sup>Ac</sup>	4,70 <sup>Aa</sup>
	Tratamiento con 0,25 g L <sup>-1</sup> N	
Cepa Tang	0,21 <sup>Bb</sup>	0,51 <sup>Bb</sup>
Cepa Conc 007	0,31 <sup>Bb</sup>	0,58 <sup>Bb</sup>
Cepa Yucatán	2,14 <sup>Aa</sup>	0,87 <sup>Ba</sup>
Cepa Utex	0,32 <sup>Ab</sup>	0,47 <sup>Bb</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Letras mayúsculas para las comparaciones entre tratamientos de Nitrógeno y minúsculas para las comparaciones entre cepas. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Respecto a la actividad y contenido de compuestos antioxidantes solubles en agua, la reducción del contenido de N resulta detrimental en grado altamente significativo, llegando a prácticamente suprimir la actividad antioxidante cuando este nutriente no está adecuadamente disponible.



ARICA Y PARINACOTA

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

**Tabla 4:** Contenido de compuestos antioxidantes hidrofóbicos en cuatro cepas de *D. salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	Tratamiento con 0,51 g L <sup>-1</sup> N		
	Clorofila A (mg/g PF)	Clorofila B (mg/g PF)	Carotenoides (mg/g PF)
Cepa Tang	0,58 <sup>Bb</sup>	0,17 <sup>Ba</sup>	0,22 <sup>Bc</sup>
Cepa Conc. 007	0,63 <sup>Bab</sup>	0,19 <sup>Ba</sup>	0,33 <sup>Bb</sup>
Cepa Yucatán	0,83 <sup>Ba</sup>	0,22 <sup>Ba</sup>	0,55 <sup>Ba</sup>
Cepa Utex	0,91 <sup>Ba</sup>	0,22 <sup>Ba</sup>	0,59 <sup>Ba</sup>
	Tratamiento con 0,25 g L <sup>-1</sup> N		
Cepa Tang	2,81 <sup>Ac</sup>	0,64 <sup>Ac</sup>	1,16 <sup>Ad</sup>
Cepa Conc. 007	3,44 <sup>Ab</sup>	0,89 <sup>Ab</sup>	1,95 <sup>Ab</sup>
Cepa Yucatán	2,21 <sup>Ad</sup>	0,52 <sup>Ad</sup>	1,30 <sup>Ac</sup>
Cepa Utex	4,70 <sup>Aa</sup>	1,14 <sup>Aa</sup>	2,65 <sup>Aa</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Letras mayúsculas para las comparaciones entre tratamientos de Nitrógeno y minúsculas para las comparaciones entre cepas. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Por el contrario con lo que ocurre con los antioxidantes solubles en agua, los antioxidantes solubles en lípidos se ven favorecidos con la reducción del contenido de nitrógeno en el medio de cultivo. Siendo que este es un parámetro altamente interesante desde el punto de vista de la aplicación comercial del sistema de cultivo desarrollado, es altamente significativo que la concentración de clorofila total se prácticamente cuadruplica, y la concentración de carotenoides se triplica cuando la concentración de N se reduce a la mitad.

**Tabla 5:** Actividad antioxidante (DPPH) cuatro cepas de *D. salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	Tratamiento con 0.51 g L <sup>-1</sup> N	
	Actividad antioxidante (DPPH)	
Cepa Tang	(65,21 $\pm$ 4,54) <sup>Ba</sup>	
Cepa Conc. 007	(66,35 $\pm$ 0,88) <sup>Ba</sup>	
Cepa Yucatán	(64,23 $\pm$ 1,33) <sup>Aa</sup>	
Cepa Utex	(56,93 $\pm$ 0,82) <sup>Bb</sup>	
	Tratamiento con 0.25 g L <sup>-1</sup> N	
Cepa Tang	(75,45 $\pm$ 0,34) <sup>Ab</sup>	
Cepa Conc. 007	(80,03 $\pm$ 0,36) <sup>Aa</sup>	
Cepa Yucatán	(59,09 $\pm$ 0,68) <sup>Bd</sup>	
Cepa Utex	(67,48 $\pm$ 1.60) <sup>Ac</sup>	

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de medición. Letras mayúsculas para las comparaciones entre tratamientos de Nitrógeno y minúsculas para las





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

**FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL**

comparaciones entre cepas. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

La actividad antioxidante de las cepas se afecta relativamente en poca proporción, con una tendencia al aumento en la mayoría de las cepas cuando la concentración de N se reduce a la mitad, tendencia a la cual escapa solamente la cepa Yucatán.

**Resultados sólo con 100% N**

Dada la relevancia de la fracción lipídica como potencial materia prima para la elaboración de biocombustibles, y también con un importante potencial de mercado para el desarrollo de productos nutraceuticos por los ácidos grasos esenciales, y dado que esta fracción se reduce significativamente con la reducción del contenido de N en el medio de cultivo, se procedió a caracterizar en detalle la fracción lipídica de las cepas de *Dunaliella salina* obtenidas con el medio de cultivo con la dosis completa de N.

**Tabla 5:** Caracterización de lípidos índice de saponificación y fracción insaponificable en cuatro cepas de *D. salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	Índice de Saponificación (mg KOH/100 g Muestra)	Fracción Insaponificable (g/100g Muestra)
Cepa Utex	375,6 <sup>a</sup>	1,94 <sup>a</sup>
Cepa Yucatán	342,0 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>
Cepa Conc 007	407,6 <sup>a</sup>	1,75 <sup>b</sup>
Cepa Tang	340,4 <sup>a</sup>	1,84 <sup>ab</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Las letras distintas señalan diferencias significativas entre las cepas, de acuerdo al test de Tukey con un nivel de significancia  $P \leq 0,05$ .

La Fracción insaponificable registrada en todas las cepas (Tabla 5), no supera el 2%, tal como ha sido informado en distintos estudios sobre microalgas. La Fracción insaponificable dio mucho menor que el índice de saponificación. Los lípidos no saponificables no sufren hidrólisis alcalina. Además, se puede observar que las cepas que obtuvieron mayor F.I fueron la cepa Utex y Yucatán, diferencia estadísticamente significativa con respecto a la cepa Conc 007. Esto podría deberse a que las cepas Utex y Yucatán tienen mayor proporción de terpenos, como el  $\beta$ -caroteno y vitamina A, clorofilas, tocoferoles como la vitamina E (que tiene una gran capacidad antioxidante), esteroides (como  $\beta$ -sitosterol que ayuda a la absorción de colesterol), y compuestos fenólicos.

**Tabla 6:** Caracterización de lípidos, índice de acidez e índice de yodo en cuatro cepas de *Dunaliella salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	Índice de Acidez (I.A) (mg de KOH/ g de Grasa)	Índice de Yodo (I.Y) (I <sub>2</sub> g/100g Grasa)
Cepa Utex	0,024 <sup>a</sup>	249 <sup>b</sup>
Cepa Yucatán	0,024 <sup>a</sup>	252 <sup>b</sup>
Cepa Conc 007	0,021 <sup>a</sup>	375 <sup>a</sup>
Cepa Tang	0,024 <sup>a</sup>	397 <sup>a</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de medición. Las letras distintas señalan diferencias significativas entre las cepas, de acuerdo al test de Tukey con un



## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

nivel de significancia  $P \leq 0,05$ .

En la Tabla 6 se puede observar que la cepa Tang y Conc 007 fueron las que obtuvieron un mayor índice de yodo, en consecuencia estas cepas tendrían una mayor proporción de ácidos grasos insaturados. Este parámetro es tres a cuatro veces superior al obtenido por otras microalgas tales como: *Chlorella vulgaris* y *Dunaliella tertiolecta* (Alvear y cols., 2009); *Scenedesmus obliquus*, *Dunaliella tertiolecta*, *Nannochloropsis* sp. y *Neochloris oleabundans* (Gouveia y Oliveira, 2009). Estos resultados, evidenciarían la potenciabilidad del uso de las cuatro cepas más bien con fines nutraceuticos, por el alto contenido de lípidos insaturados. Para ser considerados para la elaboración de biocombustible, se recomienda que los aceites presenten un I.Y inferior a 120 gI<sub>2</sub>/g lípidos, de esa manera pueden ser competitivos los aceites de microalgas frente a aceites vegetales tradicionalmente empleados para producir biodiesel (Gouveia y Oliveira, 2009).

**Tabla 7:** Contenido de ácidos grasos saturados en cuatro cepas de *Dunaliella salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	ácido Palmítico g/100g lípidos	ácido Esteárico g/100g lípidos
Cepa Utex	18,38 <sup>b</sup>	0,76 <sup>b</sup>
Cepa Yucatán	23,35 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>
Cepa Conc 007	17,70 <sup>b</sup>	0,93 <sup>a</sup>
Cepa Tang	15,10 <sup>c</sup>	0,46 <sup>c</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Las letras distintas señalan diferencias significativas entre las cepas, de acuerdo al test de Tukey con un nivel de significancia  $P \leq 0,05$ .

**Tabla 8:** Contenido de ácidos grasos insaturados en cuatro cepas de *Dunaliella salina*.

<i>Dunaliella salina</i>	ácido Palmitoleico g/100g	ácido Oleico g/100g	ácido Linoleico g/100g	ácido $\gamma$ -linoleico g/100g	ácido $\alpha$ -linoleico g/100g
Cepa Utex	2,76 <sup>b</sup>	5,58 <sup>b</sup>	9,52 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>b</sup>	24,46 <sup>ab</sup>
Cepa Yucatán	2,94 <sup>ab</sup>	7,28 <sup>a</sup>	10,38 <sup>a</sup>	1,45 <sup>b</sup>	19,31 <sup>b</sup>
Cepa Conc 007	3,15 <sup>a</sup>	4,62 <sup>b</sup>	11,61 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>	20,91 <sup>b</sup>
Cepa Tang	3,00 <sup>a</sup>	2,68 <sup>c</sup>	7,37 <sup>b</sup>	1,24 <sup>a</sup>	30,39 <sup>a</sup>

Los resultados son expresados como el promedio del análisis correspondiente a 5 repeticiones  $\pm$  el error estándar de la medición. Las letras distintas señalan diferencias significativas entre las cepas, de acuerdo al test de Tukey con un nivel de significancia  $P \leq 0,05$ .

Se puede observar que en general el principal componente de la fracción lipídica de las distintas cepas de *D. salina* está en la fracción de ácidos grasos insaturados, que en su conjunto componen casi la mitad de los ácidos grasos totales.

La cepa Tang que presenta el mayor contenido de éste ácido graso que pertenece a la serie de omega-3, un ácido graso esencial y beneficioso para la salud. El segundo ácido graso de mayor producción en todas las cepas es el linoleico, seguido del oleico, palmitoleico y finalmente el  $\gamma$ -linoleico. No obstante, la cepa Conc 007 es la que presenta mayor contenido de todos ellos. En este sentido, estudios realizados por Vásquez-Suárez y cols., 2007, en cepas



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

Peonías, Coche y Araya de D. salina, informan contenidos de ácido palmítico, oleico y linoleico, significativamente menores a los obtenidos en este estudio.

**Resultados de la microalga *Cryptocodinium cohnii*:**

Debido a que el principal mercado de ácidos grasos esenciales actualmente existente para los productos de microalgas es el de los ácidos grasos omega 3, y dado que entre las cepas que se recopilieron para el presente proyecto se trabajó con una microalga que tenía una alta proporción del ácido graso omega 3 de mayor importancia comercial (DHA), se caracterizó el contenido de estos ácidos grasos de la biomasa obtenida a escala de laboratorio.

Se evaluó en *Cryptocodinium cohnii*, el efecto de la fase de crecimiento y la aplicación de distintas temperaturas sobre el contenido de macromoléculas: proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos grasos omega (DHA y ácido oleico) con especial énfasis en la producción de DHA. El DHA despierta interés no sólo porque cumple un papel fundamental durante la formación y función del tejido cerebral sino porque además forma parte del tejido cardíaco y la retina. Sumado a lo anterior, se ha correlacionado el contenido cerebral de DHA con la capacidad de aprendizaje y con el nivel de inteligencia de los recién nacidos y lactantes (Sanhueza *et al.*, 2004) En adultos, la pérdida importante de DHA se vincula con enfermedades como Alzheimer o Parkinson por lo que también se recomienda su consumo en edades avanzadas (Valenzuela *et al.*, 2011).

**Tabla 9.** Efecto de la fase de crecimiento y cambio de temperatura sobre el contenido de proteína, ceniza, DHA, ácido oleico, carbohidratos solubles e insolubles, lípidos y peso seco en microalga *Chryptecodinium cohnii*.

Fase exponencial								
Temperatura	Proteína	Ceniza	C. Solubles	C. insolubles	Lípidos	DHA	Oleico	Peso seco
°C	g/100 g MS	g/100 g MS	g/100 g MS	g/100 g MS	g/100 g MS	g/100 g lipidos	%	g/L
10	48,96 <sup>Aa</sup>	6,42 <sup>Aa</sup>	5,25 <sup>Ab</sup>	32,83 <sup>Aa</sup>	6,54 <sup>Aa</sup>	6,33 <sup>Bb</sup>	6,08 <sup>Bb</sup>	0,27 <sup>Bb</sup>
15	47,45 <sup>Aa</sup>	6,56 <sup>Aa</sup>	8,42 <sup>Aa</sup>	31,47 <sup>Ba</sup>	6,10 <sup>Aa</sup>	6,49 <sup>Ab</sup>	6,71 <sup>Ba</sup>	1,19 <sup>Ba</sup>
20	46,39 <sup>Aa</sup>	5,21 <sup>Aa</sup>	5,46 <sup>Ab</sup>	32,66 <sup>Aa</sup>	10,29 <sup>Aa</sup>	16,59 <sup>Aa</sup>	5,09 <sup>Bc</sup>	0,99 <sup>Ba</sup>
Fase estacionaria temprana								
10	38,53 <sup>Ba</sup>	6,25 <sup>Aa</sup>	11,66 <sup>Ba</sup>	37,68 <sup>Aa</sup>	5,87 <sup>Ab</sup>	8,38 <sup>Aa</sup>	8,95 <sup>Ab</sup>	1,61 <sup>Aa</sup>
15	33,13 <sup>Bb</sup>	7,32 <sup>Aa</sup>	12,70 <sup>Ba</sup>	41,43 <sup>Aa</sup>	5,43 <sup>Ab</sup>	3,16 <sup>Bb</sup>	9,30 <sup>Aa</sup>	1,90 <sup>Aa</sup>
20	33,56 <sup>Bb</sup>	4,42 <sup>Ab</sup>	8,38 <sup>Ab</sup>	41,74 <sup>Aa</sup>	11,89 <sup>Aa</sup>	3,54 <sup>Bb</sup>	8,14 <sup>Ac</sup>	1,59 <sup>Aa</sup>

Valores promedio calculados en base a 3 muestras por tratamiento. Letras mayúsculas para las comparaciones entre fase de crecimiento y minúsculas para las comparaciones entre temperaturas. Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes según test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

### 6.-Beneficiarios directos que participaron del proyecto o programa:

Entendiendo a los beneficiarios como las entidades privadas que participaron activamente en el proyecto y sus recursos humanos se describen a continuación:

- ASITEC Ltda. (Aporte de cepas, Know How en cultivos industriales de microalgas, aporte de equipos en préstamo)
- Biotechnology S.A. (aporte de know how)
- Alimentos Esenciales para la Humanidad S.A. (aporte de Know How e Insumos)
- Aqua Innova Ltda. (aporte de Know how, insumos y préstamo de equipos).

### 7.- Perspectivas de viabilidad/sostenibilidad del proyecto:

Abstrayéndose de las dificultades experimentadas durante el proyecto y el desestimiento unilateral por parte de la Universidad de Tarapacá de apoyar la propuesta de continuidad presentada por el equipo técnico de la propuesta al segundo concurso FIC-R 2013, se puede destacar que existe un alto interés por parte del sector privado y en especial de las empresas que apoyaron al proyecto en su fase final (Biotechnology S.A., Alimentos Esenciales para la Humanidad S.A. y Aqua Innova Ltda.) por formar un consorcio para continuar con la investigación aplicada y desarrollar a mediano plazo la producción de microalgas en medio hiper salino, especialmente orientada a la generación de productos nutraceuticos con un costo competitivo en el mercado, como permiten proyectar la extrapolación de los resultados del proyecto a escala comercial.

En este sentido, se debe reconocer que el mercado de los biocombustibles a partir de microalgas no es algo que se perciba como factible en el mediano o largo plazo, en particular porque los productos de las microalgas tienen mucha demanda y alta preferencia en el mercado nutraceutico, por lo cual no habrá un interés en desarrollar la producción de biocombustibles al menos a nivel regional, lo cual, sin embargo, no se contraponen, e incluso facilita, la generación de impacto a nivel regional en la medida que los resultados del proyecto sean capitalizados para su implementación a nivel comercial.

Particularmente de importancia en este contexto ha sido el resultado obtenido con respecto a la respuesta del contenido de carotenoides totales de D. salina a la restricción de nutrición Nitrogenada, cuyo aumento resulta altamente atractivo para la utilización de estos resultados a nivel comercial.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

En la sección anexos se presenta un análisis económico de costos, basado en los resultados obtenidos de la propuesta, extrapolado y proyectado a la conformación de una nueva unidad de emprendimiento de escala PYME que aprovechase los resultados y los escalase comercialmente para la venta de biomasa de microalgas como suplemento nutricional rico en antioxidantes carotenoides. Dada las condiciones de mercado actuales y la proyección de estas, se logra comprender que este emprendimiento sería altamente exitoso a nivel comercial.

### **8.- Lineamientos Estratégicos<sup>1</sup> Regionales al que se vincula:**

La propuesta se vincula directamente a lineamiento estratégico regional de Pesca y Acuicultura, puesto que está orientada a generar una nueva actividad en la región, dedicada al cultivo industrial de microalgas adaptadas al crecimiento en ambientes acuosos hipersalinos, con una ventaja de costos y competitividad en el mercado que no se había explorado antes de que se presentara la propuesta, y que ha logrado resultados escasos en número pero altamente significativos en sus implicancias para el desarrollo ulterior de esta actividad en nuestra región de Arica y Parinacota.

Se valida de esta forma que uno de los clústeres tecnológicos que se puede instalar en la región es el del cultivo de microalgas a escala industrial, para lo cual la región cuenta con ventajas estratégicas y capacidades de investigación y servicios instalados, así como con un grupo de empresas altamente interesadas en llevar adelante este desarrollo.

<sup>1</sup> Turismo de Intereses Especiales, Plataforma de Servicios Logísticos, Agricultura Tecnológica, Matriz Energética, Recursos Hídricos, Pesca y Acuicultura, Bienes Públicos para la Competitividad e Innovación.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

### 9.- Destino de los recursos según glosa presupuestaria<sup>2</sup> al que se vincula:

Los recursos del proyecto se invirtieron principalmente en los siguientes ítemes según la glosa presupuestaria:

**Ciencia, Investigación aplicada:** se desarrollaron principalmente actividades de I+D que eran esenciales para la generación del conocimiento esperado como resultado del proyecto, y que pese a haberse obtenido a una escala menor de lo que se diseñó originalmente, de todas maneras permitió la obtención de resultados altamente significativos y con alto potencial de replicación a nivel comercial.

**Desarrollo, Difusión y Transferencia Tecnológica:** Se generó una alta interacción con el sector privado y que fue esencial para el logro de los resultados parciales alcanzados. En este sentido, los recursos destinados a este tipo de actividades en el marco del proyecto, que fueron una baja proporción del total, permitieron eficazmente generar y fortalecer redes de innovación regional. Cabe destacar que el proyecto no alcanzó a ocupar una parte significativa de los recursos como se planificó originalmente debido a las restricciones experimentadas debido al sistema de compras públicas como se describió en varias secciones del presente informe. Debido a esto los recursos destinados a la Unidad Demostrativa solo fueron ejecutados parcialmente y no permitieron lograr el impacto demostrativo esperado, lo que aún así no impidió lograr una fuerte red de colaboración con el sector privado regional a este respecto, que supo valorar el gran esfuerzo personal invertido por los miembros del equipo técnico y la calidad de los resultados obtenidos a pesar de todas las dificultades experimentadas.

### 10.- Identificación de las innovaciones<sup>3</sup> generadas, aplicaciones tecnológicas, patentes o generación de nuevos productos y servicios de interés innovativo logrados con el proyecto:

El proyecto generó innovación en los siguientes aspectos:

**Producto:** Se logró identificar las mejores cepas de microalga en su capacidad de adaptación a las condiciones hiper salinas para la producción de biomasa en un medio altamente selectivo y que permite el cultivo con bajo costo de inversión en infraestructura.

<sup>2</sup> Ciencia, Investigación aplicada, emprendimiento Innovador, Desarrollo, Difusión y Transferencia Tecnológica, incluida la destinada al fortalecimiento de redes de innovación regional, formación y atracción de recursos humanos especializados, infraestructura y equipamiento de apoyo y promoción de la cultura pro-innovación y emprendimiento.

<sup>3</sup> Innovación en producto, proceso, gestión, organización, marketing y comercialización.





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

**Proceso:** Se logró desarrollar un protocolo de cultivo y un medio de cultivo optimizado para la obtención de biomasa de microalgas con concentraciones relativamente controlables de los principales compuestos secundarios de interés comercial para la producción de suplementos nutricionales funcionales (nutracéuticos) ricos en antioxidantes naturales y/o ácidos grasos esenciales.

### 11.- Identificación de los impactos generados a nivel de clúster o áreas productivas regionales.

Los principales impactos consisten en la generación de un cuerpo de conocimientos que permiten plantear un sistema productivo y la disponibilidad de un material biológico genético que presenta un potencial de ser utilizado para la obtención de productos valiosos por medio del sistema productivo desarrollado.

Estos conocimientos han sido difundidos y explicados a diversas empresas del rubro acuicultor de la región y de las regiones vecinas que tienen interés en instalarse en Arica y Parinacota, con lo cual se ha generado la base de interés comercial y la red de innovación que permitirá a futuro y a partir de nuevas iniciativas de I+D aplicadas llegar a transformar a Arica y Parinacota en una región con capacidad productiva de microalgas a nivel industrial.

### 12.- Conclusiones y Recomendaciones:

Las principales conclusiones del proyecto son:

- Se ha podido desarrollar las bases de un sistema de cultivo de microalgas adaptadas a condiciones de salinidad extrema.
- Estas condiciones de salinidad extrema permiten cultivar las microalgas seleccionadas en un medio selectivo que permite cultivar al aire libre sin gran impacto de la contaminación del medio de cultivo con microorganismos que no son la microalga que se desea cultivar.
- Este sistema de cultivo permite obtener biomasa de microalgas con un nivel útil para la extrapolación del sistema a escala productiva.
- El sistema de cultivo es especialmente útil para la producción de microalgas cuya biomasa es de alto valor como producto para elaboración de suplementos nutricionales nutracéuticos.



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL


PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

## FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- El sistema desarrollado requiere mayor desarrollo para llegar a ser posible obtener biocombustibles a partir de microalgas.
- Existe alto interés por parte de empresas regionales en instalar sistemas productivos basados en los resultados obtenidos.

El equipo técnico del proyecto desea condensar en esta sección las recomendaciones que se destilan de todo lo expresado en las secciones anteriores:

- Debe estudiarse el modo en que el sistema de compras públicas se flexibilize para hacerlo compatible con el dinamismo y alto grado de incertidumbre que se asocia a los proyectos de I+D aplicada.
- Debe promoverse la continuidad de la propuesta para dar la oportunidad a que se materializen los resultados a una escala que permita la validación comercial de los resultados para que las empresas interesadas tomen la decisión de emprender en función de los resultados.



Dra. Libertad Carrasco Ríos  
10.347.995-9

**LIBERTAD CARRASCO RÍOS**

**DIRECTOR PROYECTO**

**\* Anexos a incorporar (según corresponda)**

- Anexo 1: Equipo Técnico del Proyecto
- Anexo 2: Análisis económico proyectado en base a resultados obtenidos del Proyecto
- Anexo 3: Interesados
- Anexo 4: Cartas y Actas
- Anexo 5: Tesis y Publicación
- Anexo 6: Registro Fotográfico

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

ANEXO 1

EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

Nombre del coordinador del Proyecto	: Libertad Carrasco Ríos
Profesión	: Bioquímico
Horas de Dedicación	: 6 hrs/semana (Septiembre 2011- Septiembre 2013)
Funciones o Tareas del Coordinador	: Coordinar y hacer el seguimiento de las tareas asignadas al resto del equipo técnico. Coordinar, evaluar y solicitar las compras de acuerdo a los requerimientos del Proyecto. Analizar los resultados y coordinar estrategias para la obtención de parámetros adecuados para responder a los objetivos del proyecto. Elaborar los informes técnicos.
Teléfono de Contacto	: 78315484
Correo Electrónico	: lcarrasc@uta.cl

Nombre del Profesional	: Paz Galeno Serazzi
Profesión	: Ingeniero en Acuicultura
Horas de Dedicación	: 40 hrs/semana (Septiembre 2011- Septiembre 2013)
Funciones o Tareas del Profesional	: Establecimiento de cepario base, manejo del cultivo y optimización del proceso productivo de acuerdo a sus tasas de crecimiento. Producción de biomasa a escala de laboratorio para caracterización y selección de cepas.
Teléfono de Contacto	: 65972463
Correo Electrónico	: pgaleno@gmail.com

Nombre del Profesional	: Camilo Urbina Alonso
Profesión	: Ingeniero en Agrónomo.
Horas de Dedicación	: 40 hrs/semana (Enero 2012- Febrero 2013)
Funciones o Tareas del Profesional	: Establecimiento planta piloto, manejo del cultivo y optimización del proceso productivo.
Teléfono de Contacto	: 82880816
Correo Electrónico	: Camilo.urbina.alonso@gmail.com





ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA**

**FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL**

<b>Nombre del profesional</b>	: Patricio Oxa Gallegos
<b>Profesión</b>	: Ingeniero en Ejecución en Pesca y Acuicultura
<b>Horas de Dedicación</b>	: 20 hrs/semana (Marzo 2013 a Junio 2013)
<b>Funciones o Tareas del Profesional</b>	: Establecimiento planta piloto, manejo del cultivo y optimización del proceso productivo
<b>Teléfono de Contacto</b>	: 94995847
<b>Correo Electrónico</b>	: patriciooxa@gmail.com

<b>Nombre del profesional</b>	: Patricio Oxa Gallegos
<b>Profesión</b>	: Ingeniero en Ejecución en Pesca y Acuicultura
<b>Horas de Dedicación</b>	: 40 hrs/semana (Julio 2013 a Septiembre 2013)
<b>Funciones o Tareas del Profesional</b>	: Apoyar las labores de establecimiento de la planta demostrativa. Apoyar las labores de manejo del cultivo masivo. Apoyar las labores de optimización del proceso productivo. Apoyar en la redacción de publicaciones. Apoyar en mantener una efectiva vinculación con las empresas asociadas y el respectivo proceso de transferencia.
<b>Teléfono de Contacto</b>	: 94995847
<b>Correo Electrónico</b>	: patriciooxa@gmail.com

<b>Nombre del Profesional</b>	: Yubinza Andrea Zapata Cortés
<b>Profesión</b>	: Químico Laboratorista. Lic. en Química
<b>Horas de Dedicación</b>	: 20 hrs/semana (Marzo 2013 a Junio 2013)
<b>Funciones o Tareas del Profesional</b>	: Apoyo en las labores de toma y procesamiento de muestras, Análisis Químico y Bioquímico y apoyo en todas las labores de Investigación en las distintas etapas del proyecto.
<b>Teléfono de Contacto</b>	: 9-8655715
<b>Correo Electrónico</b>	: yzapata@uta.cl



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE  
ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

<b>Nombre del Profesional</b>	: Eric Alejandro Parra Olivares
<b>Profesión</b>	: Químico, Lic. en Química.
<b>Horas de Dedicación</b>	: 40 horas semana (Julio 2013- Septiembre 2013)
<b>Funciones o Tareas del Profesional</b>	: Apoyar las labores de toma y procesamiento de muestras. Apoyar las labores de análisis químico y bioquímico. Apoyar las labores de investigación. Apoyar en la redacción de publicaciones.
<b>Teléfono de Contacto</b>	: 85925578
<b>Correo Electrónico</b>	: quimicopara@gmail.com

## **ANEXO 2**

# **Análisis económico proyectado en base a resultados obtenidos del Proyecto.**



# ANEXO

---

## ANÁLISIS ECONÓMICO PROYECTADO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO.

---

Se presenta a continuación el análisis de la proyección de los resultados productivos obtenidos a partir de las experiencias realizadas en el proyecto, consolidadas en los supuestos que permiten la generación de un escenario de evaluación económica para un proyecto productivo de categoría de inversión a escala PYME, planteado como la creación de una nueva unidad de negocios en una empresa preexistente, aunque también es válido para el caso de la generación de una nueva empresa.

El resumen de los resultados de este análisis indica que, con una inversión en recursos productivos de M\$ 76.314, considerando una situación de precios de mercado con precios promedio estimados conservadoramente hacia un escenario pesimista, se obtiene una TIR de 21%, con un VAN (12%) en M\$29.014, con la evaluación proyectada a 10 años. En el escenario de precios más probables, la TIR es de 78%.

### **Supuestos de la evaluación:**

El escenario evaluado consiste en la instalación de una planta con capacidad de producir 300 Kg. mensuales de biomasa seca de la cepa de *D. salina* más productiva evaluada durante el proyecto, producida en el sistema de cultivo desarrollado y evaluado durante el proyecto. Esta capacidad de producción se alcanza al tercer año desde iniciado el proyecto productivo. El tamaño de la capacidad productiva considerada es suficiente para generar ingresos que permiten sustentar la actividad comercial de una empresa de escala PYME. El negocio de esta nueva unidad de negocios o nuevo emprendimiento es la venta tanto de cápsulas de suplemento de carotenoides (harina de *D. salina* en cápsulas, 1980 Kg. al año), y también la venta a granel de una fracción de la biomasa seca producida (2000 Kg. al año).

Se presenta a continuación un resumen de los supuestos técnicos y económicos en los que se basa la evaluación. Estos resultados han sido extrapolados directamente de los resultados de la investigación, tomando siempre los valores más conservadores de productividad, y los más onerosos posibles de derivar en cuanto a los costos de inversión (requerimiento de metros cuadrados de infraestructura y sistemas de respaldo de equipamientos necesarios para producir 300 Kg. mensuales de biomasa seca de *D. salina*), costos fijos (personal y gastos administrativos) y costos variables (costo de insumos, energía y servicios).

Los precios considerados para los productos son valores conservadores de mercado, tomados directamente a partir de la información provista por los ejecutivos de empresas y empresarios PYME que participaron en la red de colaboración con el

sector privado beneficiario de la propuesta que fue formada durante la ejecución de las actividades de difusión como se menciona en el informe de rendición técnica final.

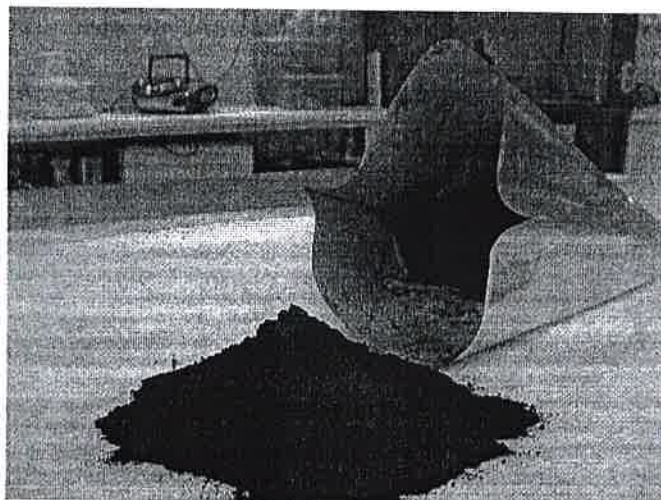


Figura 1: Biomasa seca de microalgas rica en carotenoides con potencial antioxidante, muy similar a los obtenidos de *D. salina*, pero con un costo de producción mucho más alto. Esta biomasa fue producida en biorreactores al aire libre con medio basado en agua dulce, por una empresa nacional ubicada en la pampa del Tamarugal. Existe un alto interés por adoptar la producción basada en agua de mar e instalarse en Arica por parte de este tipo de empresas.

### Tabla resumen Supuestos técnicos Valor escenario conservador

Nº Biorreactores/año	4
Volumen piscinas (m3)	25
% volumen a cosechar	30%
Volumen cosecha día (m3)	30
Concentración Biomasa (Kg/m3)	0,5
Producción diaria (Kg)	15
Día de cosecha/mes	22
Producción mensual (Kg)	330
Producción anual Dunaliella (Kg)	3.960
Producción anual Dunaliella Cápsulas (Kg)	1.980
DISTRIBUCIÓN Anual	1.800
Precio Dunaliella en \$US/KG=	50
Precio Dunaliella en Cápsula \$US/KG=	100
Precio Dunaliella PREMIUM \$US/KG=	200

% de incremento en la producción respecto al primer año	
Año 2	50%
Año 3	50%
Año 4	0%
Año 5	0%





INVERSIONES POR AÑO		Número de piletas				
Dimensión en metros	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	
1 x 10 x 0.3	0					
2.6 x 23 x 0.30	0					
5 x 60 x 0.20	4	6	9	9	9	
<b>Total de Piletas</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	
Equipos	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	
Motores eléctricos de 380 V de 1,5 Hp y 2000 r.p.m.	4	6	9	9	9	
Reductores de velocidad RS60	4	6	9	9	9	
Motobomba de 1 1/2 Hp	1	1	2	2	3	
Motobomba de 1 Hp	1	1	2	2	3	
Sistemas de Agitación Piscinas	4	6	9	9	9	

CONSTRUCCIÓN e Instalaciones	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO Unitario US\$	PRECIO UNIT.	TOTAL	TOTAL AÑO 2	TOTAL AÑO 3
Terreno	m2	2.500	0,00	\$ 1.500	\$ 3.750.000		\$
Construcciones/Acondicionamiento	m2	10	320,05	198.431	1.984.310	3.968.620	7.937.240
Reactores de Producción (raceway)	c/u	4	3000	1.525.140	6.100.560	3.050.280	4.575.420
Instalación y distribución energía eléctrica	obra	1	1.500,00	762.570	762.570		762.570
Red Distribución de Agua	obra	1	1.700,00	864.246	864.246		864.246
Red de Líquidos de cosecha	obra	1	1.700,00	864.246	864.246		864.246
Red de CO2	obra	0	11.000,00	5.592.180	0	0	5.592.180
Cerca perimetral	m2	0	5000	2.541.900	0		2.541.900
Sistema Invernadero	c/u	1	4.000,00	2.033.520	2.033.520	5.083.800	10.167.600
Sondaje	c/u	0	55.000,00	27.960.900			
<b>TOTAL (\$)</b>					<b>16.359.452</b>	<b>12.102.700</b>	<b>33.305.402</b>

Maquinaria y Equipos	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL Año 1	TOTAL Año 2	TOTAL Año 3	TOTAL Año 4	TOTAL Año 5
ITEM		\$	\$	\$	\$	\$	\$
Secador atomizador	1	11.692.740	11.692.740		11.692.740		
Encapsulada	1	1.016.760	1.016.760		1.016.760		
Balanza digital, cap 60 Kg.	1	127.095	127.095		127.095		
Motobomba de 1 1/2 Hp	2	152.514	305.028		305.028		457.542
Motobomba de 1 Hp	2	155.000	310.000		310.000		465.000
Sistema de agitación piscinas	2	762.570	1.525.140	1.525.140		0	0
Sensores de temperatura y CO2	1	101.676	101.676	203.352		915.084	
Sopladores o Blower	2	127.095	254.190			254.190	
Selladora vacio	1	203.352	203.352			203.352	
Sistema de Cosecha	1	10.167.600	10.167.600		10.167.600		
Camioneta	1	8.134.080	8.134.080		16.268.160		
Sistema CO2	1	160.000	160.000		160.000		
Autoclave 30 L	1	1.626.816	1.626.816		1.626.816		
Espectrofotómetro visible para análisis	1	1.016.760	1.016.760		0		
Estación Meterológica	1	1.830.168	1.830.168		1.830.168		
Homogenizador acero inox	1	762.570	762.570		762.570		
<b>TOTAL (\$)</b>			<b>39.233.975</b>	<b>1.728.492</b>	<b>47.164.703</b>	<b>0</b>	<b>922.542</b>

<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>AÑOS</b>					
<b>Producción anual kg.</b>	<b>1800</b>	<b>2.430</b>	<b>3.375</b>	<b>3.375</b>	<b>3.375</b>
<b>Insumos Directos</b>					
Bicarbonato	200.000	122.727	170.455	170.455	170.455
Nitrato de Potasio	144.000	88.364	122.727	122.727	122.727
Sal Común	120.000	73.636	102.273	102.273	102.273
Urea Agrícola	14.000	8.591	11.932	11.932	11.932
Ácido Fosfórico	10.000	6.136	8.523	8.523	8.523
Nitrato Sódico	0	0	0	0	0
CO2	0	0	0	0	0
Gas	0	0	0	0	0
Energía Eléctrica	13.816	20.724	31.087	31.087	31.087
Combustible	0	0	0	0	0
Mano de Obra	35.627.270	38.677.550	41.727.830	44.290.066	44.290.066
<b>Insumos de Embalaje</b>					
Cajas	79.200	48.600	48.600	48.600	48.600
Bolsas Plásticas	39.679	24.349	24.349	24.349	24.349
Cápsulas y otros	7.920.000	2.160.000	2.160.000	2.160.000	2.160.000
<b>Gastos Variables de Ventas</b>	<b>823.576</b>	<b>888.775</b>	<b>2.005.750</b>	<b>1.140.995</b>	<b>1.140.995</b>
<b>Total Costos Directos Año Polvo</b>	<b>37.071.542</b>	<b>39.959.453</b>	<b>44.253.525</b>	<b>45.951.005</b>	<b>45.951.005</b>
<b>Total Costos Directos Año Cápsula</b>	<b>44.991.542</b>	<b>42.119.453</b>	<b>46.413.525</b>	<b>48.111.005</b>	<b>48.111.005</b>
Costo Directo mensual polvo	3.089.295	3.329.954	3.687.794	3.829.250	3.829.250
Costo Directo mensual cápsula	3.749.295	3.509.954	3.867.794	4.009.250	4.009.250
<b>Costo Directo Unit. Prom. \$/Kg</b>	<b>20.595</b>	<b>16.444</b>	<b>13.112</b>	<b>13.615</b>	<b>13.615</b>
<b>Costo Directo Unit. Prom. Cáp \$/Kg</b>	<b>83.318</b>	<b>77.999</b>	<b>85.951</b>	<b>89.094</b>	<b>89.094</b>



INSUMOS PARA LA PRODUCCIÓN					
Insumo	Unid.	Consumo/año Insumo	Consumo / kg. de DUNALIELLA	Cto. unitario Insumo	\$/kg de DUNALIELLA
Bicarbonato	KG.	1.000	0,253	200	50,51
Nitrato de Potasio	KG.	800	0,202	180	36,36
Sal Común	KG.	1.200	0,303	100	30,30
Urea Agrícola	KG.	400	0,101	35	3,54
Ácido Fosfórico	KG.	40	0,010	250	2,53
Nitrato Sódico	KG.	0	0,000	220	0,00
CO2	KG.	0	1,500	0	0,00
Gas	KG.	0	1,500	0	0,00
Energía Eléctrica	KW	165.796	1,800	90	162
Cajas	Unid	158	0,040	500	20,00
Bolsas Plásticas	Unid	79	0,020	501	10,02
Cápsulas y otros	Unid	396000	200,000	20	4000,00

**CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA**

ITEMS	CANTIDAD	CONSUMO KW/h	HORAS TRABAJO	TOTAL KW/día	DÍAS TRABAJO	TOTAL KW/MES
Blowers	1	0,75	24	18,00	30	540,00
Motorreductor B	4	0,75	24	72,00	30	2160,00
Motorreductor C	4	1,125	16	72,00	30	2160,00
Secador Atomizador	1	1,5	16	24,00	30	720,00
Centrifuga Industrial	1	9	5	45,00	20	900,00
Motobombas 1-2 Hp	2	2	3	12,00	20	240,00
Motobombas 1 Hp	2	1	6	12,00	8	96,00
Iluminación Planta	0	0,75	1	0,00	8	0,00
Iluminación Externa	0	0	3	0,00	8	0,00
Laboratorio	0	0	8	0,00	8	0,00
Equipos de Oficina	1	0,2	8	1,60	30	48,00
<b>SUB TOTAL</b>	0	0,2	0	0,00	0	0,00
Otros (2%)	15	17,275		255,00		6816,00
<b>TOTAL</b>		0,3455		5,10		136,32
		17,6205		260,10		13816,32

MANO DE OBRA		año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Cargo	SUELDO /\$	SUELDO /\$	SUELDO /\$	SUELDO /\$	SUELDO /\$	SUELDO /\$
Gerente Operaciones	0	0	0	0	0	0
Jefe de Operaciones	762.570	1	762.570	1	762.570	1
Jefe de Cosecha-Calidad	0	0	0	0	0	0
Jefe de Mantenición	0	0	0	0	0	0
Químico analista/Control Calidad	0	0	0	0	0	0
Técnico Laboratorio/Cultivo	508.380	1	508.380	1	508.380	1
Técnico Electromecánico	508.380	1	508.380	1	508.380	1
Operadores de Tamices y Centrífuga	254.190	1	254.190	1	254.190	1
Operadores de Secado	254.190	1	254.190	1	254.190	1
Operadores proceso envasado	254.190	1	508.380	2	762.570	3
Operadores React. Agua y Nutrientes	213.520	1	213.520	1	427.039	2
Operadores React. Líquidos Cosecha	213.520	1	213.520	1	213.520	1
Total Trabajadores		8	9	10	11	11
Costo Mensual \$	2.968.939	3.223.129,20	3.477.319,20	3.690.838,80	3.690.839	3.690.839
Costo Anual \$	35.627.270	38.677.550,40	41.727.830,40	44.290.065,60	44.290.066	44.290.066



## **ANEXO 3**

### **Interesados**

## CARTA DE COMPROMISO DE APORTES

Señor

**Emilio Rodríguez Ponce**  
Rector  
Universidad de Tarapacá  
General Velázquez # 1775  
Arica - Chile  
Presente

En mi calidad de representante de **SOCIEDAD AQUATEC LTDA.**, RUT: 77.879.560 - 4, vengo en hacer presente el interés de mi representada para participar en el proyecto denominado **"DIVERSIFICACIÓN DE ACUICULTURA CONTINENTAL CON MICROALGAS RICAS EN COMPUESTOS NUTRACEÚTICOS, PARA PRODUCCIÓN COMERCIAL EN LOS VALLES DE AZAPA Y LLUTA, PROVINCIA DE ARICA"**, presentado por la Universidad de Tarapacá al concurso FIC 2013 del Gobierno Regional de Arica y Parinacota.

*A través del presente documento, manifiesto mi compromiso para realizar el aporte que a continuación se detalla:*

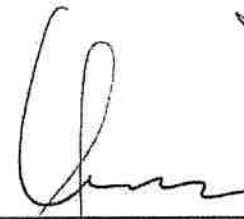
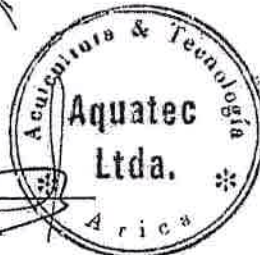
*Detalle aporte Pecuniario*

*Detalle aporte No Pecuniario: \$ 2.500.000.-*

*Los aportes comprometidos se harán efectivos en conformidad a la programación de actividades y presupuesto, consignada en el proyecto.*

Se destaca el aporte en la innovación local que propone esta iniciativa orientada a fortalecer el desarrollo, competitividad y sustentabilidad de nuestra Región.

Sin otro particular, le saluda atentamente a usted,

  
Firma 

FIRMA ANTE MI: don RAUL EDSON CANALES ZABALA, cédula de identidad nº 8.765.984-4 en la ciudad de ARICA: a de JULIO del 2013.///  
Arica, 18/07/2013





## CARTA DE COMPROMISO DE APORTES

Señor  
**Emilio Rodríguez Ponce**  
Rector  
Universidad de Tarapacá  
General Velázquez # 1775  
Arica - Chile  
Presente

En mi calidad de representante de Alimentos Funcionales Premium Ltda., RUT: 76.289.462-9, vengo en hacer presente el interés de mi representada para participar en el proyecto denominado "DIVERSIFICACIÓN DE ACUICULTURA CONTINENTAL CON MICROALGAS RICAS EN COMPUESTOS NUTRACEÚTICOS, PARA PRODUCCIÓN COMERCIAL EN LOS VALLES DE AZAPA Y LLUTA, PROVINCIA DE ARICA", presentado por la Universidad de Tarapacá al concurso FIC 2013 del Gobierno Regional de Arica y Parinacota.

*A través del presente documento, manifiesto mi compromiso para realizar el aporte que a continuación se detalla:*

### *Detalle aporte Pecuniario*

*Das cepas de Arthrospira sp. (Spirulina), \$2.500.00*

*Total aporte Pecuniario de la empresa \$2.500.000.-*

*Los aportes comprometidos se harán efectivos en conformidad a la programación de actividades y presupuesto, consignada en el proyecto.*

Se destaca el aporte en la innovación local que propone esta iniciativa orientada a fortalecer el desarrollo, competitividad y sustentabilidad de nuestra Región.

Sin otro particular, le saluda atentamente a usted,

ING. ALDO OXA GALLEGOS  
10.209.725-4  
REPRESENTANTE LEGAL  
NATURAL PREMIUM LTDA.

Fecha: 01/08/2013

Firmó ante mí, don Aldo Dino Oxa Gallegos, cédula de identidad N° 10.209.725-4, en representación de ALIMENTOS FUNCIONALES NATURAL PREMIUM LIMITADA, RUT N° 76.289.462-9. En Arica, 2 de agosto de 2013.

058-2325502 contacto@naturalpremium.cl

ARICA  
AUG 2 2013  
M. OXA GALLEGOS



## CARTA DE COMPROMISO DE APORTES

Señor

**Emilio Rodríguez Ponce**  
Rector  
Universidad de Tarapacá  
General Velázquez # 1775  
Arica - Chile  
Presente

En mi calidad de representante de la empresa Sociedad Comercial Posada del Inca Ltda., RUT: 76.145.702-0, vengo en hacer presente el interés de mi representada para participar en el proyecto denominado "DIVERSIFICACIÓN DE ACUICULTURA CONTINENTAL CON MICROALGAS RICAS EN COMPUESTOS NUTRACEÚTICOS, PARA PRODUCCIÓN COMERCIAL EN LOS VALLES DE AZAPA Y LLUTA, PROVINCIA DE ARICA", presentado por la Universidad de Tarapacá al concurso FIC 2013 del Gobierno Regional de Arica y Parinacota.

*A través del presente documento, manifiesto mi compromiso para realizar el aporte que a continuación se detalla:*

### *Detalle aporte Pecuniario*

1. Consumo de energía eléctrica para disponer de agua de pozo, 650 m3 en 10 meses, aporte, \$650.000.
2. Motorreductor de 3 Hp, usado \$250.000.
3. Nivelación y compactación de terrenos para Cultivo Semi-industrial de Mircoalgas 600 m2 \$1.200.000

*Total aporte Pecuniario de la empresa \$2.100.000.-*

### *Detalle aporte No Pecuniario*

*Uso de dependencias para Cultivo Semi-industrial, 10 meses, \$500.000.-*

*Los aportes comprometidos se harán efectivos en conformidad a la programación de actividades y presupuesto, consignada en el proyecto.*

Se destaca el aporte en la innovación local que propone esta iniciativa orientada a fortalecer el desarrollo, competitividad y sustentabilidad de nuestra Región.

Sin otro particular, le saluda atentamente a usted.

Firma ante mi; don **ELEODORO SEGUNDO CARDENAS**  
RUT: **738.129-0** en rep. de "SOCIEDAD COMERCIAL POSADA DEL  
INCA LIMITADA" RUT **76.738.129-0** ARICA; a 22 de  
JULIO del 2013.//////

WARNER SARRA  
VIRIANA ET.  
Fecha: 09/07/2013  
MUNOZ  
Notario

## **ANEXO 4**

### **Cartas y Actas**

De: "Paz Galeno" <pgaleno@gmail.com>  
 Asunto: Fwd: Terrenos bienes nacionales  
 Fecha: Mie, 7 de Noviembre de 2012, 3:04 pm  
 Para: "Libertad Carrasco Rios" <lcarrasc@uta.cl>

----- Mensaje reenviado -----  
 De: Rodrigo Calabran Toro <rcalabran@mbienes.cl>  
 Fecha: 7 de noviembre de 2012 11:22  
 Asunto:  
 Para: Paz Galeno <pgaleno@gmail.com>

Estimada Paz\*\*\*\*

\*\* \*\*

De acuerdo a su solicitud, no existen terrenos fiscales disponibles para la ejecución de su proyecto en el sector costero. Los únicos terrenos disponibles en el sector denominado El Bajo, son, de acuerdo a plano regulador, con fines turísticos, los cuales se licitarán el próximo año.\*\*\*\*

\*\* \*\*

Saludos\*\*\*\*

\*\* \*\*

\*\*[image: Logo gobierno 2011]\*\*\*Rodrigo Calabrán Toro\*\*\*

Geógrafo. Encargado Unidad de Catastro\*\*\*\*

\*\* \*\*

SEREMI de Bienes Nacionales Región de Arica y Parinacota\*\*\*\*

(56-58) 586122\*\*\*\*

www.bienes.cl\*\*\*\*

\*\* \*\*

--  
 Paz Verónica Galeno Serazzi  
 Ingeniero en Acuicultura.  
 Móvil: 56-09-84863273

**Ficheros adjuntos:**

image001.jpg	
Tamaño:	42 k
Tipo:	image/jpeg





**UNIVERSIDAD DE TARAPACA**  
**Arica – Chile**

**Decanato**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**ARICA, Enero 15 de 2013.**

**FADECIA N° 012/2013**

Dra.

**LIBERTAD CARRASCO RIOS**

Directora Proyecto FIC P86

**Presente**

Estimada Dra. Carrasco:

En el marco de la ejecución del proyecto FIC-R denominado "**Desarrollo de tecnología de producción masiva de microalgas para la obtención de biocombustibles y materias primas de alto valor agregado para la creación de un nuevo polo de desarrollo sustentable en la región de Arica y Parinacota**" y además en respuesta a su carta con fecha 09 de Enero 2013, me es grato informar a Ud. que se autoriza el uso de:

- Una superficie de 675m<sup>2</sup> (45x15m) en la parcela 35, para la instalación de la Planta demostrativa, esta área se ubica en el sector aledaño al estanque de riego que se encuentra al final del predio y uno de sus costados el de mayor longitud, corresponde al límite del predio con el Río San José.

Finalmente, deseo expresar a Ud. mis felicitaciones y éxito en este proyecto.

Le saluda atentamente,



**VITELIO GOYKOVIC CORTES**  
Decano

c.c.: Sr. Hugo Escobar Araya, Director Alterno Proyecto FIC P86

Director Departamento Recursos Ambientales

Sr. Director Departamento Producción Agrícola

Sr. Administrador Parcelas FADECIA

Corr. (2)

VGC/mnh.

**Campus Azapa, Fono (56)(58) 205515-205512 / Fax (56)(58) 205503-220035 / Casilla 6-D Arica-Chile**  
**E-mail: [fadecia@uta.cl](mailto:fadecia@uta.cl)**



ARICA Y PARINACOTA  
REGIONAL GOVERNMENT

CERTIFICADO No. 102 /2013.-

El Secretario Ejecutivo del Consejo Regional de Arica y Parinacota que suscribe, certifica que en la V. Sesión Ordinaria del Consejo Regional de Arica y Parinacota, celebrada el día 4 de Marzo de 2013, se acuerda por la unanimidad de los Sres. Consejeros Regionales presentes, aprobar la modificación de plazo de ejecución y partidas del proyecto denominado: "DESARROLLO DE PRODUCCIÓN MASIVA DE MICROALGAS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCMBUSTIBLES Y MATERIAS PRIMAS DE ALTO VALOR AGREGADO PARA CREACIÓN DE NUEVO POLO DE DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA", código BIP: 30110544-0, aprobado con fecha 29 de Abril de 2011, según el Certificado CORE N° 158/2011, propuesta que se financia con recursos FIC a favor de la Universidad de Tarapacá.

1. Ampliación de plazo:

DONDE DICE: DURACIÓN DEL PROYECTO 24 MESES

DEBE DECIR: DURACIÓN DEL PROYECTO 28 MESES.

2.- Modificación de Presupuesto: según se indica:

GASTOS DE INVERSION, IMPLEMENTACION Y EQUIPAMIENTO	Presupuesto Actual \$	\$ Reducción	\$ Aumento	Presupuesto Final \$
Implementación de Planta demostrativa (*)	50.000.000	0	8.026.143	58.026.143
Implementación Cepario (**)	20.000.000	-11.960.860	0	8.039.140
<b>SUBTOTAL GASTOS DE INVERSION, IMPLEMENTACION Y EQUIPAMIENTO</b>	<b>70.000.000</b>	<b>-11.960.860</b>	<b>8.026.143</b>	<b>66.065.283</b>
<b>GASTOS DE OPERACION</b>				
Micronutrientes	2.000.000	-886.950	0	1.113.050
Fertilizantes	8.000.000	-5.919.000	0	2.081.000
Insumos para análisis UCV	3.000.000	0	752.130	3.752.130



ARICA Y PARINACOTA

Insumos para laboratorios UTA	3.000.000	0	3.228.758	6.228.758
Materiales varios cepario	6.000.000	-59.368	0	5.940.632
Arriendo de Vehículos	1.200.008	-934.558	0	265.450
Combustible	1.320.000	0	1.033.494	2.353.494
Análisis químicos externos (partida nueva, originalmente no considerada)	0	0	2.059.993	2.059.993
<b>SUBTOTAL GASTOS DE OPERACION</b>	<b>24.520.008</b>	<b>-7.799.876</b>	<b>7.074.375</b>	<b>23.794.507</b>
<b>GASTOS DE HONORARIOS</b>				
Jefe operativo del proyecto (Ingeniero en Acuicultura)	18.666.648	0	3.111.108	21.777.756
Profesional de apoyo (técnico en acuicultura)	13.333.320	0	2.222.220	15.555.540
Invitados a seminarios	1.800.000	-1.591.750	0	208.250
Lab. Químico apoyo	0	0	5.400.000	5.400.000
<b>SUBTOTAL GASTOS DE HONORARIOS</b>	<b>33.799.968</b>	<b>-1.591.750</b>	<b>10.733.328</b>	<b>42.941.546</b>

<b>GASTOS DE DIFUSION</b>				
Visita a terreno a planta demostrativa	500.000	0	524.000	1.024.000
Seminario 1	300.000	-258.350	0	41.650
Seminario 2	500.000	0	0	500.000
Material de difusión (afiches, pendones, merchandising)	6.000.000	-5.413.686	0	586.314
<b>SUBTOTAL GASTOS DE DIFUSION</b>	<b>7.300.000</b>	<b>-5.672.036</b>	<b>524.000</b>	<b>2.151.964</b>
<b>GASTOS DE ADMINISTRACION</b>				
Apoyo Administrativo	4.000.000	0	666.676	4.666.676
<b>SUBTOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION</b>	<b>4.000.000</b>	<b>0</b>	<b>666.676</b>	<b>4.666.676</b>
<b>OTROS GASTOS E IMPROVISTOS</b>				
Imponderables	2.400.000	0	0	2.400.000





ARICA Y PARINACOTA  
REGIONAL

SUBTOTAL OTROS GASTOS E IMPREVISTOS	2.400.000	0	0	2.400.000
-------------------------------------	-----------	---	---	-----------

El presupuesto final es el siguiente:

Ítems	Monto Inicial	Rebajas	Incrementos	Monto final
Gastos de inversión, implementación y equipamiento	70.000.000	-11.960.860	8.026.143	66.065.283
Gastos de Operación	24.520.008	-7.799.876	7.074.375	23.794.507
Gastos de Honorarios	33.799.968	-1.591.750	10.733.328	42.941.546
Gastos de Difusión	7.300.000	-5.672.036	524.000	2.151.964
Gastos de Administración	4.000.000	0	666.676	4.666.676
Otros Gastos e Imprevistos	2.400.000	0	0	2.400.000
<b>TOTAL APORTES FIC</b>	<b>142.019.976</b>	<b>-27.024.522</b>	<b>27.024.522</b>	<b>142.019.976</b>

Se deja constancia que de los 13 Consejeros Regionales, se registraron los siguientes votos de aprobación: el de las Sras. Valeska Salazar Guerrero, María Antonieta Vivanco Fontecilla y Sra. Andrea Murillo Neumann; y de los Sres. David Zapata Valenzuela, Ciro Albornoz Burgos, Patricio Sierralta Reffers, Iván Paredes Romero, Wagner Patricio Sanhueza Guzmán, Carlos Ojeda Muñoz, Luis Figueroa Fernández, Roberto Erpel Seguel, Juan Arcaya Puente y Samuel Díaz Silva.

Conforme, Arica 4 de Marzo de 2013.-



  
LEONEL HUERTA FERNANDEZ  
ABOGADO  
SECRETARIO EJECUTIVO  
CONSEJO REGIONAL ARICA-PARINACOTA

**ACTA DE REUNION PROYECTO FIC-2011**

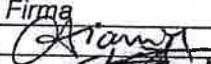

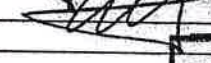


Martes 05 de Marzo 2013.

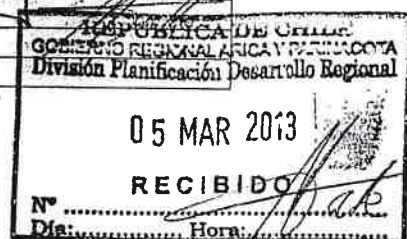
**Proyecto P74:** "Caracterización de las condiciones medioambientales para la clasificación y determinación de sitios aptos para la acuicultura en el borde costero de la Región de Arica y Parinacota, con miras al desarrollo y crecimiento del sector productivo", C. BIP 30110702-0, Dr. Arnaldo Vilaxa, Universidad de Tarapacá.

**Proyecto P86:** "Desarrollo de tecnología de Producción masiva de microalgas para obtención de biocombustibles y materias primas de alto valor agregado para creación de un nuevo polo de desarrollo sustentable en la región de Arica y Parinacota". C. BIP: 30110544-0, Dra. Libertad Carrasco, Universidad de Tarapacá.

Acuerdo y/o Compromisos adquiridos:

- 1) P74: LA UTA FIRMA CONVENIO ESTA SEMANA Y LO OFICIALIZA.  
DR. VILAXA ENTREGARÁ LA DECISION DE COMPRA O NO LA EMBARCACIÓN PARA EL PROYECTO.  
LA UTA HARÁ UN PRÉSTAMO DE ENLACE AL PROYECTO SI EL GORE HACE LA SOLICITUD A LA SUBDERE.
- 2) P86:  
LA UTA GESTIONARÁ POR MEDIO DE TRATO DIRECTO PARA LA COMPRAS DEL PROYECTO.  
EDGAR ESTUPIÑAN REALIZARA UN SEGUIMIENTO PARA ACELERAR LOS PROCESOS DEL PROYECTO.  
SE DESTACA QUE SE HAN HECHO 2 LICITACIONES POR CHICE COMPRA, POR ELLO PUEDEN REALIZAR EL TRATO DIRECTO.

Participantes	Firma
Libertad Carrasco Blos	
Edgar Estupiñan	
Jorge Serna P.	
Arnaldo Vilaxa O.	
Cecilia Matte C	





UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
VICERRECTORIA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS  
ARICA - CHILE

**APRUEBA BASES ADMINISTRATIVAS,  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y ANEXOS QUE INDICA.**

**RESOLUCION EXENTA VAF N° 0.146/2013.**

Arica, 16 de abril de 2013.

Con esta fecha la Vicerrectoría de Administración y Finanzas de la Universidad de Tarapacá, ha expedido la siguiente Resolución Exenta:

**VISTO:**

Lo dispuesto en el D.F.L. N° 150, de 11 de diciembre de 1981, del Ministerio de Educación; Ley N° 19.886, de 2003, sobre Contratos Administrativos de Suministros y Prestación de Servicios y Reglamento aprobado por Decreto N° 250 de 2004; Resolución N° 1.600, de noviembre 6 de 2008, de la Contraloría General de la República; Resoluciones Exentas Contral N° 0.01 y 0.02, ambas de fecha 14 de enero del 2002; Decreto Exento N° 00.75/12, de 12 de enero de 2012; Decreto Exento N° 00.647/2012 de fecha 05 de julio de 2012; Decreto Exento N° 00.268 y Decreto Exento N° 00.269/2012 ambos de fecha 21 de marzo de 2012 y las facultades que me confiere el Decreto Exento N° 00.628/2012, de 27 de junio de 2012; Decreto N° 16/2011 de 17 de enero de 2011.

**CONSIDERANDO:**

De acuerdo lo dispone la normativa de compras públicas, la habilitación planta demostrativa de cultivo de microalgas, no se encuentra disponible en el catálogo electrónico de Chilecompra Express, según lo indicado en oficio FIC N° 121/2013, de fecha 15 de abril de 2013.

**RESUELVO:**

1. Apruebase las Bases Administrativas, Especificaciones Técnicas y anexos que indica de la Licitación Pública denominada "Habilitación Planta Demostrativa de Cultivo de Microalgas, Proyecto FIC P86 UTA", ID N° 656236-8-LE13, bajo la modalidad de Mercado Público, contenidas en 29 (veintinueve) hojas que se adjuntan, rubricadas por la Secretaría de la Universidad de Tarapacá.

2. Las fechas informadas en el portal Mercado Público quedarán sujetas a la fecha de la total tramitación del acto administrativo que aprueba las bases. Sin embargo, se debe mantener siempre la proposición de plazos de cada actividad.

3. Notifíquese el presente acto administrativo en la forma establecida, en el capítulo VII del Decreto N° 250 de 2004 del Ministerio de Hacienda que aprueba el Reglamento de la Ley N° 19.886, de bases sobre contratos administrativos de suministro y prestación de Servicios.

4. Publíquese la presente Resolución en el Sistema de Información de la Dirección de Compras y Contratación Pública, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley 19.886, sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios.



16/04/2013

**Regístrese, comuníquese y archívese.**

**"Por Orden del Rector"**



**ISMELDA LOBATO ACOSTA**  
Secretaria de la Universidad



**ROBERTO GAMBOA AGUILAR**  
Vicerrector (S) de  
Administración y Finanzas

**CONTRALOR**

RGA/vbm

**22 ABR. 2013**

CERTIFICADO No. 283 /2013.-

El Secretario Ejecutivo del Consejo Regional de Arica y Parinacota que suscribe, certifica que en la XIII. Sesión Ordinaria del Consejo Regional de Arica y Parinacota, celebrada el día 04 de Julio de 2013, se acuerda por la unanimidad de los Sres. Consejeros Regionales presentes, aprobar la reitemización de partidas proyecto FIC denominado: "DESARROLLO DE PRODUCCIÓN MASIVA DE MICRO ALGAS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES Y MATERIAS PRIMAS DE ALTO VALOR AGREGADO PARA CREACIÓN DE UN NUEVO POLO DE DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA", código BIP 30110544, aprobado con fecha 29 de Abril de 2011, según el Certificado N° 158, propuesta que se financia con recursos FIC a favor de la Universidad de Tarapacá, según se indica:

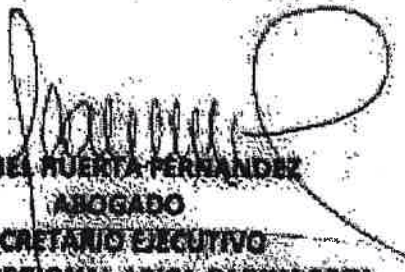
La reitemización final del presupuesto es la siguiente:

Ítems	Monto Inicial	Rebajas	Incrementos	Monto final
Gastos de Inversión, Implementación y	66.065.283	-2.262.656	3.789.656	67.592.283
Gastos de Operación	23.794.507	-4.043.725	2.493.725	24.244.507
Gastos de Honorarios	42.941.546	-8.796.660	10.596.660	44.741.546
Gastos de Difusión	2.151.964	-1.053.000	300.000	1.398.964
Gastos de Administración	4.666.676	0	0	4.666.676
Otros Gastos e Imprevistos	2.400.000	-1.024.000	0	1.376.000
<b>TOTAL APORTES FIC</b>	<b>142.019.976</b>	<b>-17.180.041</b>	<b>17.180.041</b>	<b>142.019.976</b>

Se deja constancia que de los 13 Consejeros Regionales, se registraron los siguientes votos de aprobación: el de las Sras. Valeska Salazar Guerrero, María Antonieta Vivanco Fontecilla y Sra. Andrea Murillo Neumann; y de los Sres. David Zapata Valenzuela, Ciro Albornoz Burgos, Patricio Sarmiento Roffers, Iván Paredes Romero, Wagner Patricio Sanhueza Guzmán, Carlos Ojeda Muñoz, Luis Figueroa Fernández, Roberto Erpel Seguel, Juan Arcaya Puente y Samuel Díaz Silva.

Conforme, Arica 04 de Julio de 2013.



  
LEONEL HUERTA FERNANDEZ  
ABGADO  
SECRETARIO EJECUTIVO  
CONSEJO REGIONAL ARICA-PARINACOTA





## ADJUDICACIÓN DE LA PROPUESTA QUE SE INDICA.

### RESOLUCION EXENTA VAF N° 0.276/2013.

Arica, 29 de mayo de 2013.

Con esta fecha la Vicerrectoría de Administración y Finanzas de la Universidad de Tarapacá, ha expedido la siguiente Resolución Exenta:

#### VISTO:

Lo dispuesto en el D.F.L. N° 150, de 11 de diciembre de 1981, del Ministerio de Educación; Ley N° 19.886, de 2003, sobre contratos administrativos de suministro y prestación de servicios; Decreto N° 250/2004 del Ministerio de Hacienda; Resolución N° 1.600, de noviembre 6 de 2008, de la Contraloría General de la República; Resoluciones Exentas Contral N° 0.01 y 0.02, ambas de fecha 14 de enero del 2002; Decreto Exento N° 00.75/12, de 12 de enero de 2012; Decreto Exento N° 00.268/12 y 00.269/2012 ambos de fecha 21 de enero de 2012; Decreto Exento N° 00.647/2012 y N° 00.648/2012 ambos de fecha 05 de julio de 2012; Decreto Exento N° 00.554/2012 de fecha 08 de junio de 2012; Decreto N° 220/2010, de 19 de julio de 2010; Decreto N° 16/2011 de 17 de enero de 2011.

#### CONSIDERANDO:

Que, las Bases Administrativas, Especificaciones Técnicas y Anexos denominadas "Habilitación Planta Demostrativa de Cultivo de Microalgas, Proyecto FIC P86 UTA", ID N° 656236-8-LE13, fueron aprobadas por Resolución Exenta VAF N° 0.146/13, de fecha 16 de abril de 2013, bajo modalidad de Mercado Público.

Lo señalado en la Comisión Evaluadora de la propuesta, contenida de fecha 24 de mayo de 2013, donde se propone adjudicar el llamado a licitación pública "Habilitación Planta Demostrativa de Cultivo de Microalgas, Proyecto FIC P86 UTA", ID N° 656236-8-LE13, al proveedor Empresa de Ingeniería y Construcción Cristian Witting Guerra E.I.R.L

El mérito del Informe Técnico, elaborado por la Sra. Libertad Carrasco Ríos, Directora del Proyecto FIC P86, de fecha 07 de mayo de 2013.

#### RESUELVO:

1) Adjudícase el llamado a licitación denominado "Habilitación Planta Demostrativa de Cultivo de Microalgas, Proyecto FIC P86 UTA", ID N° 656236-8-LE13, al siguiente oferente:

Proveedor : Empresa de Ingeniería y Construcción Cristian Witting Guerra E.I.R.L  
RUT : 76.008.443-3  
Domicilio : Rosa Lillo N° 2308, Dpto. 1, Arica.  
Valor : \$ 18.888.870.- (dieciocho millones ochocientos ochenta y ocho mil ochocientos setenta pesos) ,  
IVA incluido.  
Plazo Entrega : 40 días corridos.  
Centro de Costo: 4873.

2) La presente resolución será notificada al proveedor adjudicado a través del Sistema de Información de las compras y contrataciones [www.mercadopublico.cl](http://www.mercadopublico.cl) conforme lo preescrito en el N° 5 letra b) artículo 57° del Decreto 250, de 2004, Reglamento de la Ley 19.886, del Ministerio de Hacienda.

3) Publíquese la presente Resolución en el Sistema de Información de la Dirección de Compras y Contratación Pública, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley 19.886, sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios.

4) Impútese el gasto de la Licitación pública denominada "Habilitación Planta Demostrativa de Cultivo de Microalgas, Proyecto FIC P86 UTA", ID N° 656236-8-LE13, al centro de costo N° 4873, del presupuesto vigente de la Universidad de Tarapacá, año 2013, por un monto total de \$ \$ 18.888.870.- (dieciocho millones ochocientos ochenta y ocho mil ochocientos setenta pesos) IVA incluido.

Regístrese, comuníquese y archívese.

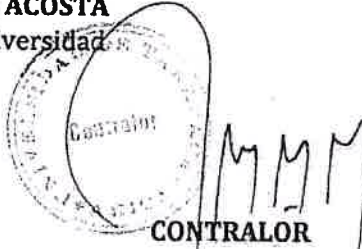
"Por Orden del Rector"



**ISMELDA LÓBATO ACOSTA**  
Secretaria de la Universidad



**LOIS PAPIA ITURRIETA**  
Vicerrector  
Administración y Finanzas



**CONTRALOR**

- 3 JUN. 2013



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
Universidad de Tarapacá

Proyecto del Fondo para la Innovación y la Competitividad  
FIC Regional P86



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

Desarrollo de tecnología de producción masiva de microalgas para  
obtención de biocombustibles y materias primas de alto valor  
agregado, para creación de un nuevo polo de desarrollo sustentable  
en la región de Arica y Parinacota.

Actividad de Difusión en VIII FERIA MARÍTIMA  
Lugar: Parque Vicuña Mackenna, comuna de Arica  
Fecha: 07 de Mayo de 20123

Nombre del Asistente	Institución	Firma
Claudia Rojas	Liceo B-4	[Firma]
Marisol Douera	Liceo B-4	[Firma]
Josm Manza	Liceo B-4	[Firma]
Hilda Legarre	-	[Firma]
José Carreras	SINOSATE	[Firma]
Gemina Kozell	Uy	[Firma]
Rita JAMES VICIDOMIN	S. Vicinuel	[Firma]
Juan Velázquez Rojas	Juan	[Firma]
Elisabet		[Firma]
Vivi Torres		[Firma]
Roberto Trempo	UONIV	[Firma]
Laura Muñoz		[Firma]
Alex Cortez		[Firma]
Jorge Morales Galdames		[Firma]
Ramona Lazaro Bona		[Firma]
José Miguel Chacabarro		[Firma]
Cristhian Mamani	Inacap - Arica	[Firma]
Roberto Velasquez S.	empresario	[Firma]
Roxana Apaz Ape	Dueña de casa	[Firma]
Angelica Apaz Ape	Dueña de casa	[Firma]
ANGEL RAMOS HERRERA	FUBICAGO	[Firma]
Rosa Villalón	DUEÑA DE CASA	[Firma]
Roberto Villalón M.		[Firma]
Rosa Villalón	trabajador	[Firma]



Nombre del Asistente	Institución	Firma
Sebastián Carrero R	CORPESCA S.A.	[Firma]
Pedro Montalvo	LOPESCA	[Firma]
Cabolo P. Rojas J.	CORPESCA	[Firma]
DANILO TOLDOV	CORPESCA	[Firma]
MANUEL NAVAS	LOPESCA	[Firma]
Alfredo Medina	PEURON	[Firma]
Carlos Luis Román	Chirita Valle Rodpa	[Firma]
Leonardo Araya Errázuriz	CORPESCA	[Firma]
Manuel Galleguillos J	CORPESCA	[Firma]
Pete Il De	OLIVARERA #276	[Firma]
Alfredo Montano Lopez	AGRO	[Firma]
Andrés Cornejo J.	Hoster.	[Firma]
Jorge ANDRÉS VARGAS	-	[Firma]
Carlos Ochoa Castro	MINERIA	[Firma]
José Francisco Ontoza	Buque Naval	[Firma]
Roberto Feltono del	CARRELO NAVAL	[Firma]
Gabriel Martínez	Ultra pont	[Firma]
Maria Contreras		[Firma]
Mauricio Pariza		[Firma]
Eric Menclon	Delicias del Barro Alto	[Firma]
Lidia Elgueta B.	Exarista	[Firma]
Rene Diaz Pinto	ta turist	[Firma]
MAITA ZAROS G.		[Firma]
Wilson MARTIN	Indepa Siete ING	[Firma]
Jesús Molins	UTA	[Firma]
Ara María Rivas C.	POBUDO ARTISSAL	[Firma]
Jorge Peter Phillips		[Firma]
Quimay Salome Flores Diaz	Abraham Lincoln	[Firma]
Cristóbal S. S.		[Firma]
Tamara María Olmos		[Firma]
Carlos Yachmay Compañy		[Firma]

Nombre del Asistente	Institución	Firma
Adriana Vargas	Adriana V	
Profesora Rosa V.	ARMANDO	
Juan Vener	ARMANDO	
<del>Conrado Torres</del>	ARMADA	
J. Jesús Vargas I.	ARMADA SA	
Lesly Caba		
Vanessa Inay S.	UNAP	
Roberto Ramirez N	CFT	
FRANCISCO VÉREZ MIRANDA	PARTICULAR	
A. Campuzano	,	
R. Villanueva	,	
M. Penning	"	
CÉSAR MUÑOZ	DAETT.	
IGMELO COLLAPO	DISCIPLINAS MAJORADAS	
JUAN ANDRADE BARRIGA		
León S. Fuertes Carreño	U.A.T.F.	
Fabian Carlo Pastrán	UTA	
Juana Mamani Tena	UTA. Dpto. Químico	
Yennifer Cruz Pérez	U.T.A.	
Pablo Aguayo	Particular	
Hilda Cobae	" "	
Florencia Rodríguez Rosillo	Particular	
MARCELA GUAYARDO	TPA	
Diana Monje Jay	TPA	
Eugenia Morales		
Mery Tapa Nanto	TPA	
Lisseth Alfaro Camposno	UTA	
Elizabeth Domínguez S.	UTA	





## **ANEXO 4**

### **Tesis y Publicación**