

CEER-X-197

CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

PERFIL INSTITUCIONAL DEL CENTRO Y DE LOS CIENTIFICOS Y  
CONSULTORES QUE SE DEDICAN A LA INVESTIGACION

JUAN A. BONNET, JR.

DIRECTOR



CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH  
UNIVERSITY OF PUERTO RICO - U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

SEPTIEMBRE 1984

CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

PERFIL INSTITUCIONAL DEL CENTRO Y DE LOS CIENTIFICOS Y  
CONSULTORES QUE SE DEDICAN A LA INVESTIGACION

JUAN A. BONNET, JR.  
DIRECTOR

SEPTIEMBRE 1984

## CONTENIDO

I. Perfil Institucional del Centro	
A. Resumen de Logros, 1978-1984	1
1. Lista de Publicaciones	18
2. Lista de Fondos Externos	37
3. Políticas y Mecanismos para Promover y Apoyar las Investigaciones	42
B. Areas Problemáticas que Entorpecen el Desarro- llo de la Investigación Científica en el CEEA	43
II. Perfil del Personal de Investigaciones del CEEA	51

I. PERFIL INSTITUCIONAL DEL CENTRO PARA ESTUDIOS  
ENERGETICOS Y AMBIENTALES

CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

A. RESUMEN DE LOGROS, 1978-1984

I. INTRODUCCION

La crisis energética provocada por la escasez en las fuentes convencionales de energía --petróleo y gas natural-- y el consiguiente aumento en el precio de estos combustibles ha ocasionado problemas sociales y económicos a escala mundial de difícil solución. En Puerto Rico, cuyo sostén energético proviene casi exclusivamente del petróleo importado, los efectos socio-económicos han sido de gran magnitud. El informe reciente sobre la economía de Puerto Rico preparado por el Comité para el Desarrollo Económico de Puerto Rico estimó que en los últimos diez años (1974-1983) la crisis energética le ha costado a nuestra Isla la cantidad de \$8,570.4 millones. Las compras de petróleo durante el año fiscal 1983 ascendieron a \$1,455.3 millones.

En 1957 se estableció en la Universidad de Puerto Rico bajo los auspicios de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos el Centro Nuclear de Puerto Rico. Este Centro se convirtió en el líder en la Isla y en la América Latina en la transferencia tecnológica para el uso pacífico de la energía nuclear. Además de adiestrar cientos de profesionales y científicos, sirvió para propiciar el establecimiento de escuelas graduadas en ciencias en la Universidad de Puerto Rico, incluyendo los programas de ciencias marinas, química y física.

Con el advenimiento de la crisis energética y la conversión de la Comisión de Energía Atómica a la Administración de Investigación y Desarrollo de Energía, y más tarde la formación del Departamento de

Energía Federal, se reorientó la misión del Centro Nuclear, convirtiéndose en 1976 en el Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico, mediante un contrato de cinco años con fecha de expiración al 30 de septiembre de 1981. Durante este período el Departamento Federal de Energía se comprometió a suplir los fondos operacionales básicos del Centro mientras la Universidad asumía esta responsabilidad gradualmente.

Esta fue la primera medida concreta en Puerto Rico para enfrentarse a la crisis energética, y así se estableció la única agencia de investigación y desarrollo en todo el Caribe que combina las dos funciones de desarrollar fuentes renovables de energía y estudiar las consecuencias ambientales de su utilización.

Al concluir el contrato original el 30 de septiembre de 1981, el Departamento de Energía Federal había aportado la cantidad aproximada de \$10,000,000 en fondos para desarrollo institucional. Este dinero se utilizó con gran eficiencia por el Centro para llevar a cabo programas de investigación y desarrollo tecnológico dirigidos primordialmente a la solución del problema energético y ambiental de Puerto Rico. Esta productividad fue señalada como extraordinaria en las evaluaciones anuales realizadas por el Comité Científico Asesor del Presidente de la Universidad de Puerto Rico. Durante los 5 años del contrato federal se obtuvieron más de \$7,000,000 en contratos y ayuda externa, lo cual fue mucho más de lo estimado originalmente. El proceso de transición fue tan exitoso que en 1982 el Departamento Federal de Energía concedió al Centro su más alta distinción al otorgarle el galardón por servicio público excepcional.

Desde el 1981 la Universidad de Puerto Rico viene asignando al Centro 1.2 millones de dólares anualmente como fondos operacionales. La continuada productividad y prestigio científico del CEEA han permitido el allegamiento de sustanciales fondos externos aun cuando los fondos federales para investigaciones en energía y el ambiente han sido drásticamente reducidos.

## II. RESUMEN DE LOGROS PRINCIPALES

El esfuerzo principal del Centro en la actualidad va encaminado a recopilar y analizar los datos científicos y socioeconómicos necesarios para la utilización práctica de las fuentes alternas de energía disponibles en Puerto Rico y el Caribe y para el avalúo de su impacto ambiental. En algunos casos ya se ha alcanzado la etapa para las aplicaciones en escala semicomercial; en otros todavía se necesitan más estudios en escala de laboratorio o de demostración. Las áreas principales del estudio, los logros mayores obtenidos y las proyecciones se describen a continuación:

### 1. Biomasa.

Los programas de biomasa del Centro han sido de los más exitosos. Estos se dividen principalmente en el desarrollo de la caña energética y en el desarrollo de sistemas para una vaquería modelo de integración energética.

Se realizaron estudios durante cinco años en colaboración con la Estación Experimental Agrícola de la Universidad encaminados a descubrir y utilizar comercialmente el potencial energético de la caña, yerbas y árboles que se cultivan o que pueden cultivarse en Puerto Rico. Los resultados han sido extraordinarios. Mediante experimenta-

ción, se desarrolló el concepto de la caña energética. Este consiste en la utilización de una administración efectiva de cultivo de tal manera que se lograron rendimientos de más de 100 toneladas de caña verde por cuerda, que es cuatro veces mayor que el rendimiento actual de la caña de azúcar en Puerto Rico. La biomasa de esta caña produce energía a un costo de \$1.88 por millón de BTU, lo cual compara ventajosamente con el petróleo. Además, esta caña produce casi tres veces más azúcar y mieles que la que se cultiva al presente.

La tecnología de la caña energética está lista para una prueba escalonada a nivel comercial. Así lo sugirió la comisión especial de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos en su informe sobre el futuro energético de Puerto Rico. Esta tecnología proveerá múltiples beneficios a Puerto Rico, entre ellos:

- a. Combustibles para calderas capaces de sustituir el petróleo o el carbón.
- b. Mieles para la industria del ron.
- c. Producción del azúcar necesaria para el consumo local.
- d. Empleos para la fuerza laboral rural.

La caña energética puede además ser la materia prima para la producción de glucosa, alcoholes y otros productos químicos. Con fondos de de la Oficina de Energía de P. Rico y el Municipio de Arecibo se está llevando a cabo un estudio de viabilidad para utilizar la Central Cambalache de Arecibo para estos fines. La idea es utilizar por ocho meses el bagazo y la fibra de la caña, y por 4 meses yerbas tropicales y desperdicios de la siembra de arroz y de piña en las inmediaciones de aquel municipio.

También se sometió una propuesta a la Autoridad de Energía Eléc-

trica para llevar a cabo un proyecto de análisis y evaluación de una planta de biomasa de 20 MWe para generar energía eléctrica mediante la combustión del bagazo en el Municipio de Aguirre. Este proyecto está pendiente. Junto con la caña se ha estudiado el uso de yerbas tropicales y árboles como fuentes de biomasa. Entre los árboles la variedad Eucaliptus robusta dio el mayor rendimiento con 25 toneladas verde por cuerda.

El concepto de la caña energética se está probando en Jamaica y en la República Dominicana.

## 2. Bioconversión

La bioconversión consiste en la conversión biológica de la biomasa y desperdicios en gases combustibles como el metano. Como primer paso el Centro diseñó sistemas simples y de bajos costos para convertir biomasa y desperdicios de distintas procedencias. Se construyeron modelos para probar la eficiencia, durabilidad y adaptabilidad para bioconvertir la biomasa de los jacintos acuáticos, mostos de ron y desperdicios sólidos de las cafeterías incluyendo la del Fuerte Buchanan. Todos estos modelos demostraron su efectividad y algunos continúan en operación.

El proyecto de bioconversión más importante que desarrolla el Centro es una vaquería modelo de integración energética. Este es uno de ocho proyectos auspiciados por el Departamento de Energía Federal. El proyecto, ubicado en la Vaquería Ubarri en el barrio Río Cañas de Juana Díaz, tiene 500 vacas Holstein. Mediante el manejo de los desperdicios animales la finca producirá gas metano para generar electricidad, recobrará las proteínas en los desperdicios y hará posible manejar un plan de conservación y purificación de agua para el riego que produ-

cirá forraje verde y aguas limpias para lagunas donde crecerán peces para suplementar el alimento del ganado. Este proyecto está diseñado con el doble objetivo de lograr la autosuficiencia energética de la finca y a la vez cumplir con la reglamentación estatal y federal sobre saneamiento y protección ambiental. Una vez en pleno funcionamiento, ésta será la vaquería modelo más moderna de Puerto Rico.

Además de los proyectos descritos, el Centro se ha mantenido al día en la tecnología de la utilización de desperdicios sólidos de los municipios para la producción de energía. Se han llevado a cabo estudios de la generación de metano en los vertederos municipales de relleno sanitario de Mayaguez y San Juan. El Centro se mantiene a la vanguardia en estas tecnologías y ha dado asesoramiento a diferentes municipios y agencias estatales.

### 3. Proyectos de Energía Solar

Debido a nuestra posición geográfica Puerto Rico recibe cantidades sustanciales de energía solar. Tanto es así que en promedio anual el sur de Puerto Rico recibe más insolación que cualquier área continental de los Estados Unidos. Algunos de los programas principales de energía solar son:

a. Avalúo de la intensidad y calidad de la radiación solar. El Centro opera la única red de estaciones en Puerto Rico para la acumulación de datos sobre radiación solar directa y difusa. Estos datos son analizados e integrados estadísticamente para obtener un perfil de radiación solar a través de las seis regiones climáticas de Puerto Rico. Estos parámetros son indispensables para el desarrollo de la industria solar en la Isla y sirven de marco referencia para la preparación de propuestas y diseños para la utilización efectiva de la energía solar.

b. Pruebas de sistemas solares. El Centro diseñó y construyó un equipo para evaluar el funcionamiento de colectores solares para calentar agua. Este proceso se computarizó. También se preparó un manual técnico sobre el funcionamiento óptimo de diferentes tipos de calentadores solares en Puerto Rico.

c. Energía solar como fuente de calor para procesos industriales y agrícolas. El Centro desarrolló diferentes concentradores de energía solar con el fin de producir vapor a temperaturas intermedias. A tales fines diseñó y construyó sus propios colectores y los probó en diferentes instalaciones industriales como la Bacardí y la Roche en Puerto Rico. El Centro además hizo un diseño preliminar de 50,000 pies cuadrados de colectores solares para la Nestlé-Libby en Santa Isabel. Este sistema podría producir 8 mil millones de BTUs anuales calentando 105,000 galones de agua a 210°F para la pasteurización y limpieza de plantas de alimentos.

d. Acondicionadores de aire híbridos. En Puerto Rico debido al alto grado de humedad en el ambiente más de la mitad de la energía consumida por un acondicionador de aire se utiliza en condensar la humedad. El Centro llevó a cabo estudios teóricos y experimentales para utilizar la energía solar como medio de reducir el consumo eléctrico de los acondicionadores de aire en Puerto Rico. De esta manera la energía solar se utiliza para secar disecantes mecánicos los cuales dehumidifican el aire antes de ir al compresor. Estos estudios se completaron y se hicieron las publicaciones pertinentes.

e. Acondicionadores de aire mediante energía solar. El Centro diseñó y construyó su propio equipo de concentradores de energía solar para suplir un sistema de absorción de enfriamiento de aire en sus la-

boratorios en Mayaguez. Este proyecto está completado pero no se ha podido poner a funcionar debido a que tiene que utilizar la piscina de 110,000 galones que usaba el reactor nuclear, el cual ha sido decomisado pero no descontaminado por el Departamento Federal de Energía. Este es un sistema único en el Caribe.

f. Lagunas solares. Se ha completado el diseño de ingeniería para una laguna de gradientes salinos de capacidad industrial y se está preparando para emprender un proyecto experimental conjuntamente con alguna industria que esté dispuesta a contribuir su parte para el financiamiento del proyecto. Además se ha hecho el diseño, instalación y prueba de una laguna solar llana (shallow pond) con un área de 213 pies cuadrados y una capacidad para 300 galones de agua construida en la azotea de una escuela privada en Mayaguez para producir agua caliente a bajo costo para la cafetería de dicha escuela. Se instaló también una laguna solar llana con un área de 430 pies cuadrados y una capacidad para 800 galones de agua para suplir agua a 100°F a las duchas de la piscina del Recinto Universitario de Mayaguez. Se ha completado el diseño para la construcción de una laguna de gradientes salinos para propósitos de investigación en los terrenos del Centro en Mayaguez.

g. Ventanas solares. Otro proyecto ha sido el diseño y construcción de dos prototipos de un sistema de calentamiento de agua adaptado a ventanas tipo Miami de uso corriente en Puerto Rico y el Caribe. Esta tecnología desarrollada por el Centro está lista para probarse comercialmente y se han iniciado acercamientos con varias empresas locales manufactureras de ventanas para su posible producción. También se han dado los pasos iniciales para obtener una patente.

h. Celdas solares. El Centro se ha mantenido al día en los conocimientos del desarrollo de las celdas fotovoltaicas solares. Con tal propósito se hicieron estudios sobre el ambiente húmedo, el salitre y la contaminación urbana y su efecto en la eficiencia de las celdas solares. El CEEA está compitiendo en una propuesta para la instalación de un sistema de 100 KW eléctricos de celdas solares en el área de Juana Díaz. En este proyecto el Centro va en conjunto con ARCO, el mayor manufacturero de celdas fotovoltaicas de los Estados Unidos, y varias firmas de ingenieros/arquitectos locales.

El Centro también lleva a cabo investigaciones dirigidas al estudio de sistemas de conversión de energía solar a base de reacciones fotoelectroquímicas. En otra investigación sobre caracterización fotoelectroquímica realizada en colaboración con profesores del Colegio Imperial de Londres, los resultados confirmaron las predicciones teóricas del Centro. Este proyecto es realizado con fondos de la Fundación Nacional de Ciencias y se lleva a cabo en colaboración con el Recinto Universitario de Mayaguez.

#### 4. Energía del Viento

El Centro ha medido el potencial eólico de Puerto Rico en algunas estaciones incluyendo el Cerro Las Mesas en Mayaguez. También ha llevado a cabo estudios teóricos y desarrollo de nuevas modificaciones y conceptos de molinos de viento para la utilización de energía eólica. Además, instaló un molino de viento experimental en uno de sus edificios y cedió otro al Colegio Universitario Tecnológico de Arecibo.

#### 5. Energía Oceanotérmica

La utilización de la energía oceanotérmica tiene un gran potencial para el área del Caribe. El Centro ha llevado a cabo estudios ambienta-

les y sobre corrosión y efectos de vida marina en los intercambiadores de calor. Entre los problemas más importantes que requieren solución y que el Centro ha ayudado a definir está la corrosión química y bio-marina de la tubería del sistema de las futuras plantas de energía oceanotérmica. Además se realizaron estudios oceanográficos y de impacto ambiental de las plantas CETO. Todos estos estudios--algunos de ellos los más importantes llevados a cabo en este campo a nivel mundial--han sido elogiados por el Departamento Federal de Energía.

#### 6. Avalúo Tecnológico y de Política Pública

La responsabilidad primordial de este programa es analizar y evaluar los factores no tecnológicos--por ejemplo, económicos, sociales, y de política pública--que influyen o condicionan la implantación de tecnologías alternas en Puerto Rico y en el Caribe. Esta es una importante función complementaria a las actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo. También tiene tangencia directa con los programas de transferencia de tecnología hacia la Cuenca del Caribe.

Durante el año pasado se completó la tercera fase de un proyecto auspiciado por la Fundación Nacional de Ciencias y la Asociación de Universidades e Institutos de Investigación del Caribe (UNICA) para propiciar el desarrollo de alternativas energéticas para el Caribe. Como parte de este proyecto se llevaron a cabo tres seminarios con talleres de trabajo: sobre energía eólica en Barbados, sobre biomasa y bioconversión en Puerto Rico, y sobre energía solar en Gainesville, Florida. Al concluir la tercera fase se preparó una lista de prioridades sobre diversos aspectos de alternativas de energía en el Caribe.

Se hizo un análisis del proyecto de implantación de alternativas de energía llevado a cabo por el Banco de Desarrollo del Caribe con fondos

de la Agencia para el Desarrollo Internacional. En colaboración con el Recinto de Ciencias Médicas, se sometió a la Fundación Nacional de Ciencias una propuesta de planeamiento encaminada a establecer un programa de investigación colaborativa entre la Universidad y la industria local, principalmente las compañías farmacéuticas.

El Centro lleva a cabo estudios sobre escenarios energéticos para Puerto Rico y sobre la conservación de energía en la Isla y participa en reuniones nacionales e internacionales sobre estos asuntos. Se completó un estudio sobre la participación comunal en el desarrollo de la autosuficiencia energética para la isla de Culebra con fondos de la Fundación Nacional de Ciencias. Se llevaron a cabo estudios sobre el impacto del aumento del precio de la electricidad en las familias puertorriqueñas de bajos ingresos. El Centro, en cooperación con la Escuela Graduada de Economía del Recinto de Río Piedras, ha ofrecido orientación en la preparación de tesis de maestría y está colaborando en otras sobre estudios de los costos y beneficios de los calentadores solares para uso doméstico en Puerto Rico y los costos y beneficios de la bioconversión para los ganaderos.

Una iniciativa de grandes beneficios potenciales para Puerto Rico fue el estudio preliminar sobre el establecimiento de un Centro de Ciencia y Tecnología en la Isla. Luego de que el Presidente de la UPR y el Consejo de Educación Superior adoptaron este informe, el Gobernador nombró una Comisión de representantes de la Universidad, la industria y el gobierno para estudiar el asunto a fondo y hacer recomendaciones específicas sobre la misión programática, la estructura operacional y el financiamiento del propuesto Centro de Ciencia y Tec-

nología. La Comisión concluyó sus trabajos y sometió su informe al Gobernador en octubre de 1984.

7. Red Centralizada para Colección de Datos Sísmicos y Meteorológicos

El Centro opera una red centralizada para la colección y análisis de datos sísmicos, meteorológicos y ambientales. Recientemente se adquirió una nueva computadora Digital y otro equipo para optimizar la red y aumentar la capacidad operacional y analítica de ésta. Se ha mantenido el mínimo de seis estaciones en diferentes puntos de la Isla y se amplió su capacidad atando la red a la red sísmica del sistema de información de las Islas Vírgenes. Con esta red es posible determinar la localización y magnitud de los movimientos sísmicos que ocurren en la Isla y áreas adyacentes. En estos estudios se mantiene una estrecha colaboración con el Colegio Universitario de Cayey.

8. Programa de Conservación de Energía del Sistema Universitario

Desde 1981 el Centro viene administrando efectivamente el Plan de Conservación de Energía del Sistema Universitario y dirigiendo el Comité a nivel del Sistema para estos fines. Este programa le ha ahorrado a la Universidad de Puerto Rico más de \$2 millones en los 4 años de implementación y ha ayudado a conseguir dos millones de dólares adicionales en fondos del Departamento Federal de Energía para implantar medidas de conservación de energía en distintas unidades del Sistema Universitario. En el 1983 la Oficina de Energía de P.R. reconoció el programa de Conservación de Energía de la Universidad de Puerto Rico como uno de los más exitosos e innovadores entre las agencias gubernamentales.

9. Instituto Caribeño para el Manejo de Recursos

El Instituto Caribeño para el Manejo de Recursos es un organ-

nismo interagencial creado por la Presidencia de la Universidad y con sede en el Centro para Estudios Energéticos y Ambientales. Su objetivo principal es fomentar la investigación y el adiestramiento en materia de manejo de recursos naturales en Puerto Rico y el Caribe. Este Instituto cuenta con la colaboración del Departamento de Recursos Naturales y la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico. Se han llevado a cabo seminarios de adiestramiento sobre silvicultura tropical para el Caribe y actualmente se está trabajando en el desarrollo de seminarios sobre santuarios marinos, sobre desperdicios sólidos y sobre fuentes de contaminación de tierra que afectan las costas marinas.

#### 10. Programas Educativos

El Centro ha llevado a cabo por cinco veranos consecutivos un programa para estudiantes de escuela superior de probado talento académico y escasos recursos económicos. Este programa de 7 semanas de duración ofrece adiestramiento especial en ciencias y matemáticas, con énfasis en aspectos de energía y ambiente. Es sufragado con aportaciones de un grupo de industrias locales.

#### 11. Programas en las Ciencias del Ambiente

El CEEA es uno de los pocos laboratorios a cargo del desarrollo de fuentes alternas de energía que a la vez estudia el impacto ambiental de éstas. Con este propósito se han llevado a cabo varios estudios de importancia para Puerto Rico relacionados directa o indirectamente con los efectos ambientales del desarrollo de fuentes de energía. Estos estudios se llevan a cabo por las Divisiones de Ecología Marina y Ecología Terrestre.

a. Ecología Marina. El programa de Ecología Marina es un programa de investigación aplicada que complementa los trabajos docen-

tes e investigativos del Departamento de Ciencias Marinas del Recinto Universitario de Mayaguez. Comprende tres grandes áreas: (1) efectos ecológicos; (2) estructura y proceso de los ecosistemas; (3) manejo de recursos. Dentro de estas tres áreas se han completado o están en proceso los siguientes proyectos.

i. Estudio ambiental en la Bahía de Guayanilla. Este fue un estudio abarcador que consideró los efectos ecológicos de las descargas industriales a la bahía. Sirvió de base para el estudio de directrices reguladoras y la administración de los efluentes industriales mediante el procesamiento adecuado.

ii. Estudios ambientales de las descargas de plantas de ron en las costas de Puerto Rico. Este estudio con fondos de la Agencia de Protección Ambiental de los E.U. sirvió de base para tomar las decisiones más adecuadas para la protección de las costas de Puerto Rico del impacto de los efluentes de las destilerías de ron.

iii. Bilharzia. Erradicación del caracol transmisor de la bilharzia o schistosomiasis que habita en los lagos, represas y ríos de Puerto Rico. Este estudio exhaustivo determinó que sembrados del caracol Marissa en lagos, ríos y represas podrían utilizarse para erradicar prácticamente el caracol que propaga la bilharzia. Este estudio ha resultado en programas de control de la bilharzia en varias regiones del mundo, particularmente en el Africa.

iv. Se han llevado a cabo estudios intensivos sobre el ecosistema de lagunas tales como la Laguna Joyuda en Cabo Rojo y el Lago La Plata en Toa Alta. En el caso de la Laguna Joyuda se están desarrollando protocolos de investigación multidisciplinaria en este importante ecosistema puertorriqueño.

v. La División de Ecología Marina ha desarrollado el único sistema en Puerto Rico para llevar a cabo bioensayos con flujo continuo de agua marina. Estas técnicas se han utilizado para hacer estudios y análisis de zonas de mezclas del mar y el impacto químico en cinco plantas de tratamiento de desperdicios líquidos de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico. Son éstas: Arecibo, Bayamón, Fajardo, Humacao y Mayaguez. Se están negociando estudios similares para la Autoridad de Energía Eléctrica.

vi. Otros estudios en ecología marina han sido sobre los efectos ambientales marinos en dos sitios para posible instalación de una planta eléctrica de carbón. Se investigó el efecto en la química del agua, el plankton, la fauna marina y la tolerancia química y térmica del ambiente. Se llevaron a cabo estudios sobre la trayectoria de efluentes producidos por actividades de energía oceanotérmica en la zona costera de Puerto Rico. Asimismo, se han hecho estudios sobre los efectos de los pesticidas y los contaminantes en los cangrejos de tierra y el desarrollo de una posible industria para la producción de cangrejos de tierra en Puerto Rico.

#### b. Ecología Terrestre

i. Entre los estudios principales en ecología terrestre se encuentran las investigaciones sobre el ciclo y transporte de energía y nutrientes en el bosque tropical de El Verde, el único bosque tropical pluvial bajo la jurisdicción de los Estados Unidos. Se ha adelantado significativamente la formulación de hipótesis sobre el ecosistema de estos bosques tropicales. Se está construyendo un puente elevado montado sobre torres de metal para estudiar la copa o "canopy" de la arboleda de El Verde. La labor de observación y colección de especí-

menes en la copa de los árboles hará posible el desarrollo de nuevas investigaciones que harán importantes aportaciones al estudio de los bosques tropicales.

ii. Otra de las investigaciones importantes de esta división es la del flujo del carbón en los ecosistemas tropicales y su interrelación con el ciclo carbónico global.

iii. También se están llevando a cabo estudios sobre los efectos ecológicos y económicos de la introducción de nuevas especies de pájaros a Puerto Rico. De éstos se conocen alrededor de 40 especies, varias de las cuales ya están resultando dañinas a la agricultura, incluyendo la siembra de arroz. El estudio examina la distribución geográfica de estas especies, sus hábitos y otras características y los efectos de su proliferación.

iv. Se llevaron a cabo estudios para evaluar el potencial del jacinto acuático como purificador de agua de albañal y productor de biomasa energética. Los resultados fueron muy halagadores y compararon ventajosamente con los obtenidos en otras latitudes.

v. Se llevaron a cabo estudios ecológicos en dos localidades en Carrizal y Rincón para la posible ubicación de una planta eléctrica para quemar carbón. Se hicieron análisis comparativos y de base sobre la vegetación y la fauna en ambos sitios.

vi. Se completó en el área de El Yunque un estudio sobre la boa puertorriqueña, que está en la lista de especies en peligro de extinción.

vii. Se han realizado estudios sobre la separación magnética para la purificación de aguas de albañal. Se evaluaron las técnicas

de purificación de agua en colaboración con la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados en su planta de tratamiento de Guaynabo.

12. Colaboración Externa

El Centro mantiene estrecha colaboración con la Asociación de Universidades de Oak Ridge, a través de la cual recibe investigadores y estudiantes graduados que vienen a hacer sus internados y sabáticas en Puerto Rico y participan activamente en los programas de investigación del Centro. También se mantiene una colaboración efectiva con la Asociación de Universidades y Centros de Investigación del Caribe (UNICA), participando especialmente en su Comisión de Ciencia y Tecnología. La cooperación con la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingeniería (UPADI) ha producido resultados mutuamente provechosos. Por ejemplo, el CEEA fue co-auspiciador y participante destacado en el Congreso de UPADI celebrado en Puerto Rico en 1982.

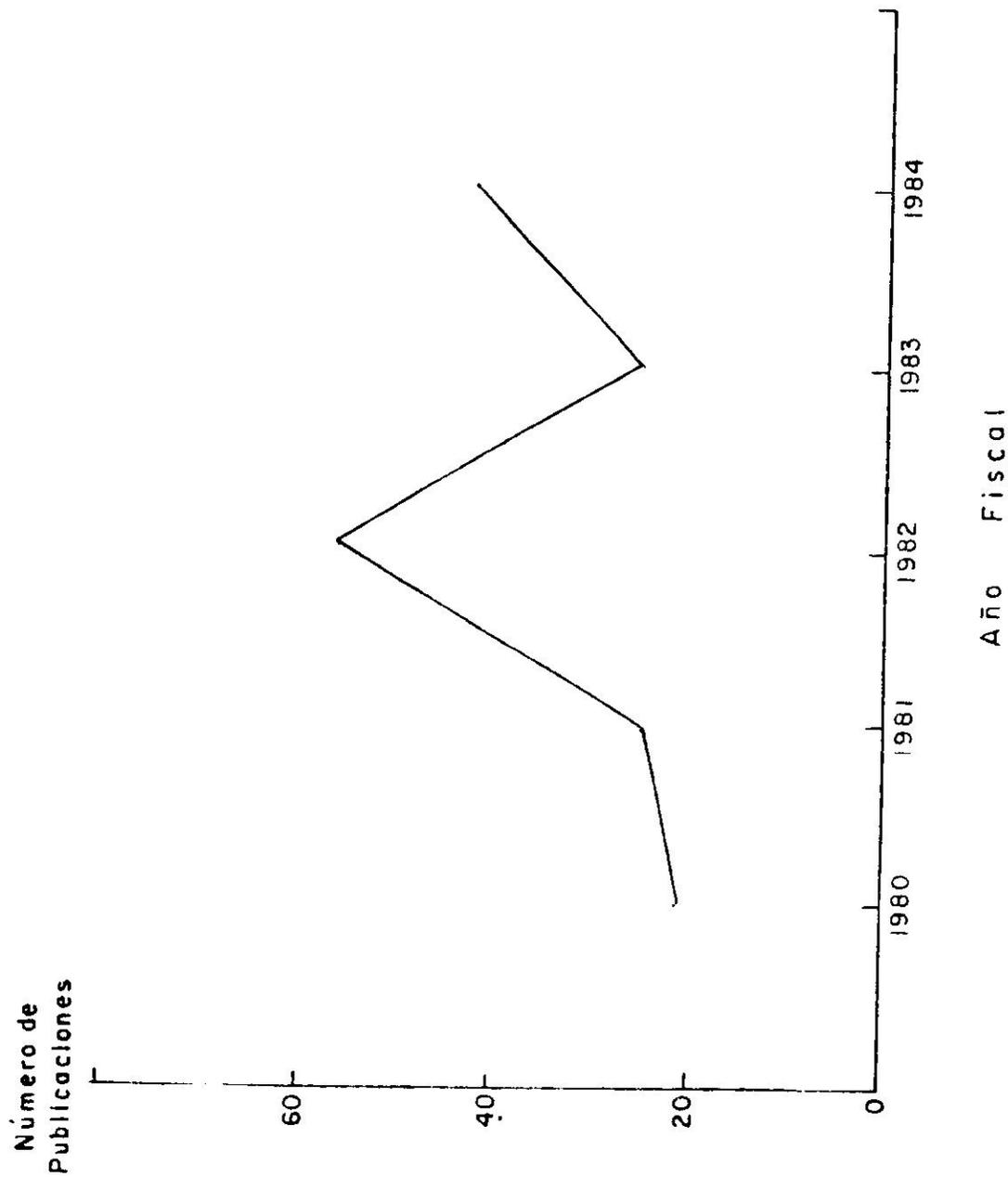
13. Seminarios y Conferencias Internacionales.

El Centro ha llevado a cabo en Puerto Rico seminarios importantes sobre energía, incluyendo la Primera Conferencia de Energía del Caribe. Actualmente está organizando la Conferencia de Energía para las Américas que se llevará a cabo en octubre de 1985 en colaboración con el Colegio de Químicos de Puerto Rico y la Universidad de Miami.

#### 1. Publicaciones 1979-84

Parte importante de la gestión investigativa lo constituyen las publicaciones generadas por el grupo científico. Durante el período 1979-1984 aportó a revistas profesionales y a conferencias científicas en la forma siguiente.

PUBLICACIONES CIENTIFICAS 1979 - 80 a 1983 - 84



PUBLICACIONES 1979-80 A 1983-84

1983-84

ECOLOGIA MARINA

Covich, A. and I.M. Sanders, 1983. Time-lapse Video Recording as a Means of Measuring Orientation of Conch, Strombus costatus. Jour. of Shellfish Research (In press).

Fornshell, J.A., 1983. Vertical Sound Velocity Profiles for the Northeastern Caribbean Sea. Caribbean Journal of Science (Submitted).

Fornshell, J.A. and J. Capella, 1983. Internal Wave Variability in the Northeast Caribbean Sea. Association of Island Marine Laboratories of the Caribbean, Miami, Fla., May 16-20, 1983.

Fornshell, J.A. and J. Capella, 1983. Lagrangian Current Measurements in the Caribbean Sea. Journal of Physical Oceanography (Submitted).

García, J.R., 1983. Survey of the Fish Communities of Rincón and Carrizal on the Northwest Coast of Puerto Rico. Association of Island Marine Laboratories of the Caribbean, Miami, Fla., May 16-20, 1983.

López, J.M., 1983. Adelantos Recientes en la Alternativa OTEC. Simposio Sobre Alternativas Energéticas para Puerto Rico. Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, San Juan, P.R., May 25, 1983.

López, J.M., 1983. Advances in Research for Regulation of Water Quality in Puerto Rico. Annual Joint Meeting of the WPCF/AWAA, Palmas del Mar, Humacao, P.R., May 28-31, 1983.

Sanders, I.M., 1983. Sublethal Effects of Copper on Juvenile Strombus gigas. National Shellfisheries Association Symposium on Biology of Queen Conch, Hilton Head Island, S.C., June 5-9, 1983.

1983-84

BIOMASA

Bonnet, J.A., Jr., 1983. Caña Energética: Salvación de la Industria Azucarera. Reunión Anual, Asociación de Técnicos Azucareros, Rincón, Puerto Rico, December 1983.

1983-84

SOLAR

Bonnet, J.A., Jr., 1983. Energy Alternatives for the Caribbean. Solar World Congress, Perth, Australia, August 14-19, 1983.

Bonnet, J.A., Jr., 1983. Island Energy Resources. First Island Ecosystems Seminar, Inter American University, San Juan, P.R., October 28, 1983.

Bonnet, J.A., Jr., 1983. La Conversión de Desperdicios Sólidos. Conferencia de las Grandes Ciudades de América, San Juan, Puerto Rico, October 16-20, 1983.

López, A.M. and K. Soderstrom, "Insolation in Puerto Rico," Solar-Engineering 1983, Murphy, L.M. (ed), American Society of Mechanical Engineers, New York, 1983, pp. 70-75.

López, A. M., "The Shallow Solar Pond for the Tropics," San Juan, Puerto Rico, June 25-29, 1984.

Pytlinski, G.T., 1983. Solar Energy Technologies in Puerto Rico. Proceedings of Conference on Energy Planning for U.S. Insular Areas, Sponsored by Congressional Research Service, Washington, D.C., May 12-13, 1983.

Pytlinski, G.T. and D. Serrano, 1983. Variable Geometry Darrieus Wind Machine. Proceedings of 1983 Solar World Congress, Perth, Australia, August 14-19, 1983.

1983-84

#### ECOLOGIA TERRESTRE

Cole, J.J., W.H. McDowell, and G.E. Likens, 1983. The Dynamics, Molecular Weight and Sources of Dissolved Organic Carbon in an Oligotrophic Lake. Oikos (In press).

Cox, G.W. and W.T. Lawrence, 1983. Cemented Horizon in Arctic Alaskan Sand Dunes. Amer. J. Sci. 283:369-373.

Effect of Soil Temperature on the Carbon Exchange at Taiga Seedlings. II, Photosynthesis, Respiration and Conductance. (Submitted to Can. J. For. Res.).

Frangi, J.L. and A.E. Lugo, 1983. Structure and Dynamics of a Prostoea montana Floodplain Forest in the Luquillo Experimental Forest Biosphere Research in Puerto Rico. Bull. Ecol. Soc. Amer. 64:113.

Lawrence, W.T. and W.C. Oechel, 1983. A Guide to the Vegetation Along a Transect from the Pacific Coast to the Anza-Borrego Desert State Park. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Sta., Berkeley, Cal. General Tech. Report.

Lawrence, W.T. and W.C. Oechel, 1983. The Effect of Soil Temperature on the Carbon Exchange of Taiga Seedlings. I, Root Respiration, Respiration and Conductance (Submitted to Can. J. For. Res.)

Lawrence, W.T. and W.C. Oechel, 1983. S.A. Kimball, and W.H. McDowell (Associate eds.), 1983. New Perspectives in Ecotoxicology. Env. Management (In press).

Lawrence, W.T. and W.C. Oechel, 1983. The Effect of Soil Temperature on the Carbon Exchange of Taiga Seedlings. II, Photosynthesis, Respiration and Conductance. (Submitted to Can. J. For. Res.)

- Levin, S.A., K.D. Kimball (eds.), S.A. Kimball, and W.H. McDowell (Associate eds.), 1983. New Perspectives in Ecotoxicology. Env. Management.
- Lodge, D.J. and K.J. Leonard, 1983. A Cline and other Patterns of Genetic Variation in Cochiobolus carbonum Isolates Pathogenic to Corn in North Carolina, Can. J. Bot. (In press).
- McDowell, W.H., 1983. Seasonal Changes in Numbers of Suspended Bacteria in a Small Woodland Stream. Abstracts of the XXII Congress of the International Assoc. of Limnology, Lyon, France, August 1983.
- McDowell, W.H. and T. Wood, 1983. Podzolization: Soil Processes Control Dissolved Organic Carbon Concentrations in Stream Water. Soil Science (In press).
- Murphy, P.G., A.E. Lugo and A.J. Murphy, 1983. Seasonal Dynamics and Recovery of a Caribbean Dry Forest. Symposium on Dynamics of Neotropical Forest Ecosystems, Annual Meetings of the Ecological Society of America and the Association for Tropical Biology, Grand Forks, N.D.
- Oechel, W.C. and W.T. Lawrence, 1983. Physiological Ecology of the Taiga. In Mooney, H.A. and B. Chabot (eds.), Physiological Ecology of the Vegetation of North America (In review).
- Reagan, D.P., 1983. Ecology of the Puerto Rican Boa Epicrates inornatus in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. (Submitted to Herpetological).
- Reagan, D.P., 1983. Species Distribution in a Three-dimensional Habitat: The Rain Forest Anoles of Puerto Rico. (Submitted to Science).
- Reagan, D.P. and R.W. Garrison, 1983. Food Web Organization in a Puerto Rican Rain Forest. Bull. Ecol. Soc. Amer. 64:114.
- Reagan, D.P. and R.W. Garrison, 1983. Food Web Organization in a Puerto Rican Rain Forest. Symposium on Dynamics of Neotropical Forest Ecosystems, Annual Meetings of the Ecological Society of America and the Association for Tropical Biology, Grand Forks, N.D.
- Richey, J.S., W.H. McDowell and G.F. Likens, 1983. Nitrogen Transformations in a Small Mountain Stream. (Submitted to Hydrobiologia).
- Rodríguez, G. and D.P. Reagan, 1983. Bat Predation by the Puerto Rican Boa, Epicrates inornatus Copeia (In press).
- Scogin, R., 1983. Biochemical Aspects of Plant-animal Interaction in a Tropical Rain Forest. Aliso (In press).
- Walde, R.B., 1983. Interactions Between Resident and Migrant Birds in Southern Campeche, Mexico. Tropical Ecology 21:134-154.

Waide, R.B., 1983. Long-term Ecological Studies at El Verde, Puerto Rico. Bull. Ecol. Soc. Amer. 64:114.

Waide, R.B., 1983. Long-term Ecological Studies at El Verde, Puerto Rico. Symposium on Dynamics of Neotropical Forest Ecosystems, Annual Meetings of the Ecological Society of America and the Association for Tropical Biology, Grand Forks, N.D.

Waide, R.B. and D.P. Reagan, 1983. Competition Between West Indian Anoles and Birds. Am. Nat. 121:133-138.

Waide, R.B., 1983. A Test of Predictions from Optimal Foraging Theory in the Ruddy Quail Dove (Geotrygon montana). 101st Meeting of the American Ornithologists Union, New York.

Waide, R.B. and R. Thomas, 1984. Aggression Between Two Drymar-chon corais melanorus in Campeche, Mexico. Herpetological Review (In press).

1983-84

OTEC

Sasscer, D.S., T.O. Morgan, R. Ernst, T.J. Summerson and A.C. Scott, 1983. Open Ocean Corrosion Tests of Candidate Aluminum Materials for Seawater Heat Exchangers. National Assoc. of Corrosion Engineers Conference, Anaheim, Cal., April 1983.

Sasscer, D.S., T.R. Tosteson and T.O. Morgan, 1983. Results of In situ Biofouling Control and Corrosion Test at Punta Tuna, Puerto Rico and its Significance on OTEC Heat Exchanger Design. Amer. Solar Energy Society Conf., Minneapolis, Minn., June 1983.

Sasscer, D.S. and T.O. Morgan, 1984. In Situ Biofouling Control and Corrosion of Titanium and Aluminum Heat Exchanger Elements at Punta Tuna, Puerto Rico. Proceedings VIII Inter-American Conference on Materials Technology, San Juan, P.R. June 1984. (In Press).

Sasscer, D.S. and T.O. Morgan. Open Ocean Corrosion Test of Candidate Aluminum Materials for Seawater Heat Exchangers. Proceedings, American Society of Agricultural Engineers Summer Meeting. Knoxville, June, 1984 (In Press).

Sasscer, D.S. and T.O. Morgan, 1984. An Energy-Integrated, Environmental Compliance Tropical Dairy Farm. Proceedings, Energy Power and Environmental Systems, Ninth International Association of Science and Technology for Development (IASTED) International Conference, San Francisco, CA, June 1984, pp. 119-123.

Sasscer, D.S., T.O. Morgan, T.R. Tosteson and T.J. Summerson, 1983. In Situ Biofouling, Biofouling Control and Corrosion of Titanium and Aluminum Heat Exchanger Elements at Punta Tuna, Puerto Rico. Proceedings Joint Conference, American Society of Mechanical Engineers and Japanese Society of Mechanical Engineers, Honolulu, Hawaii, March 1983.

1982-83

ECOLOGIA MARINA

Fornshell, J.A. and J. Capella, 1982. Lagrangian Current Measurements in the Caribbean Sea South of Puerto Rico. AGU Fall Meeting, San Francisco, Cal., Dec. 7-15, 1982.

García, J.R. and L.J. Tilly, 1982. Dynamic and Distribution of Dissolved Oxygen in Lake La Plata, Toa Alta. 9th P.R. Dept. of Natural Resources Symposium, San Juan, P.R., December 1982.

López, J.M., 1982. Perfil Químico del Ecosistema Oceánico al Sur de Puerto Rico. XV Latin American Chemical Congress, San Juan, P.R., October 24-29, 1982.

Owen, G.P., 1982. Spatial and Temporal Variation in Zooplankton Abundances Near Puerto Rico. ASLO Fall Meeting, San Francisco, Cal., December 1982.

Ramírez-Barbot, J., 1982. Acumulación de Mercurio en el Aguja Azul Makaira nigricans. XV Latin American Chemical Congress, San Juan, P.R., October 24-29, 1982.

Tilly, L.J., 1982. Responses of a Tropical Reservoir to Hydrological Inputs. AGU/ASLO Meetings, San Francisco, Cal., December 7-15, 1982.

1982

SOLAR

López, A.M., "La Disponibilidad de la Energía Solar en los Países Tropicales," Proceedings of the Second National Congress on Energy Alternatives, San Juan, Puerto Rico, August 1-7, 1982.

Pytlinski, G.T., 1982. Solar Ponds: Research, Applications and Development. Proceedings of the 5th Int'l Conference on Alternative Energy Sources, Miami Beach, Fla., December 13-15, 1982.

1982-83

GENERAL

Bonnet, J.A., Jr. and M. Iriarte, 1983. Perspectivas para una Red de Comunicaciones de Enlace Via Satélite Entre Universidades de Latinoamérica y del Caribe. Interciencia 8/5:284-288.

Bonnet, J.A., Jr. et al., 1983. Presiones Ambientales de Origen Antropogénico en las Antillas Menores. Caribbean Educational Bulletin X/2:43-61.

Bonnet, J.A. y W. Ocasio, 1982. "La Situación Energética en la Isla de Puerto Rico." Boletín Academia de Artes y Ciencias de P.R.

Calderón-Cruz, A., 1983. Puerto Rico. Page 442, in Collier's Encyclopedia Year Book for 1984. New York, MacMillan.

Lithgow, A.M., L. Romero and F.A. Souto, 1983. The Five Isomers of Disulfonated Thionine. (Submitted to J. Chem. Soc.)

Riefkohl, J., L. Rodríguez, L. Romero and F.A. Souto, 1983. Hydrophilic, Lipophilic and Amphiphilic Phenothiazine Dyes for Photogalvanic Cells: New Synthetic Reactions and Methodology (Submitted).

Ocasio, W. "Comentarios en Torno a la Organización de la Agricultura," Revista de Administración Comercial - UPR, 1982.

Bonnet, J.A., 1981. "La Investigación Tecnológica y el Desarrollo de Fuentes Renovables de Energía en P.R." Boletín Academia de Artes y Ciencias de P.R. XVIII (3-4): 25-39.

Bonnet, J.A., and Towle, E., 1981. "Energy/Environment Management...for the Caribbean." Carib. Ed. Bull. VIII (3):23-33.

1981-82

#### ECOLOGIA MARINA

Sanders, I., 1982. Aspectos Ecológicos en Pruebas de Toxicidad. UPADI-82, 1er Congreso Panamericano de Ingeniería Ambiental, San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Sanders, I., 1981. Efectos Crónicos de Cobre sobre *Strombus gigas*: El Desarrollo de una Técnica de Bioensayo. Proceedings, 8th DNR Symposium, San Juan, Puerto Rico, December 7.

Tilly, L.J., 1982. Research for Reasonable Tropical Environmental Regulation. UPADI-82, 1st Panamerican Congress on Oceanic Engineering, San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Yoshioka, P.M., and Pesante, D., 1982. Detection of OTEC Effects on Oceanic Zooplankton. UPADI-82, First Panamerican Congress on Oceanic Engineering, San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

López, J.M., 1982. Ecological Studies in Support of Ocean Engineering for Energy Extraction. Proceedings, UPADI-82 Conferenced. San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Fornshell, J.A., 1982. Seasonal and Mesoscale Variability of Acoustic Wave Propagation in the Caribbean Sea South of P.R. and Vieques. UPADI-82, First Panamerican Congress on Oceanic Engineering. San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Vicente, V.P., 1982. Sponges. Pp. 121-33 in E.H. Kaplan (ed.), A Field Guide to Coral Reefs of the Caribbean and Florida. Boston, Houghton Mifflin Co.

Fornshell, J.A., 1982. "Zoogeography of Armoured Dinoflagellates on Four Reefs Adjacent to the Island of Puerto Rico." Journal of Photozoology, August. (Abstract).

Fornshell, J.A., and Reed, J.C., 1982. Tidal Current Atlas for Long Island Sound and San Francisco Bay. U.S. Coast Guard Oceanographic Unit, Tech. Report 82-4.

Garrison, R.W., 1982. *Archilestes neblina*, A New Damselfly from Costa Rica, with Comments on the Variability of *A. latialatus* Donnelly (Odonata; Ilestidae). Occ. Paper, Univ. Mich. Mus. Zool. In press.

1981-82  
BIOMASA

Alexander, A.G. and Allison, W., 1981. Cane Management for Energy in Puerto Rico. Proceedings, Fourth Miami Conference on Alternative Energy Sources. Miami Beach, Florida, December 14-16.

Alexander, A.G., 1982. Tropical Biomass: A Resource for all Seasons. Symposium, Fuels and Feedstocks From Tropical Biomass II. San Juan, Puerto Rico, April 26-27.

Alexander, A.G., 1982. Second Generation Energy Cane: Concepts, Costs, and Benefits. Symposium, Fuels and Feedstocks from Tropical Biomass II. San Juan, Puerto Rico, April 26-27.

Alexander, A.G., 1982. Energy Cane: An Alternative Approach to Sugarcane Planting in Tropical Nations. Fifth Miami Conference on Alternative Energy Sources. Miami Beach, Florida, December 13-15.

Alexander, A.G., 1982. An Energy Integrated Farm Plan for Puerto Rico. UPADI-82 Conference. San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Allison, W., 1982. Energy Cane Harvesting and Delivery Systems for Puerto Rico. Symposium, Fuels and Feedstocks from Tropical Biomass II. San Juan, Puerto Rico, April 26-27.

Chu, T.L., 1982. Development of Second and Third Generation Energy Cane Varieties. Symposium, Fuels and Feedstocks from Tropical Biomass II. San Juan, Puerto Rico, April, 26-27.

Samuels, G., 1982. High Fructose Corn Sweeteners: Impacts on the Sugar and Molasses Industries. Symposium, Fuels and Feedstocks from Tropical Biomass II. San Juan, Puerto Rico, April 26-27.

Smith, I., 1982. Pricing Mechanisms for Syrup and High-test Molasses. Fuel and Feedstocks from Tropical Biomass II. San Juan, Puerto Rico, April 26-27.

1981-82  
SOLAR

Bonnet, J.A., 1982. Desarrollo de Fuentes Alternas de Energía Solar para el Caribe. II Seminario Internacional Sobre Energías no Convencionales con Énfasis en Energía Solar. University of Miami, Florida, May 10-14.

Bonnet, J.A., Pytlinski, G.T., and Soderstrom, K.G., 1982. Solar Energy Storage for Cooling Systems in the Caribbean. Proceedings, Solar Energy Storage Workshop. Jeddah, Saudi Arabia, March 20-25.

Pytlinski, G.T., Soderstrom, K.G., Bryson, T. and Osorio, A., 1982. Assessment of Solar Energy as an Alternative Energy Source for the Republic of Panama. Proceedings, AS/ISES Annual Meeting. Houston, Texas, June 1-5.

Pytlinski, G.T. and Soderstrom, K.G., 1982. Potential Applications of Solar Energy in the Republic of Panama. Proceedings, Congreso Panamericano de Alternativas Energéticas/UPADI-82. San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

López, A.M. and Soderstrom, K.G., 1982. La Disponibilidad de la Energía Solar en los Países Tropicales. Proceedings, Congreso Panamericano de Alternativas Energéticas/UPADI-82. San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Soderstrom, K.G., López, A.M. and Ozakcay, L., 1982. Desarrollo y Ensayo Experimental de la Eficiencia de un Colector Solar por

Concentración: Producción Industrial de Vapor de Agua a Temperaturas Altas o Intermedias. Proceedings, II Seminario Internacional sobre Energías no Convencionales con Enfoque en Energía Solar. University of Miami, Florida, May 10-14.

Pacheco, N. and Soderstrom, K.G., 1982. A Simplified Solar System Design Technique for Tropical Regions. Proceedings, ASME Solar Energy Division Fourth Annual Conference. Albuquerque, New Mexico, April 26-29.

1981-82

#### ECOLOGIA TERRESTRE

Lugo, A.E., and Brown S., 1982. "Conversion of Tropical Moist Forests: A Critique." *Interciencia* 7(2):89-93.

Lugo, A.E., and Brown, S., 1982. "Popular Misconceptions About Tropical Forest Lands." *Mazingira* 18. In Press.

Lugo, A.E., and Zucca, C.P., 1982. "Comparison of Litterfall and Turnover in Two Florida Ecosystems." *Florida Scientist*. In press.

Brown, S., and Lugo, A.E., 1982. "The Storage and Production of Organic Matter in Tropical Forests and Their Role in the Global Carbon Cycle." *Biotropica*. In Press.

Brown, S. (ed), 1982. *Global Dynamics of Biosphere Carbon*. Proceedings, Symposium Held at Annual Meeting of Ecological Society of America Under Auspices of the American Institute of Biological Sciences. U.S. U.S. Department of Energy, CONF-8108131.

Brown, S., Lugo, A.E. and Gertner, G., 1982. Ecological Interpretation of Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration at Mauna Loa. Pages 1-8, in S. Brown (ed.), Proceedings, Symposium Held at Annual Meeting of the Ecological Society of America Under Auspices of the American Institute of Biological Sciences. U.S. Department of Energy, CONF-8108131.

Lugo, A.E., and Brown, S., 1982. The Role of Tropical Forests in the Global Carbon Cycle: State of Understanding. Pages 115-130, in S. Brown (ed.), Proceedings, Symposium Held at Annual Meeting of the Ecological Society of America Under Auspices of the American Institute of Biological Sciences. U.S. Department of Energy, CONF-8108131.

Reagan, D.P., Garrison, R.W., and Waide, R.B., 1981. Preliminary Evaluation of Trophic Structure in a Puerto Rican Rain Forest. 8th DNR Symposium. San Juan, Puerto Rico. December 7.

Waide, R.B., 1982. A Comparison of Trophic Structure in Puerto Rican and Mainland Avifaunas. 100th Meeting of American Ornithologists Union. Chicago, Ill., October.

Waide, R.B., and Martínez, J.E., 1982. Energy and Mineral Storage and Demand in a Subtropical Wet Forest Avifauna. Annual Meeting of Ecological Society of America. Pennsylvania State University, August.

Zucca, C.P., 1982. Variability of Leaf and Elemental Storages and Flow within a Subtropical Wet Forest in Puerto Rico. Annual Meeting of Association for Tropical Biology, Pennsylvania State University, August.

Zucca, C.P., 1982. Variability of Leaf and Elemental Storages and Flow within a Subtropical Wet Forest in Puerto Rico, Annual Meeting of Association for Tropical Biology, Pennsylvania State University, August.

Brown, S., and Lugo, A.E., 1981. "The Role of Terrestrial Biota in the Global CO<sub>2</sub> Cycle." American Chemical Society Division of Petroleum Chemistry Inc. Preprints 26(4):1019-1025.

Brown, S., and Lugo, A.E., 1981. "Storage and Production of Carbon in Tropical Forests." Bulletin of the Ecological Society of America (62(2):61. (Abstract)

Brown, S., Gertner, G.L., Lugo, A.L., and Novak, J.M., 1982. Carbon Dioxide Dynamics of the Biosphere. Pages 19-28, in W.J. Mitsch, R.W. Bosserman and J.M. Klopatek (eds.), Energy and Ecological Modelling. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company.

1981-82  
OTEC

Sasscer, D.S., T.G. Morgan, T.R. Tosteson, R.W. Axtmayer, R. Revuelta, S. Iman, B.R. Zaidi, D.L. Ballantine, 1981. Microbiofouling of Aluminum and Titanium Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)

- Evaporator Tubes at a Potential OTEC Site. Proc. Eighth Ocean Energy Conference, Wash., D.C., June 1981.
- Sasscer, D.S. and C. Grannemann, 1981. Thermal Resistance Due to Microfouling in Simulated Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Heat Exchangers. *Journal of Solar Energy Engineering*, Vol. 103, pp. 121-125, May 1981.
- Morgan, T.O., D.S. Sasscer, C.J. Rivera, 1981. Macrofouling in Simulated OTEC Evaporators at Punta Tuna, Puerto Rico. Proc. Eighth Ocean Energy Conference, Wash., D.C., June, 1981.
- Fornshell, J, 1981. The Structure of the Ocean Off Punta Tuna, Puerto Rico in Relation to OTEC. In Proceedings of the 8th, Ocean Energy Conference, Washington, D.C., June 1981.
- Sasscer, D.S., Morgan, T.O., et al., 1981. "OTEC Biofouling, Corrosion and Materials Study...Punta Tuna, Puerto Rico." Part I, Fouling Resistance. *Ocean Science & Eng.* 6(4).
- Zaidi, B.R., R.F. Bard and T.R. Tosteson, 1981. Adhesion Enhancing, High Molecular Weight Exudates Produced by Bacteria Isolated From Aluminum and Titanium Surfaces Exposed to Coastal Seawater. Proceedings, Oceans 81 Symposium.
- Sasscer, D.S., T.J. Summerson and R.H Ernst, 1982. In Situ Biofouling, Corrosion and Cleaning of Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Heat Exchanger Tubes at Punta Tuna, Puerto Rico. Proceedings, AIChE 1982 Winter National Meeting. Orlando, Florida. In Press.
- Tosteson, T.R., R. Revuelta, R.F. Bard, S.H. Iman, J.R. Galarza and B.R. Zaidi, 1982. The Activity of High Molecular Weight, Adhesion Enhancing Organisms Isolated from Coastal Seawater by Immunoaffinity Chromatography. Proceedings, Fourth IUPAC International Symposium on Marine Natural Products, Canary Islands, Spain. In Press.
- Iman, S.H., Bard, R.F., and Tosteson, T.R., 1981. Sugar Specific Macromolecules in Intraspecific Microbial Surface Interactions. Proceedings, American Chemical Society 1982 Meetings. In Press.
- Revuelta, R., Bard, R.F., and Tosteson, T.R., 1982. The Isolation of High Molecular Weight, Adhesion Enhancing Organics from Seawater by Immunoaffinity Chromatography. Proceedings, American Chemical Society 1982 Meetings. Las Vegas, Nevada. In Press.
- Morgan, T.O., Sasscer, D.S. and Rivera, C., 1982. "OTEC Biofouling, Corrosion and Materials Study... Punta Tuna, Puerto Rico." Part III. Macrofouling. *Ocean Science & Eng.* 7(2).
- Sasscer, D.S., Morgan, T.O., and Tosteson, T.R., 1982. "Seawater Biofouling Problems in Thermal Energy Conversion." *Energy Progress* 2(3): 182.

Sasscer, D.S., Summerson, T.J., and Ernst, R., 1982. "In Situ Seawater Corrosion of Bare, Diffusion Zinc Treated and Alclad Aluminum Heat Exchanger Materials." *Oceans*. (Abstract).

Tosteson, T.R., Zaidi, B.R., et. al., 1982. "OTEC Biofouling, Corrosion and Materials Study... Punta Tuna, Puerto Rico." Part II, Microbiofouling. *Ocean Science & Eng.* 7(1).

Tosteson, T.R., Revuelta, R., Iman, S., Zaidi, B.R., DeVore, D., Ballantine, Sasscer, D.S., Morgan, T.O., Microbial Deposits, Resistent to Removal by the M.A.N. Brush, on Aluminum and Titanium Heat Exchanger Surfaces Exposed to Ambient Seawater. Proceedings 8th Ocean Energy Conference DOE/Confernece 816022-Exc. Vol. 1, pp. 409-414. Washington, D.C. June 1981.

Tosteson, T.R., Sasscer, D.S., Morgan, T.O., OTEC Biofouling Corrosion, and Materials Study from a Moored Platform at Punta Tuna, Puerto Rico, Party II, "Microbiofouling" Ocean Science and Engineering, Marcel Dickker Inc., Vol. 1, pp. 21-73, (1982).

Sasscer, D.S., Tosteson, T.R., Morgan, T.O., OTEC Biofouling, Corrosion, and Materials Study from a Moored Platform at Punta Tuna, Puerto Rico, (Final Report. Argonne National Laboratory, ANL/OTEC-BCM-023, p. 115, (August 1981).

Sasscer, D.S., Morgan, T.O., Rivera, C., Ernst, R., Scott, A.C. Oceanic Corrosion Test of Bare and Zinc-protected Aluminum Alloys for Seawater Heat Exchangers (Final Report), National Aeronautics and Space Administration, Wash., D.C., NASA-CR 169523, p. 117. (1982)

1980-81

#### ECOLOGIA MARINA

García, J.R., 1981. Some Ecological Aspects of the Community Fishes in Joyuda Lagoon. *Proceedings, 8th DNR Symposium. San Juan, Puerto Rico, December 7.*

López, J.M., 1981. Implicaciones Ecológicas de la Conversión de la Energía Oceanotérmica (OTEC) en Puerto Rico. *Proceedings, 8th DNR Symposium. San Juan, Puerto Rico, December 7.*

Ramfrez-Barbot, J.A., and López, J.M., 1981. Acumulación de Mercurio en la Aguja Azul. *Makaira nigricans*. *Proceedings, 8th DNR Symposium. San Juan, Puerto Rico, December 7.*

Rojas, H., 1981. Estudios Sobre el Cangrejo de Tierra en Guanajibo, Mayaguez y Guayanilla: Su Tamaño, Relación de Peso a Tamaño y Resultados Preliminares de su Cultivo. *Proceedings, 8th DNR Symposium. San Juan, Puerto Rico, December 7.*

Tilly, L.J., and García, J.R., 1981. Do Temperate U.S. Rules Work for Tropical Puerto Rican Lakes? *Proceedings, 8th DNR Symposium. San Juan, Puerto Rico, December 7.*

Vicente, V.P., 1981. Las Esponjas Marinas de Puerto Rico. Proceedings, 8th DNR Symposium, San Juan, Puerto Rico, December 7.

Garrison, R.W. and J.E. Hafernick, Jr. 1981. Population structure of the rare densely, *Ischnura gemina* (Kennedy) (Odonada-Coenagrionidae). *Oecologia* 48-337-384.

Garrison, R.W. and J.E. Hafernick, Jr. 1981. Distribution and description of the Andromorph Female of *Ischnura gemina* (Kennedy) (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* (in press).

Garrison, R.W. 1981. The Larva of *Ischnura gemina* with New Characters and Keys for the Separation of *Ischnura* Larvae from the San Francisco Bay area. *Ann Entomol. Soc. Amer.*

Garrison, R.W. 1981. *Paltothemis cyanosoma*, a New Dragonfly from Mexico (Odonada: Libellulidae). *Pan-Pac Entomol.* (In Press).

1980-1981  
SOLAR

Czakcay, L.M. and López, A.M. "A Solar Thermal Test Facility for 60-300°C Located in Tropics," Proceedings of the 1980 ISES Annual Meeting, Phoenix, Arizona, Vol. 3.1, p. 610.

López, A.M. and Atienza, J. "Experimental Test of a Facetted, Non-Imaging Solar Concentrating Collector," Proceedings of the 1980 ISES Annual Meeting, Phoenix, Arizona, Vol. 3.1, p. 610.

Pytlinski, G.T., G.R. Conrad and T.C. McConnell. "Assessment of Contemporary Residential Roof Surfaces as Nocturnal Radiators and Solar Collectors," *Proceedings of the International Passive and Hybrid Cooling Conference*, Nov. 10-14, 1981, Miami, Fla.

Pytlinski, G.T., G. Conrad, W. Stevens, and H. Cornell. "Installation for Thermal Performance Testing of Solar Domestic Water Heating System," *Proceedings of the 3rd. Int. Conference on Alternative Energy Sources*, Dec. 15-18, 1980, Miami, Fla.

Pytlinski, G.T. and G. Conrad. "Design and Prototype Testing of Solar Heating and Cooling Roof/Collector/Radiator Modules," *Proceedings of the 3rd. Int. Conference on Alternative Energy Sources*, Dec. 15-18, 1980, Miami, Fla.

Pytlinski, G.T. and G.R. Conrad. "The Design and Prototype Testing of a Solar Heating and Cooling Roof/Collector/Radiator Module," *Report EMD 2-68-2228*, July 1981.

Pytlinski, G.T. and P. Munding. "Data Acquisition System and Instrumentation for Thermal Performance Testing of Solar Steam Generation Installation," *Proceedings of the 3rd. International Conference on Alternative Energy Sources*, Dec. 15-18, 1980, Miami, Fla.

Block, A.M., M.B. Riesco, and U. Ortabasi. 1981. Tratamiento de Aguas Albañeras por Separación por Campo de Alto Gradiente Magnético. XIV Congreso Latinoamericano de Química, San José, Costa Rica, Febrero de 1981.

Pytlinski, G.T., G. Conrad, W. Stevens, and H. Connel. "Results of Thermal Performance Testing of Packaged Solar Domestic Water Heating Systems", Proceedings of the 3rd. International Solar Forum, June 24-27, 1981, Miami, Fla.

1980-81

#### ECOLOGIA TERRESTRE

Lugo, A.E., and Brown, S., 1981. "Ecological Interpretation of Atmospheric CO<sub>2</sub> Data." Bulletin of the Ecological Society of America 62(2):61. (Abstract)

Lugo, A.E., and Brown, S., 1981. "Ecological Monitoring in the Luquillo Experimental Forest Biosphere Reserve." *Ambio* 10(23):102-107.

Lugo, A.E., and Brown, S., 1981. "Tropical Ecosystems and the Human Factor." *Unasylva* 33(133):45-49.

Lugo, A.E., and Brown, S., 1981. "Tropical Forest Ecosystems: Sources of Sinks of Atmospheric Carbon?" *Unasylva* 32(129):8-13.

Zucca, C.P. "The Effects of Road Construction on a Mangrove Ecosystem." *Tropical Ecology* 23:105-24.

1980-81

#### OTEC

Sasscer, D.S., T.R. Tosteson, T. Morgan. Biofouling in Simulated OTEC Evaporator Tubes on At-Sea Research Platform at Punta Tuna, Puerto Rico. Proc. 3rd. Miami International Conference on Alternative Energy Sources, Miami, pp. 459. (Dec. 1980).

Tosteson, T.R., R.W. Axtmayer, R. Revuelta, S. Iman, B.R. Zaidi, D.L. Ballentine, D.S. Sasscer, T. Morgan. Marine Microbiofouling on

Aluminum and Titanium Heat Exchanger Surfaces at the CFER OTEC Puerto Rico Facility. Proc. 3rd. Miami International Conference on Alternative Energy Source, Miami. 1980.

Sasscer, D.S., Morgan, T.O. Tosteson, T.R., Axtmayer, R.W., Revuelta, R., Iman, S., Zaidi, B.R., Ballantine, D.L., and Crannemann, G., Biofouling Measurements from a Moored Floating Platform Off Punta Tuna, Puerto Rico. Proc. Seventh Ocean Energy Conference, U.S. Dept. of Energy Conf. 800633, Vol. 1, pp. 10.3.1 - 10.3.16. Wash. D.C., (June 1980).

Zimmerman, R. The trophic role of gammaridean amphipods associated with marine plants in the Caribbean. *Marine Ecology*.

Zimmerman, R. Mandibular form and function among herbivorous amphipods from a Caribbean seagrass bed. *American Zoologist* 20(4):466.

Tilly, L.J. Thermal Effects on Community Structure in Artificial Streams, *Hydrobiologia*.

González, J.G.P.M. Yoshioka, R.J. Zimmerman and J.M. López. 1980. Modification of a tropical rocky intertidal community due to disposal of rum distillery effluent. Submitted to *Marine Pollution Bulletin*.

Vicente, V.P., L.R. Almodóvar, J.A. Rivera and D. Corales. 1980. An ecological evaluation of the seagrasses in Guayanilla Bay. *Science-Ciencia*. 7:76:88.

Vicente, V.P., J.A. Aguilu, and J.A. Rivera. 1980. *Thalassia* as a food source: Importance and potential in the marine and terrestrial environment. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 64:107-120.

Zimmerman, R.J., C.L. MacCay, and D. Ballantine. 1980. Aspects of epiphytic versus macrophytic feeding in the queen conch, *Strombus gigas*. *Aquaculture*. In press.

Zimmerman, R.J., G.W. Dickson, J.P. Giesy, and G.J. Leversee. 1980. Phosphoadenylate concentrations and adenylate energy charge in several organisms from reef and intertidal habitats. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*. In press.

Zimmerman, R.J., R.J. Gibson, and J.B. Harrington. 1979. Herbivory and detritivory among gammaridean amphipods from a Florida seagrass community. *Mar. Biol.* 54: 41-47.

1979-1980

SOLAR

López, A.M. and Ortabasi, U. "Process Steam Generation by a Faceted, Non-Imaging Solar Concentrator," Proceedings of the ISES Silver Jubilee Congress, Atlanta, Georgia, p. 1300 (1979).

Ortabasi, U. and F.P. Fehlner. 1979. Cusp mirror - Heat pipe evaluated tubular solar thermal collector. *International Solar Energy Society Journal*.

1980

ECOLOGIA TERRESTRE

Block, A. McB., F.A. Santos and M.A. Gribble. 1980. The environmental impact of artificially produced, biologically-active radionuclides in Barrio Isote, Arecibo, Puerto Rico. Estimates of the surface soil burden of CS-137, RA-226 and Sr-90. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 16.

Block, A. McB., Riesco. 1980. Magnetic filtration studies of raw sewage in Puerto Rico: results and costs analysis. CO81.

De Andino, L., A. McB. Block, E. N. Laboy, A. Mirabal, U. Ortabasi, M.B. Riesco and J. Villamil. 1980. Processing of raw sewage using magnetic separation. Review of the College of Chemists of Puerto Rico. Vol. 30.

Santos, F.A., A. McB. Block, R.G. Clements, L.I. Rosa, and M.D. Banus. 1980. Natural environmental radioactivity measurements in Northwest Puerto Rico. Caribbean Journal of Science. In Press.

Villamil, J. 1979. Los jacintos de agua promesa para el futuro. Science-Ciencia. 6:167-168.

Villamil, J. and M.D. Erdman. 1980. The evaluation of the potential of water hyacinths for their bio-conversion. Science-Ciencia. 7:3-8.

Waide, Robert B. Interactions between resident and migrant birds in Campeche, Mexico. Tropical Ecology. In Press.

Weil, P., J. Villamil, A.M. García, W. Lao, R.G. Clements, A.McB. Block, F.A. Santos, L.I. Rosa. 1980. Los Jacintos de agua para el tratamiento de aguas usadas y la producción de energía. Recursos de Agua, Vol. 2, Num. 1.

Waide, Robert B. Interactions between resident and migrant birds in Campeche, Mexico. Tropical Ecology. In Press.

Yoshioka, P.M. 1980. Role of planktonic and benthic factors in the dynamic of the bryozoan *Membranipora membranacea*. Ecology.

1980  
OTEC

Sasscer, D.S., T. Morgan, and G. Grannemann. 1980. Thermal resistance due to microfouling in simulated ocean thermal energy conversion (OTEC) heat exchanger. Journal of Solar Energy Engineering.

Proceedings, Papers, Presentations (external)

1982  
BIOMASA

Alexander, A.G., 1982. Biomass Production in Puerto Rico. (Conceptual Background Pamphlet; revised April 1982).

Alexander, J.A. (comp.), Proceedings, Symposium on Fuels and Feedstocks from Tropical Biomass II. San Juan, P.R., April 26-27, 1982.

1982  
ECOLOGIA TERRESTRE

Falk, D. and R.B. Waide, 1982. Allometry: Body Shape as a Key Factor in Brain Evolution. Annual Meeting of the American Society of Physical Anthropologists, Seattle, Washington.

Lugo, A.E., Schmidt, R., and Brown, S., 1982. Preliminary Estimates of Storages and Production of Stemwood and Organic Matter in Tropical Tree Plantations. In L. Whitmore (ed.), Wood Production in the Neotropics via Plantations. International Union of Forestry Research Organizations (In press).

Scogin, R., 1982. Dietary Observations on the Red Fig-eating Bat (Stenoderma rufum) in Puerto Rico. Aliso 10:259-261.

Waide, R.B. and E. Hernández, 1982. Sampling Birds in Tropical Forests, with Special Reference to a Puerto Rican Rain Forest. 9th Puerto Rico Dept. of Natural Resources Symposium, San Juan, Puerto Rico, December 1982.

1982-83  
OTEC

Bonnet, J.A., 1982. Utilización de la Energía del Océano en el Mar Caribe. Proceedings, UPADI-82 Conference, San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Sasscer, D.S., Morgan T.O., Tosteson, T.R., Zaidi, B.R., Revuelta, R. and Iman, S.H., 1982. Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Heat Exchanger Biofouling at Punta Tuna, Puerto Rico. Proceedings, UPADI-82 Conference, San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Tosteson, T.R., Zaidi, B.R., Revuelta, R., Iman, S.H., Sasscer, D.S. and Morgan, T.O., 1982. Biofouling and Ocean Thermal Energy Conversion in Tropical Marine Surface Waters. Proceedings, UPADI-82 Conference, San Juan, Puerto Rico, August 1-7.

Sasscer, D.S., Summerson, T.J. Ernst, R., 1982. In Situ Seawater Corrosion of Bare, Diffusion Zink Treated and Alclad Heat Exchanger Materials. Proceedings Oceans 82 Conference of Marine Technology Society and

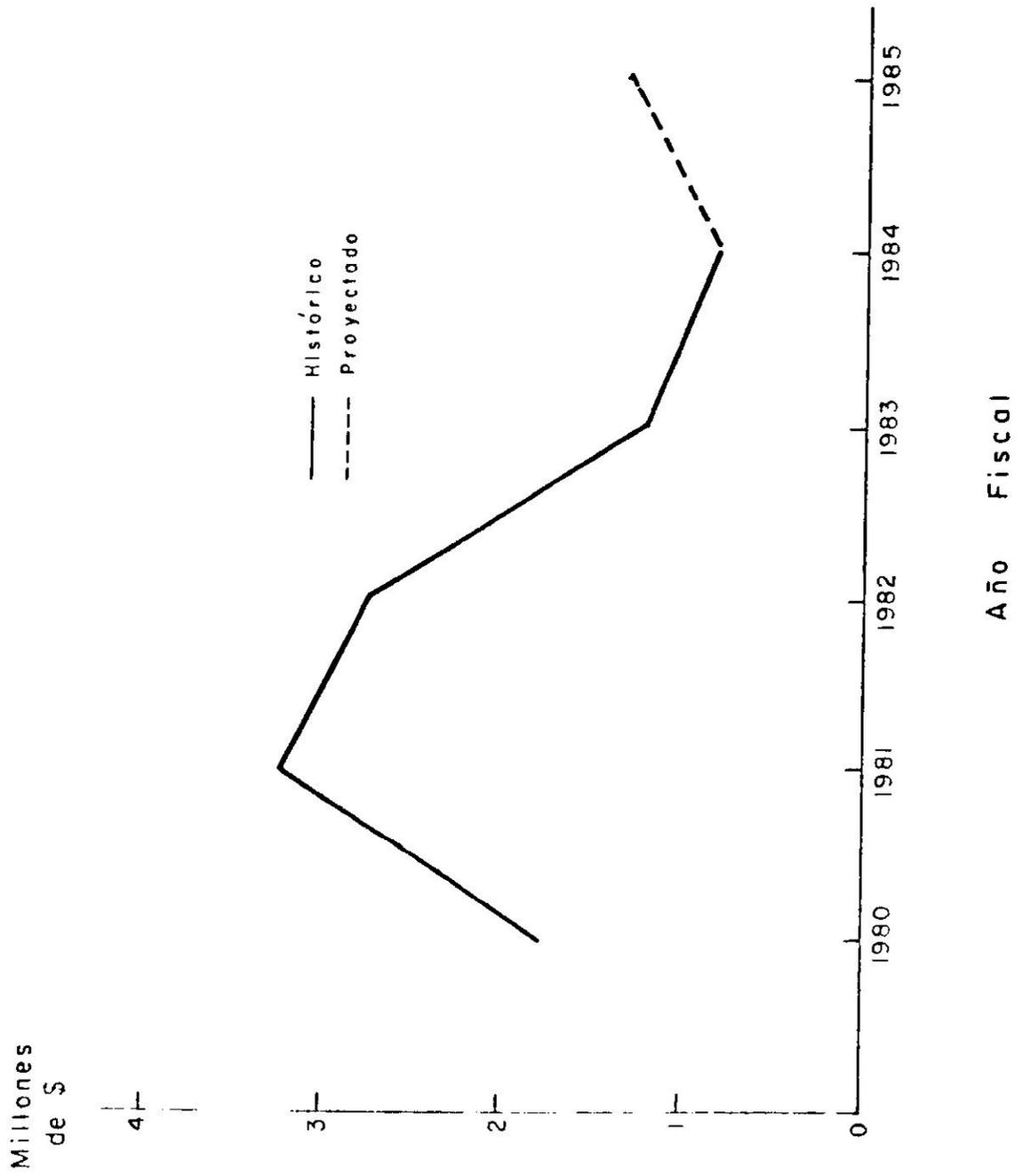
IEEE Council on Ocean Energy, Washington, D.C., September 1982 pp. 518-586.

Sasscer, D.S., 1982. Los Océanos Como Fuente de Energía. In Océanos: Nuestra Frontera Continua, A Study Guide. Edited by Hawkins, H. and R. Burgos-Sasscer Fondo Educativo Interamericano, San Juan, P.R. pp. 88.

## 2. LISTAS DE FONDOS EXTERNOS

La disponibilidad de recursos externos es indispensable para poder adelantar programas específicos de investigación. El esfuerzo hecho a estos fines durante el período 1979 al 1984 se describe a continuación.

# FONDOS EXTERNOS DISPONIBLES PARA LA INVESTIGACION



LISTA DE FONDOS EXTERNOS

PROYECTO	DIRECTOR	AGENCIA	FONDOS	AÑO
Sea Water Corrosion of OTEC Power Cables	Donald Sasscer	Simplex Wire & Cable Co.	15.0	1979
Environmental Effects of Rum Slops Discharge - San Juan, P.R.	Juan González	EPA, Wash., D.C.	15.2	1981
Seawater Surfactant Systems and Viability Relationship to Foam OTEC Systems	Mortermor Kay	DOE, Wash., D.C.	121.0	1981
Ocean Current Measurement of Punta Tuna	Gary Goldman	DOE/LBL	118.0	1981
OTEC-Biofouling Corrosion and Materials Study at Punta Tuna, Puerto Rico	Donald Sasscer	NASA, Wash., D.C.	337.0	1981
OTEC Heat Exchanger Biofouling-Punta Tuna, Puerto Rico	Donald Sasscer	DOE/ANL	50.0 320.0 236.0 330.0	1979 1980 1981 1982
Survey of the Puerto Rican Boa in the Luquillo Mountains	Douglas Reagan	Forest Service - U.S. Department of Agriculture	16.0	1982
Culebra Energy Self-Sufficiency Isla Culebra, P.R.	W. Ocasio	NSF, Wash., D.C.	44.3	1982
Oceanographic Impact of OTEC	Laurence J. Tilly José M. López	DOE/OHER Wash., D.C.	1497.0	1982
OTEC Measurement of Oceanographic Environmental Parameter Relatable to OTEC Installation at Punta Tuna	Gary Goldman	DOE, Wash., D.C. (Lawrence Berkeley)	166.0	1982
Environmental Studies for Coal Plant Installation - Rincón, P.R.	José M. López	PREPA, San Juan, P.R.	1000.0	1982
Sugarcane and Other Tropical Grasses as Renewable Energy Sources - Puerto Rico	Alex Alexander Ariel Lugo	DOE, Wash., D.C.	1467.0	1983

PROYECTO	DIRECTOR	AGENCIA	FONDOS	AÑO
CTEC Heat Exchanger of Palo Seco and Corrosion	Donald Sasscer	PROE	12.0	1981
Macrobiofouling of Palo Seco Sea Water Heat Exchangers	Thomas Morgan	Swan Wooster, Inc	21.0	1983
CTEC Ocean Bottom Slope Study	Donald Sasscer	PREPA, San Juan, P.R.	50.0	1983
Par Pond Summary Report for Savannah River Laboratory	Laurence J. Tilly	DOE (SRL) Washington, D.C.	55.0	1983
Impact of Electricity Prices upon Puerto Rican Population Puerto Rico	W. Ocasio, <u>et.al.</u>	DOE, Wash., D.C.	71.2	1983
Lake La Plata Restoration Studies- Puerto Rico	Laurence J. Tilly	EPA/EQB Wash., D.C., San Juan, P.R.	73.1	1983
Co-production of Tropical Legumes and Tropical Grasses as a Renewable Energy Source	Alex Alexander	USDA	73.0	1984
The Photoelectrochemical Kinetics Characterization of Hydrophilic Lipoholic, and Amphiphilic Perothiazine Dye Derivatives	Fernando Souto	DOE	170.0	1983
Low Energy Home Design for PR	J.A. Bonnet	SSEC	6.0	1983
Energy Integrated Farm Project Juana Diaz, Puerto Rico	Alex Alexander Donald Sasscer	DOE Washington, D.C.	680.0	1984
Mixing Zone Studies - Varios locales en Puerto Rico	J.M. López	PRASA	551.0	1984
Exp. Determination for Optimization of Biomass (Bagasse & Tropical Grasses) Burning in Central Electric Utility and Industrial Boiler	Modesto Iriarte	PREPA	15.0	1984

PROYECTO	DIRECTOR	AGENCIA	FONDOS	AÑO
Providing Services for Energy Programs & Projects		AID	12.0	1984
Energy Integrated Farm, Juana Díaz	Donald Sasser	DOE, Idaho Falls	135.0	1984
Un Sistema Solar para Calentar Agua de las Duchas de la Piscina del Rum	Angel M. López	RUM	15.0	1984
Proposal for a Centralized Data Gathering Network for Seismic, Meteorological	Modesto Iriarte	PROE, UPR	10.0	1984
Development of a Research Instrumentation Facility for the Western Region of P.R.	Fernando Souto	NSF	245.0	1984
Rain Forest Cycling and Transport Program - El Verde, Puerto Rico	Robert B. Waide Douglas Reagan Carol P. Zucca W.H. McDowell W.J. Pfeiffer	DOE, Wash., D.C.	1750.0	Cont.
UNICA Project (3rd. Phase)	Juan A. Bonnet, Jr.	AID	12.0	1983
Design of a Photovoltaic System for CEER Building	U. Ortabassi	DOF	100,000	1979
Solar Thermal System at Nestlé-Libby Plant	Angel M. López	DOE	35,000	1981
Process Steam Generation	Angel M. López	Roche Labs	50,000	1981
Shallow Solar Pond at SESO School	Angel M. López	DOE	8,000	1983
Asistencia a la Comisión de Energía de la República Dominicana	Angel M. López	Organización de Estados Americanos	10,000	1982

Listado de Fondos Externos  
Adiestramiento para Transferencia de Tecnología

PROYECTO	DIRECTOR	AGENCIA	FONDOS	AÑO
Workshop Man & Biosphere Tropical Forestry	Ariel Lugo	USDA	\$ 6.0	1982
Symposium on Plantation Forest in Hectropics	Ariel Lugo	MAB	12.0	1984
Summer Science Student Program	Juan A. Bonnet, Jr.	Private Sector	60.0	1982-84

### 3. POLITICAS Y MECANISMOS UTILIZADOS DEL CEEA PARA PROMOVER Y APOYAR LAS INVESTIGACIONES

A fin de fomentar la investigación están vigentes en el Centro las siguientes prácticas y políticas:

1. Se estimula a los científicos a asumir labor docente proveyéndole tiempo para la enseñanza, sujeto ello a que compensen al CEEA por ese tiempo.

2. Se facilita la gestión de fondos externos al haberse destacado una persona a revisar la literatura pertinente, mantener resúmenes al día, coordinar y escribir propuestas, y gestionar co-investigadores externos cuando ello es necesario para complementar nuestra capacidad técnica. Una vez obtenidos los fondos se provee sostén administrativo total para el manejo de los recursos.

3. Se facilita la preparación de publicaciones proveyendo apoyo secretarial, facilidades de imprenta, y en algunos casos, información de trasfondo sobre algunos tópicos y consejería y lectura de tesis.

4. Se dedican prácticamente todos los recursos del Centro, por la naturaleza propia de la institución, a la investigación.

5. Se evalúa periódicamente la labor de los investigadores. El Director, dos directores asociados y cinco directores de división evalúan anualmente la labor de los investigadores. Al efecto, hay un plan de promoción en vigor encaminado a premiar la excelencia.

Además, se celebran dos reuniones generales al año en las que científicos y consultores presentan sus trabajos para discusión. Hay también una evaluación institucional anual cuando el Comité Asesor Científico evalúa la labor del Centro.

## B. AREAS PROBLEMATICAS QUE ENTORPECEN EL DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION CIENTIFICA DEL CEEA

### 1. Introducción

El Centro para Estudios Energéticos y Ambientales es un recurso único de la Universidad de Puerto Rico a nivel de sistema. La misión del Centro es:

1. Servir de centro de estudios para la investigación y el desarrollo en las áreas de la energía y el ambiente.
2. Estudiar tecnologías para el desarrollo de alternativas energéticas económicamente viables dentro de un marco aceptable a la sociedad y al ambiente.
3. Llevar a cabo investigaciones ecológicas que ayuden al manejo eficiente de los recursos naturales en las regiones tropicales.
4. Servir de centro focal a la región del Caribe para la transferencia de tecnología en las áreas de la energía y el ambiente.

### 2. Origen, base legal y marco institucional

El Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico fue creado en 1976 como organismo sucesor del Centro Nuclear de Puerto Rico, establecido en 1957 bajo el Programa de Atomos de la Paz del Presidente Eisenhower y luego con el Departamento de Energía de los Estados Unidos. El CEEA fue operado por la Universidad de Puerto Rico como un laboratorio federal durante un período de transición de 5 años, subvencionado casi exclusivamente con fondos del DOE.

Conforme a los términos del acuerdo inicial, al cabo de este período de transición, el CEEA pasaría a formar parte integral de la UPR, la cual en adelante sufragaría con fondos institucionales y de otras fuentes

apropiadas los gastos de operación y funcionamiento del Centro. Consecuentemente, a partir del AF-1981-82 el Consejo de Educación Superior ha venido aprobando asignaciones incrementales de fondos para gastos de funcionamiento que en el AF-1983 ascendieron a la cantidad de 1.2 millones de dólares. En el AF-1984 y en el AF-1985 se han asignado cantidades iguales.

El contrato con el Departamento de Energía continúa en vigor hasta tanto se complete el proceso de decomiso del reactor nuclear de Mayaguez. Se suponía que esto ocurriera en el AF 1983 pero no fue así debido a que el gobierno federal no otorgó el contrato para llevar a cabo la labor de decomiso. De no haber más atrasos por parte del gobierno federal, se anticipa que se hará en el curso del año fiscal 1986 ya que recientemente el DOE extendió el contrato hasta diciembre de 1986. A partir de entonces terminará la relación contractual entre el DOE y la UPR y por consiguiente cesarán las asignaciones federales directas para gastos de funcionamiento del CEEA. Para el año fiscal 1984 estas asignaciones directas se habían reducido a \$450,000, lo que equivale al 13% del presupuesto total de \$3.3 millones.

En el marco institucional, la Certificación Núm. 149 (1979-80) del Consejo de Educación Superior aprobada el 16 de mayo de 1980 ratifica al CEEA como unidad autónoma del Sistema Universitario, y le autoriza para interactuar en esfuerzos competitivos y complementarios con las demás unidades de la Universidad y entidades privadas de Puerto Rico y el exterior.

La Ley 128 del 29 de junio de 1977 reconoce las funciones de investigación del CEEA en el campo de la energía. Además, la política energética de Puerto Rico según promulgada en boletín administrativo

3645 del 2 de julio de 1979 establece que el gobierno de Puerto Rico utilizará al máximo los recursos científicos del CEEA en los esfuerzos por solucionar los problemas relativos a la búsqueda y desarrollo de fuentes alternas de energía.

### 3. Estabilidad Institucional

Aunque la Certificación Núm. 149 del 1980 ratifica al CEEA como una unidad autónoma especial dentro del Sistema Universitario, su estabilidad económica e institucional continúa en precario. Estudios económicos realizados por el CEEA y endosados por el Comité Científico Asesor sobre asuntos del CEEA del Presidente de la Universidad de Puerto Rico indican que es indispensable mantener una base de fondos institucionales no menor de 1.6 millones de dólares anuales para sostener la institución sin menoscabo de sus programas de investigación científica. Estos estudios económicos se basan en la misión y responsabilidad del CEEA, el mantenimiento necesario de sus facilidades con un valor sobre 12 millones de dólares, y sus aspectos operacionales. Todos estos análisis indican que el presupuesto requerido para mantener esta institución es de 3.2 millones de dólares y que el 50% de este presupuesto debe provenir de fondos institucionales.

Aunque esta es la realidad presupuestaria, desde el 1982 la Universidad de Puerto Rico solamente ha asignado como fondos institucionales la suma de \$1.2 millones debido a la situación económica del Sistema Universitario.

Estas limitaciones presupuestarias han causado reducciones drásticas en los esfuerzos para mantener las actividades normales de operación y en el desarrollo de nuevos programas. También ha causado un aumento sustancial en los esfuerzos para obtener fondos externos en

una época donde el gobierno federal ha reducido sustancialmente los fondos asignados para investigaciones en el campo de la energía y el ambiente. Estos esfuerzos han resultado en suficientes proyectos científicos con fondos externos para continuar operaciones pero ello no provee para la estabilidad institucional a largo plazo. Para enfrentar esta situación, ha sido necesario reducir el personal e incrementar la productividad en muchas áreas. También ha sido necesario trasladar o cerrar temporariamente algunas de nuestras facilidades como el traslado de los laboratorios de Ecología Marina de Cornelia Hill en Cabo Rojo al edificio del Centro en Mayaguez.

Esta limitación presupuestaria se ha agravado debido a que no se han hecho otras asignaciones de fondos de la Universidad de Puerto Rico al CEEA para mejoras permanentes, compra de equipo de laboratorio, o para mantener el programa de salud y seguridad. Aunque se han solicitado estos fondos durante los últimos tres años, no han sido aprobados. El Departamento de Energía actualmente no sufraga la compra de equipo de laboratorio a menos que sea para proyectos específicos, ni tampoco aporta dinero para la conservación y mejoras permanentes.

#### 4. Estabilidad del Personal

El CEEA no tiene una escala salarial aprobada dentro del Sistema Universitario. Anteriormente, cuando el CEEA operaba con fondos del Departamento de Energía, existían unas escalas salariales que han sido sustituidas por unas temporeras que el CEEA ha adoptado pero que no han sido aprobadas oficialmente por el Consejo de Educación Superior. Esto ha evitado que en los últimos tres años se haya podido otorgar aumentos por mérito o ajustes en los salarios al personal de inves-

tigación. Es importante recordar que el personal del CEEA no tiene permanencia como la tiene otro personal de la Universidad de Puerto Rico. Ante esta realidad es necesario proveer salarios adecuados con un diferencial de sus labores con compensaciones adicionales. Aunque el proceso de evaluación del personal se lleva a cabo puntualmente todos los años, no ha sido posible compensar económicamente al personal que así lo merece en reconocimiento a sus logros y éxitos.

Esta situación ha causado un movimiento marcado de nuestros científicos, lo que incrementa los costos de reclutamiento de personal nuevo. Se recomienda que en los laboratorios de investigaciones como el CEEA no se haga mandatorio una permanencia pero sí que se viabilice el otorgar contratos de hasta tres años de duración en vez de tener que operar con contratos anuales. Esto redundaría en una mayor seguridad de empleo, aumentaría la productividad y disminuiría los costos administrativos. Esta es una práctica utilizada en laboratorios de investigación similares al nuestro en los Estados Unidos.

En adición a estos incentivos hacen falta más fondos para otorgar sabáticas y permitir viajar a los científicos para presentar sus trabajos e interactuar con el resto de la comunidad científica y erudita en los Estados Unidos y otros países. Esto es mucho más importante en el caso de Puerto Rico donde todavía no tenemos una masa crítica de científicos participando en la investigación.

Otra medida necesaria producto de la crítica situación económica ha sido el ceder mediante renta al Departamento de Salud, a la Junta de Calidad Ambiental, al Recinto de Ciencias Médicas y al Recinto Universitario de Mayaguez parte de nuestras facilidades.

## 5 Estructuras Administrativas

La flexibilidad administrativa que ha mantenido el CEEA durante sus 27 años de operación es indispensable para continuar efectivamente sus programas de investigación. Esto es reconocido por los científicos, la facultad de los recintos del Sistema Universitario, y el Comité Asesor de Científicos sobre asuntos del CEEA del Presidente de la UPR.

Para poder mantener esta autonomía administrativa el CEEA ha preparado una serie de procedimientos administrativos relativos a compras, viajes, personal, ascensos, retenciones y otros, los cuales siguen patrones de los procedimientos administrativos que existían en el contrato entre la Universidad de Puerto Rico y el Departamento Federal de Energía. Estos procedimientos han sido los que hasta ahora han mantenido vigoroso al CEEA.

## 6. Interacción con Otras Unidades del Sistema

Otro de los problemas que ha afrontado el CEEA en su funcionamiento es la ausencia de una interacción efectiva en investigación científica con miembros de la facultad de otras unidades del Sistema Universitario. Esta interacción ha sido una de las prioridades del CEEA y también recomendada por el Comité Asesor Científico sobre Asuntos del CEEA. Aunque ha habido varios proyectos en conjunto ha sido casi imposible el negociar nombramientos combinados para profesores del Sistema Universitario o para científicos del CEEA. En muchas ocasiones se ha llegado a acuerdos con jefes de departamento que al llegar a niveles administrativos de los recintos no son aprobados. Se argumenta que una de las razones principales es que el personal del CEEA no tiene permanencia y el personal científico del Sistema sí lo tiene. Esta es una situación que necesita resolverse para facilitar su implementación. Es

necesario establecer mecanismos para que personal del CEEA pueda ofrecer su vasta experiencia y conocimiento mediante la cátedra. Para esto se requiere crear y facilitar los medios para conseguir nombramientos combinados. Esto viabilizaría también una mayor participación de estudiantes graduados en proyectos de investigación del CEEA.

#### 7. Otras Recomendaciones

En el estudio reciente sobre el establecimiento de un Centro de Ciencia y Tecnología para Puerto Rico se indica que es necesario que la UPR fortalezca sus programas graduados y de investigación. El CEEA es un ejemplo exitoso donde se realizan proyectos de investigación dentro de la UPR. Este ejemplo puede servir de base para establecer unas estructuras administrativas y facilidades que faciliten la búsqueda y obtención de mayores fondos externos.

II. PERFIL DEL PERSONAL DE INVESTIGACION DEL CEEA

JUAN A. BONNET, JR., Ph.D. 1971, Universidad de Michigan; Ingeniería Nuclear; núm. de publicaciones en los últimos 5 años: 28; núm. de presentaciones en foros científicos en los últimos cinco años: 16, cantidad aproximada en fondos externos para investigación durante los últimos cinco años: \$609,375.

NIMIA E. IRIZARRY CANCEL: M.S., 1973; Universidad de Puerto Rico; Salud Radiológica; área de especialización que caracterice funciones graduadas e investigativas: seguridad de calidad; núm. de publicaciones en los últimos cinco años: 1; cantidad aproximada de fondos externos para investigación durante los últimos cinco años: \$55,000.

ANGEL CALDERON CRUZ: Ph.D. (cand.) 1974. Universidad de Georgetown, Relaciones Internacionales, núm. de publicaciones durante los últimos cinco años: 12; núm. de conferencias y presentaciones en los últimos 5 años: 10; cantidad aproximada de conferencias y presentaciones en los últimos 5 años: 10, cantidad aproximada de fondos externos para investigación en los últimos cinco años: \$50,000.

GEORGE T. PYTLINSKI: Publications in the last 5 years: 23; Presentations in the last 5 years: 28; Technical reports written in the last 5 years: 5; Reviewer for 4 scientific journals; External funds obtained in the last 5 years as principal or co-principal investigator: \$402,500; Collaboration with other units of UPR and several P.R. government agencies and private industries.

WALLACE C. KOEHLER: Ph.D, 1977, Universidad de Cornell; Relaciones Internacionales; núm. de publicaciones durante los últimos cinco años: 19.

ROBERT B. WAIDE: Ph.D. 1978, Universidad de Wisconsin; Zoología; núm. de publicaciones durante los últimos cinco años: 11; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 7.

WILLIAM H. MCDOWELL: Ph.D. , 1982, Universidad de Cornell, Limnología; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 6; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 3.

WILLIAM T. LAWRENCE, JR.: Ph.D., 1983, Universidades de San Diego y California; Ecología; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 14, núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 14.

LEBORAH J. LODGE: M.S., 1977, Universidad de Carolina del Norte; Patología de las Plantas; núm. de publicaciones durante los últimos cinco años: 1.

WILLIAM P. PFEIFFER: B.S. 1972, Universidad de Bowling Green, Biología; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 5; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 1.

ALLAN WAYNE STONER: Ph.D., 1979, Universidad de Florida; Ciencias Biológicas; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 17;

- núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 5.
- JOSE M. LOPEZ: Ph.D., 1976, Universidad de Texas; Química ambiental; núm. de publicaciones últimos 5 años: 6; núm. de presentaciones en foros científicos últimos cinco años: 4.
- JORGE R. GARCIA SAIS: M.S., 1981, Universidad de Puerto Rico; ciencias marinas; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 5.
- GARY P. OWEN: M.S., 1972, Universidad de California; Biología del Zooplacton; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 2; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos 5 años: 1.
- JOSE A. RAMIREZ BARBOT: M.S., 1979, Universidad de Puerto Rico; química marina; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 4; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos 5 años: 2.
- HILDA M. ROJAS: M.S., 1976, Universidad de Puerto Rico; ciencias marinas; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 2; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 2.
- LAWRENCE J. TILLY: Ph.D., 1965, Universidad de Iowa; Zoología/Ecología; Lugar donde obtuvo experiencia post. doctoral; DOE, Savannah River Laboratory, Aiken; áreas de especialización actual que caracterice funciones graduadas e investigativas; ciencias ambientales, ecología marina, supervisión y administración de investigación; horas semanales que dedica a la docencia e investigación: 50/50 hrs; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 13; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos 5 años: 45; cantidad aproximada de fondos externos para investigación durante los últimos cinco años: 5 millones.
- ROGER J. ZIMMERMAN: Ph.D., 1979, Universidad de Puerto Rico; ciencias marinas; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 9; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 3.
- THOMAS O. MORGAN: M.S., Universidad de Puerto Rico; ciencias marinas; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 9; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 3.
- JORGE CAPELLA: M.S. 1983, Universidad de Puerto Rico; ciencias marinas.
- ANGEL M. LOPEZ: Ph.D., 1976, Universidad de Massachusetts; Física; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 7; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 8.
- DONALD S. SASSCER: Ph.D., 1964, Universidad de Iowa; Ingeniería nuclear; área de especialización actual que caracterice funciones graduadas e investigativas: alternativas energéticas, biogas, conversión de energía oceanotérmica; núm. de horas semanales que dedica a la

docencia e investigación: 30 hrs; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 24; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos 5 años: más de 25; cantidad aproximada en fondos externos para investigación durante los últimos cinco años: 1,600,000.

LORRAINE ROMERO RAMSEY: M.S., 1984, Universidad de Puerto Rico; Química; área de especialización actual que caracterice sus funciones graduadas e investigativas: síntesis orgánica; horas semanales que dedica a la docencia e investigación: 30 hrs., núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 2; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos cinco años: 3.

MODESTO IRIARTE: Ph.D., 1958, Universidad de Michigan, Ingeniería nuclear;

JOSE E. HERNANDEZ BETANCOURT: M.S., 1972, Universidad de Puerto Rico; Ingeniería Eléctrica; núm. de publicaciones durante los últimos cinco años: 3.

JULIO C. MUÑIZ: B.S., 1946, Universidad de Puerto Rico; Ingeniería mecánica

JUAN V. GIANNONI: B.S. 1949; Universidad de Puerto Rico; Ingeniería Civil.

HENRY RAMOS: B.S.E.E. Universidad de Puerto Rico, 1946.

SALVADOR LUGO: MRP, 1970, Universidad de Harvard; Planificación regional; núm. de publicaciones durante los últimos 5 años: 3; núm. de presentaciones en foros científicos durante los últimos 5 años: 8; núm. de estudiantes de maestría y supervisados durante los últimos 5 años: 1; cantidad aproximada recibida en fondos externos para investigación en los últimos 5 años: \$60,000; Participación en varios proyectos colaborativos con otras unidades de la UPR y con instituciones educativas y agencias gubernamentales.

