INFORME FINAL

Mario Javier Ruiz González

La riqueza de los productos fitogenéticos y sus interacciones bióticas en la Provincia de El Oro

Ciencias de la Vida

Agricultura, Simbiosis y Biología Evolutiva

Universidad Técnica de Machala

14/04/2014 – 13/04/2015

Contenido

INTRODUCCIÓN 2
MARCO TEÓRICO 5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7
DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 9
JUSTIFICACIÓN 16
OBJETIVO GENERAL 19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
RESULTADOS OBTENIDOS 20
PAPER INDEXADO O ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO 20
1. CONTRIBUCIÓN AL PLAN DEL BUEN VIVIR 22
2. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS ALCANZADOS 23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 23
LIMITACIONES 43
BIBLIOGRAFÍA 45
ANEXOS 47

INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

INTRODUCCIÓN

El tema de mi propuesta aceptada de trabajo con la UTMACH es “La riqueza de los recursos fitogenéticos y sus interacciones bióticas en la Provincia de El Oro” y consta de tres partes principales, Investigación (70%), Docencia (20%) y Asesoría y Diseño de Programas de Postgrado (6%), así como Capacitación Científica en el área de mi especialidad y Relacionamiento estratégico con otras instituciones.

En **Investigación** (70%) planteé llevar a cabo un proyecto con el mismo título que la propuesta, “La riqueza de los recursos fitogenéticos y sus interacciones bióticas en la Provincia de El Oro”, con el propósito de cumplir con **5 objetivos** primarios:

1. Caracterizar la riqueza de los recursos fitogenéticos e la Provincia de El Oro
2. Identificar los factores o agentes bióticos que optimizan la productividad de los cultivos locales
3. Desarrollar un plan de acción futuro de mejora agronómica
4. Formación de personal especializado
5. Asentar las bases para evaluar procesos de adaptación local en especies de interés agronómico.

En **Docencia** (20%), el **objetivo** era impartir uno a dos cursos para estudiantes graduados (máster) relacionados con mi formación (*p.e.* Biología Evolutiva, Biología Molecular, Microbiología, Entomología, Diseño Experimental) tanto durante el primer semestre (10%) como durante el segundo semestre (10%). En **Asesoría y Diseño de Programas de Postgrado** (6%), el **objetivo** era compartir con la UTMACH y la Facultad de CC. Agropecuarias la experiencia obtenida a lo largo de mi carrera en instituciones de primer nivel (como el Trinity College University of Dublin en Irlanda o el Centro Superior de Investigaciones Científicas, máxima institución de investigación y ciencia en España) en la organización de Programas de Postgrado dentro de la calidad y excelencia académicas. En **Capacitación Científica en el Área pertinente de mi Especialidad** dirigida a profesores y

personal de la universidad (2%), mi **objetivo** era dirigir y supervisar aspirantes a Máster o de uno o dos doctores. Finalmente, en **Relacionamiento Estratégico** con otras Instituciones Nacionales o Internacionales (2%), mi **objetivo** era establecer relaciones entre otras instituciones y la UTMACH, con miras a reforzar la conectividad nacional entre academias y establecer colaboraciones científicas con instituciones internacionales para robustecer la formación especializada.

La **hipótesis** de trabajo para el proyecto de investigación es que la diversidad genética de las especies vegetales es altamente heterogénea, lo que a su vez incide en la calidad y cantidad de las interacciones que las plantas autóctonas establecen con otros organismos, ya sean patógenos o mutualistas y, por lo tanto, conocer dicha variabilidad genética y de interacciones es fundamental para poder desarrollar planes de acción futura, ya sean enfocados a la conservación de especies, a la mejora agronómica, o a establecer futuras políticas de prevención de enfermedades o, como por ejemplo, para paliar los efectos del cambio climático. Todo esto aplicado a la Provincia de El Oro, Ecuador. En cuanto a los otros aspectos de mi propuesta se basan en que el desarrollo y progreso de un país depende directamente de la calidad, ética y excelencia en la formación de sus profesionales, en el caso de mi propuesta, la de aquellos formados en la UTMACH, categoría D, por lo que la asesoría en la aplicación de buenas prácticas científicas y docentes, la formación de profesionales bajo estándares de excelencia científica y académica, y la posibilidad de establecer relaciones holistas con otras instituciones nacionales o internacionales para futuras colaboraciones o intercambios. Mi propuesta está, pues, plenamente justificada en el contexto Ecuatoriano tanto legal como científicamente. Así, tanto la propuesta como el desarrollo posterior de las actividades que se llevaron a cabo, está enmarcada no sólo en el Plan Nacional para el Buen Vivir sino por ejemplo y principalmente en los siguientes artículos: 1) Constitución de la República de Ecuador, art. 3, 9, 12, 13, 281, 318, 350, 351, 385 - 388, 400 y 409 - 412; 2) Ley Orgánica de Educación Superior, art. 2, 8, 13, 93, 94, 160 y 165; 3) Estatuto de la UTMACH aprobado por el CES, art. 6 y 7; y 4) mi Contrato Prometeo, puntos 18 y 19.

En el área de Investigación, frente a la carencia absoluta de un laboratorio de Biología Molecular o del equipamiento y reactivos mínimos para llevar a cabo mi proyecto, comencé por organizar la compra de dichos materiales, aunque a día de hoy sólo ha llegado parte del

equipamiento. Estas circunstancias han impedido que pudieran cumplirse los objetivos 1, 2 y 5 del proyecto. Sin embargo, aunque no se haya podido llevar a cabo el proyecto original, lo primero que hice fue comenzar a identificar aquellos recursos con mayor potencial e interés de la región tanto para los productores como para los científicos. Así, delimité mi trabajo a los siguientes recursos: cacao, fréjol, café y una especie del Bosque Seco del Suroeste Ecuatoriano. La exploración de la provincia y sus recursos junto con el Ing. E. Jadán permitió identificar ciertos problemas que deben solucionarse para poder desarrollar un plan de mejora agronómica en la región (objetivo 3), como es el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos. Así mismo, la falta de laboratorios equipados para desarrollar determinados proyectos en la UTMACH fue determinante para que emergiera la sinergia entre nueve investigadores Prometeo y desarrolláramos una propuesta integradora y compleja de programa de investigación denominado "Programa de Resiliencia frente al Cambio Climático – PRfC2" con la intención de obtener recursos y crear y robustecer líneas de investigación en la UTMACH y las otras instituciones nacionales involucradas. Como consecuencia de los dos puntos anteriores se establecieron interacciones y se consiguió el apoyo de instituciones como los GADs de El Oro, el MAE, el MAGAP o el Consejo Sectorial Nacional. Las distintas líneas de trabajo desarrolladas son las siguientes: 1) heterogeneidad del cacao en la provincia; 2) heterogeneidad del fréjol de la parte alta; 3) diversidad de artrópodos asociada a plantaciones de banano y cacao; 4) metabolitos secundarios y función alelopática de una especie del Bosque Seco; 5) Implementación tecnológica para el aprovechamiento de los recursos hídricos en la Provincia de El Oro; 6) Propuesta del Programa de Investigación de Resiliencia frente al Cambio Climático; y 7) finalmente, iniciamos un posible proyecto de biorremediación de aguas de relave producidas por la actividad minera con la colaboración de una empresa privada.

En el área de docencia sólo se me *alistó* como docente durante el primer semestre para impartir la asignatura de "Diseño Experimental". Como resultado más destacable, conseguí dirigir tres trabajos dentro de la asignatura con calidad suficiente para ser presentados como poster a un congreso internacional (VII Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura). El segundo semestre ayudé a un docente a organizar la asignatura de "Entomología general" que impartimos conjuntamente. Tampoco se ha dado la

oportunidad para impartir cursos de posgrado tal y como tenía descrito en los objetivos de mi matriz. En el área de capacitación, estoy codirigiendo la tesis doctoral de la Ing. Leonor Ribera, "Impacto Microbiológico de los Efluentes Urbanos y Naturales en la Emergencia, Selección y Dinámica Evolutiva de Patógenos de *Litopenaeus vannamei* Boone". También supervisé el trabajo "Riqueza Genética de los Cultivos Autóctonos del Ecuador – Caracterización, Conservación e Interfase Agro-Ecológica" de la estudiante Ivanna Gabriela Tuz Guncay que llegó a la final de los Galardones Nacionales 2014. He podido establecer relacionamiento estratégico con grupos de investigación de la UTPL, con los que el jefe de Planificación de la UTMACH se entrevistó, con posible opción a establecer un convenio o colaboraciones científicas. Así mismo, he establecido relaciones con el Consejo Sectorial Nacional, el GAD PEO, e instituciones extranjeras interesadas en llevar a cabo colaboraciones con universidades ecuatorianas, pero no se ha dado la oportunidad de firmar ningún convenio.

MARCO TEÓRICO

CALIDAD (R.A.E.):
1. f. Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.
2. f. Buena calidad, superioridad o excelencia.

CONSERVACIÓN *IN SITU*:
1. Conservación de ecosistemas y hábitats naturales, así como la recuperación y mantenimiento de poblaciones viables de especies en su medio natural y, en el caso de especies de planta domesticadas o cultivadas, en el medio en donde han desarrollado sus propiedades distintivas.

ÉTICA (R.A.E.):
5. f. Conjunto de normas morales que rigen la conducta humana. Ética profesional

[*] Cuando hablo de ética hablo de seguir un código estándar de ética profesional, que en una institución de carácter académico suele incluir, entre otros: la **excelencia académica** para garantizar una educación de calidad con pertinencia social, y propender al prestigio institucional; El **aprendizaje, la investigación y la difusión del pensamiento** en un ambiente de ética, pluralismo ideológico y diversidad cultural; El **trabajo interdisciplinario**,

en equipo, con espíritu solidario, responsabilidad, eficiencia y profesionalismo; La **protección de los recursos institucionales**; El **bienestar institucional**; El **cuidado del medio ambiente**.

** Así mismo, entre los valores éticos que se consideran en el ámbito de la ética académica encontramos: Responsabilidad, Equidad, Tolerancia, Transparencia, Respeto, Lealtad (a la educación y excelencia académica, no necesariamente a las personas), Honestidad, Imparcialidad, Perseverancia, Prudencia, Buena fé y Dignidad.

EXCELENCIA (R.A.E.):
1. f. Superior calidad o bondad que hace digno de singular aprecio y estimación algo.

* Por excelencia científica me refiero a todo comportamiento que conduzca a que la institución adquiera la ventaja de convertirse en pionera en investigación además del potencial inherente a emplear dicha investigación de forma innovadora. Citaré a Aaron Klug, Presidente de la Royal Society (UK) y cuyas palabras se aplican no solo a un país sino a cualquier institución: "*existe un principio común independientemente de la riqueza de un país: la excelencia es central para continuar el desarrollo*".

MATERIAL GENÉTICO:

1. Cualquier material de origen biológico, incluyendo material reproductivo o de propagación vegetativa, conteniendo unidades funcionales de herencia.

MORFOMETRÍA:

1. Estudio de la covariación de la forma con factores subyacentes.

RECURSOS FITOGENÉTICOS, RRFF (FAO 2009):

1. Cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura.

VARIEDAD:

1. Grupo de plantas dentro de un determinado taxón botánico del rango taxonómico más bajo conocido y que se define por la expresión reproducible de sus características distintivas morfológicas y/o genéticas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para potenciar el desarrollo endógeno de la Provincia del Oro, aumentar su competitividad y ampliar las oportunidades en los mercados internos y externos es absolutamente fundamental conocer a fondo los recursos agropecuarios locales. Es decir, no basta con conocer las distintas especies cultivables, sino que es crítico adquirir un conocimiento profundo, realista y racional de la diversidad genética de las especies y variedades locales de interés agronómico y de aquellas especies con las que interactúan simbióticamente (patógenos y mutualistas). Caracterizar dicha diversidad genética pone a disposición del científico las bases para incrementar el rendimiento y la productividad de los cultivos así como para minimizar pérdidas económicas (p.e. control de plagas, sequía). Además, la integración de los campos de la Agricultura y la Ecología mediante la aplicación de técnicas de biología molecular es el primer paso para el desarrollo de una agricultura sostenible que es uno de los objetivos estratégicos en las agendas internacionales (FAO, 2013).

La provincia de El Oro tiene un gran potencial agronómico, con más del 80% de su suelo destinado a fines agrícolas o forestales. Esto indica que el estudio del potencial genético en esta zona es una actuación importante para gestionar los recursos y optimizar el rendimiento de los cultivos. El estudio y caracterización de las variedades locales endémicas puede desvelar variantes genéticas con adaptaciones locales a condiciones particulares en microclimas que podrían ser cultivadas en otras zonas con condiciones semejantes. Sin embargo, la identificación de cultivares con más rendimiento que otros a nivel local puede deberse tanto a la adaptación de estos cultivos como a la presencia de organismos mutualistas. La identificación y efecto de estos organismos mutualistas en distintos cultivares puede ser tan importante o más para la mejora del rendimiento de los cultivos como la caracterización de las variedades. En efecto, las relaciones que un organismo establece con otras especies son muy diversas y, entre las interacciones beneficiosas de importancia para la agricultura o

la biotecnología están las que establecen con polinizadores, (insectos, p.e. Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, o animales, p.e. colibrí), con hongos (micorrizas), bacterias (fijación de nitrógeno) o incluso virus (resistencia a la sequía; Roossink 2011). Además, las interacciones biológicas pueden contribuir a generar un mosaico de plantas adaptadas localmente a distintos factores abióticos y bióticos (Kalske et al. 2012). Ejemplos del interés creciente en utilizar microorganismos en Agricultura son los estudios realizados en África y Ecuador sobre el efecto de la inoculación de micorrizas en plantones de banano y plátano (Jefwa et al. 2010; Tufiño et al. 2011). Además, el uso de microorganismos micorrizantes (p.e. *Rhizobium*, *Glomus*) se está generalizando en la agricultura a nivel global, dado que aumentan la absorción de agua y nutrientes o incluso aumentan la resistencia de la planta frente al estrés abiótico (sequía) y biótico (patógenos) (Ruiz-Lozano et al, 1995) con un bajo coste medioambiental y su uso se está comercializando (p.e. HUXTABLE® MICORRIZA, Ecuador). El uso de bacterias rhizobiales para inocular semillas es una práctica defendida por la FAO en áreas con baja productividad (Khonje 2013) aunque es importante identificar cepas de alta calidad que puedan funcionar en distintos suelos (Lesuer et al 2012).

Además, la región tiene un potencial agronómico, ecológico y evolutivo que se ha visto ignorado por la atención prestada a los cultivos económicamente más relevantes (banano, cacao y café). Por una parte, las unidades familiares de productores indígenas que aplican conocimientos ancestrales en el uso de la tierra y los recursos fitogenéticos suponen un reservorio potencial de diversidad agronómica escasamente estudiado. Cambios en su estructura social (emigración, modernización, nuevas variedades comerciales) puede conllevar a la pérdida de la diversidad fitogenética que atesoran desde siglos (Soleri & Cleveland 1993). Por otra parte, el Bosque Seco puede suponer un reservorio de innovaciones metabólicas y farmacológicas cuyo potencial apenas se está empezando a descubrir (Machado et al. 2013) tras la pérdida de los conocimientos ancestrales junto con los nativos originarios de la zona. Conocer y caracterizar este potencial es fundamental no

sólo para conocer la diversidad sino por su impacto en el desarrollo endógeno y la salud humana (Wilson 1988).

Evidentemente, la problemática aquí planteada no sólo nos afecta a los científicos (becario Prometeo), la UTMACH y a la SENSCYT, sino que involucra a muchos más actores a nivel local (campesinos, GAD de los municipios), provincial (GAD PEO, Consejo Sectorial Provincial), nacional (MAGAP, MAE, Consejo Sectorial Nacional) e internacional (p.e., FAO).

Dado que uno de los objetivos es asentar las bases o incluso preparar un plan de mejora agronómica, la pregunta principal se centra en identificar cuáles son los problemas fundamentales que frenan o afectan negativamente al cambio de la matriz productiva de la provincia. Ya hemos visto arriba que la falta de información biológica sobre la variabilidad genética es uno dichos problemas, ya que desconocemos el potencial de los cultivos o de las especies autóctonas. Sin embargo, otro problema grave es el agua. El período seca afecta principalmente a toda la parte alta de la región, manteniendo a los productores primarios en condiciones de pobreza durante al menos la mitad del año en la que no pueden cultivar. Por supuesto, esta situación afecta al desarrollo regional. Además, estos pueblos carecen de la formación para procesar o reciclar sus desechos. Otro problema afecta a la provincia, tanto a nivel ecológico como para la salud humana: la contaminación. La principal causa son las aguas de relave producto de la actividad minera, aguas cargadas de cianuro o metales pesados que entran en los ciclos hidrogeológicos y que no sólo afectan a plantas y animales sino también al ser humano, además de los efectos sumatorios en combinación con el cambio climático como es la producción de CO_2 o la demanda energética (Nuss & Eckelman).

DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Mi proyecto se ha realizado en la zona 7 de Ecuador, principalmente en la provincia de El Oro. Los sitios de muestreo dependen de la actividad, así, he muestreado fréjoles por toda

la provincia de El Oro, pero también en mercados de Loja y Cuenca.; la diversidad de cacao, las especies de Bosque Seco y de artrópodos las he estudiado en la provincia de El Oro; la exploración de los impactos mineros la llevé a cabo tanto en Portobelo como en el cantón Camilo Ponce Enríquez; el plan de mejora agronómica basado en un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos (ya que no se ha podido hacer en base a la diversidad fitogenética) se ha aplicado en la parte alta de la provincia de El Oro, cantón Zaruma; para desarrollar la propuesta del Programa de Investigación de Resiliencia frente al Cambio Climático he contactado y trabajado con instituciones nacionales de Guayaquil, Loja, Machala, Manabi, Cotopaxi, Quevedo y Quito, ya que el programa pretende establecer un marco de cooperación interregional, interinstitucional, e internacional. Algunos análisis sólo han sido posibles a través de la cooperación con una universidad extranjera (Universidad de Almería, España).

La participación de distintos sujetos o actores en la realización de mi propuesta de trabajo es compleja, en parte por la situación académica en la que se pretendía desarrollar el trabajo y la evolución de las iniciativas científicas finalmente desarrolladas y en parte porque algunos sujetos han jugado un papel negativo que ha perjudicado mis avances. Así, a continuación describo someramente las actividades alternativas desarrolladas en lugar de mi propuesta aprobada inicial, y que tenían por objeto desarrollar al menos uno de los dos objetivos especificados en mi contrato con la SENESCYT, el desarrollo de un plan futuro de mejora agronómica, así como la formación y educación de estudiantes y colaboradores no doctores bajo los más altos estándares de calidad, ética, equidad y excelencia académicas.

LABORES ACADÉMICAS, INICIATIVAS Y ACTIVIDADES CIENTÍFICAS:

1. **Organizar la adquisición de equipamiento y reactivos para montar un laboratorio de Biología Molecular**. Dado que cuando me incorporé en la UTMACH no existía (ni aún existe) un laboratorio funcional de Biología Molecular, el hecho de haber negociado la compra e instalación de dos laboratorios de Biología Molecular con anterioridad me inclinó a facilitar dicha labor a la universidad. Así, primero evalué las instalaciones y el equipamiento existente en la Facultad de CC Agropecuarias (FCA); luego, contacté entre abril y mayo de 2014 con varias empresas y representantes de Ecuador (p.e, Alfaquímica,

Espectrocrom, Disprodent,º Purifluidos y Labomersa) para obtener dicho laboratorio en las mejores condiciones de calidad y economía.

2. **Docencia**. Cuando me incorporé en la UTMACH la FCA me incluyó como docente de un curso de pregrado ya que descubrí que la universidad, al estar en categoría D, no podía ofertar cursos de postgrado. Negocié para que fuera una asignatura afín a mi formación, Diseño Experimental. Impartí dicha asignatura en las carreras de Ingeniería en Acuacultura y Economía Agropecuaría, durante el primer semestre (mayo a septiembre de 2014). En el segundo semestre la FCA no quiso incluir Becarios Prometeo como docentes, pero fui invitado a organizar, compartir e impartir la cátedra de Entomología General, así como las de Bioquímica y Fitomejoramiento.

3. **Asesoría de tesis de grado**. Ayudé a diseñar los trabajos de investigación de los siguientes estudiantes: Juan Armijos Encalada, Ivanna Gabriela Tuz Guncay, Karen Montesinos, Edison Stalin Cajamarca, Stalin Armijos, Arturo Quezada y Christian Fabián Chérrez Ordóñez. Desgraciadamente, no se ha podido hacer un seguimiento de sus progresos porque nunca quisieron formalizar sus trabajos o no regresaron para continuar con su dirección.

4. **Supervisión proyecto para Galardones Nacionales 2014**. Dirigí a la estudiante Ivanna Gabriela Tuz Guncay el proyecto de investigación titulado proyecto “Riqueza genética de los cultivos autóctonos de Ecuador: caracterización, conservación e interfase agro-ecológica”. La idea de dicho proyecto fue originalmente propuesta por el Ing. J. Quevedo, mi entonces contraparte técnica, pensando en presentarlo a dicho evento científico. Como carecía de los requisitos para ser tutor, me pidió que fuera yo el supervisor del proyecto y tutor de la estudiante. Mi intervención supuso que el proyecto sufriera drásticas modificaciones, pero siempre trabajadas en equipo. Durante tres meses solapo el esfuerzo de muestreo de mi proyecto Prometeo con la propuesta de la estudiante para conseguir un beneficio mutuo. Desde el principio quedó clara la participación y coautoría de los *papers* indexados que pudieran resultar de los trabajos, práctica habitual para incentivar a los estudiantes, mejorar sus currícula y formarlos en las buenas prácticas científicas.

5. **Comité Editorial de la UTMACH**. La UTMACH me incluye como miembro del denominado Comité Editorial supervisado o encabezado por Dra. Elmina Rivadeneira,

directora de investigación de la universidad. En dicho Comité trabajo desde mayo para la activación de una revista propia de la universidad, así como en la revisión de proyectos de investigación presentados en la convocatoria intrainstitucional de 2013. Participo en la elaboración de la normativa editorial, en la generación de perfiles de excelencia para formar el comité editorial (este último es el comité de editores de la revista) y también generamos un informe sobre el estado de la Revista Cumbres, que era la revista de la Universidad hasta que se paralizó su edición.

6. **Co-dirección de Tesis doctoral**. La docente Ing. Leonor Rivera Intriago me solicitó que revisara, organizara y supervisara la tesis doctoral que está realizando en la Universidad de San Marcos, Lima (Perú). Desde Mayo se formalizó mi co-dirección en dicha universidad.

7. **Asesorías Públicas**. A través de los contactos establecidos con distintas instituciones para avanzar en determinados puntos del proyecto o para conseguir financiación, distintas instituciones han requerido mi presencia para escuchar o incluso llevar a cabo mis consejos, ya sea solo, junto con otros Becarios Prometeo o con el Ing. Eudaldo Jadán. La principal asesoría ha sido sobre el manejo sustentable de sistemas agroecológicos como resiliencia frente al cambio climático.

8. **Programa de Resiliencia frente al Cambio Climático**. Preparación de un programa de investigación para la Convocatoria Abierta de Proyectos y Programas de la SENESCYT. Consta de 88 investigadores, 14 de los cuales son o han sido becarios Prometeo de la SENESCYT, 28 son docentes de la UTMACH, 16 de la UTEQ y 6 de la UTPL entre otros. También participan investigadores de la Universidad Nacional de Loja, la Universidad de Cuyo, la Universidad de Tucumán (Argentina), la Universidad Autónoma de Nuevo León (México), Universidad Central Marta Abreu de las Villas y el INICA (Cuba), la Universidad Estadual de Ceará (Brasil), la University of Edimburgh y el Royal Holloway University of London (UK), la Cornell University (USA), las Universidades de Almería, Granada, Ciego de Ávila, Murcia y Zaragoza (España) y la CNRS (Francia). Además, como actores colaboradores y participantes se encuentran el INSPI, GAD PLos Ríos, GAD PEO, GAD Zaruma, el Consejo Sectorial Nacional, la SENESCYT, el MAGAP y el departamento de Política Territorial e Interior del Gobierno de Aragón (España).

9. **Programa FCA de Resiliencia de El Oro frente al Cambio Climático (PFCAROfC2)**. Con la intención de establecer líneas duraderas y productivas de investigación que pudieran quedar en la UTMACH tras nuestra marcha como investigadores Prometeo, varios Becarios Prometeo organizamos un programa de investigación (Fernando Mestre-Sanchís, Mario Ruiz González, María José Sánchez-Muros, Said Amer) junto con 16 investigadores de la Facultad de CC Agropecuarias de la UTMACH. El programa constaba de 8 proyectos de investigación y fue presentado el 31 de Julio al Fondo Competitivo de Programas y Proyectos 2014 de la UTMACH. Los proyectos pretendían estudiar la variabilidad de los recursos fitogenéticos de El Oro, la epidemiología molecular de enfermedades del ganado, la micropropagación de plantas para su uso en farmacología, la determinación de metales pesados en recursos hídricos, levantamiento de información agrológica de suelos y evolución y dinámica de patógenos del camarón. Con estos proyectos, además de conseguir financiación para equipar laboratorios y fundar líneas estables de investigación también se pretendía robustecer a la UTMACH formando MSc o PhDs en colaboración con otras instituciones. Se empleó un mes en organizar a los docentes y preparar los proyectos. Entre los actores participantes se consiguió el apoyo del GAD PEO, el Consejo Sectorial Provincial, el INIGEMM, Agrocalidad – MAGAP, la Universidad Nacional de Loja y el CINFA.

10. **Proyecto Recursos fitogenéticos de El Oro: variabilidad, interacciones bióticas y aplicaciones potenciales**. Este proyecto, junto con los Ing. Eudaldo Jadán y José Nicasio Quevedo Guerrero fue presentado el 31 de Julio al Fondo Competitivo de Programas y Proyectos 2014 de la UTMACH. El proyecto, además de contribuir económicamente a equipar el laboratorio de Biología Molecular que no existe en la UTMACH y sin el que no puedo llevar a cabo mi proyecto Prometeo, también tenía el objeto de formar a uno de los docentes como PhD, en colaboración con otras instituciones y robustecer una línea de trabajo en la que históricamente se viene trabajando desde los años 80 en la FCA, la de los recursos fitogenéticos. Invertí el mes de julio en preparar la propuesta con ayuda de los docentes. Conseguimos el apoyo del GAD PEO y el Consejo Sectorial Provincial.

11. **Proyecto Dinámica poblacional de patógenos bacterianos de *L. vannamei*: emergencia, evolución, nutrición y fitofármacos**. Junto con la Becaria Prometeo María José Sánchez-Muros, la Dra Lita Sorroza y la Ing. Leonor Rivera preparamos un proyecto de

investigación que presentamos el 31 de Julio al Fondo Competitivo de Programas y Proyectos 2014 de la UTMACH. Con este programa pretendíamos establecer dos líneas de investigación en Ecología de microorganismos y en nuevas formulaciones nutricionales y farmacológicas para camarones, contribuir al equipamiento del laboratorio de Biología Molecular del que carece la UTMACH y sin el que no he podido llevar a cabo mi proyecto Prometeo original. Además, estaba programado en el proyecto la formación de tres estudiantes de grado Conseguimos el apoyo del GAD PEO y el INIGEMM.

12. **Variabilidad del Cacao de la Provincia de El Oro**. Desde Mayo se ha estudiado la diversidad de los cacaos de aroma junto con el Ing. Eudaldo Jadán. Se han realizado catas organolépticas, reuniones con productores, evaluación de los marcadores morfométricos tradicionales y estudiado la composición nutricional gracias a una colaboración internacional con la Universidad de Almería (España). No ha podido realizarse el análisis genético por falta de laboratorio ni de financiación por parte de la UTMACH para contratar un servicio externo.

13. **Variabilidad del Fréjol de la Parte Alta de la Provincia de El Oro**. Al principio con el Ing. José Quevedo, pero luego exclusivamente con el Ing. Eudaldo Jadán después de que el comportamiento carente de ética académica del Ing. Quevedo hiciera perder meses de muestreo, recursos económicos e incluso conflictos internos y externos, llevamos a cabo el muestreo de variedades. El Ing. Franklin Alba ha colaborado con datos y sugerencias. Ya que no se ha podido realizar el análisis genético, el material fitogenético se mantiene en frascos.

14. **Implementación de Recursos Hídricos**. Con el Ing. Eudaldo Jadán hemos modificado sistemas de riego con gran capacidad de ahorro hídrico como medida para aumentar la resiliencia frente al cambio climático y aumentar el desarrollo endógeno de la provincia. Como actores fundamentales en este proyecto está el GAD Zaruma, el GAD PEO, El Consejo Sectorial Nacional, el MAGAP y los productores primarios.

15. **Potencial alelopático de especies del Bosque Seco**. Con el Ing. Eudaldo Jadán identificamos especies cuyo estudio pudiera ser justificado no sólo a nivel ecológico sino también farmacológico. En este trabajo colaboramos con la Prometeo Haydelba D'Armas y la Ing. Carmita Jaramillo del departamento de Química de la UTMACH y con la UTPL. Se

han llevado a cabo experimentos para estudiar la interacción biótica entre plantas y la determinación del potencial toxicológico.

16. **Poblaciones de artrópodos asociadas con cultivos de banano y cacao**. Con el Ing. Eudaldo Jadán y la colaboración de estudiantes de la asignatura de Entomología General llevé a cabo un muestreo masivo de artrópodos presentes en bananeras y cacaotales de la Provincia de El Oro. El muestreo se terminó en Febrero de 2015. En colaboración con la UTPL se determinará tanto la entomofauna presente como se analizarán las posibles diferencias.

17. **Efecto del Cianuro en la supervivencia de *Pseudocurimata patiae***. Supervisión del trabajo del estudiante Richard Escobedo durante el semestre mayo a septiembre de 2014. Preparación del trabajo para el congreso VII FIRMA junto con la Prometeo María José Sánchez-Muros y los docentes Dra. L. Sorroza y L. Rivera.

18. **Utilización del yodo como método de desinfección de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)**. Supervisión del trabajo del estudiante David Montenegro durante el semestre mayo a septiembre de 2014. Preparación del trabajo para el congreso VII FIRMA junto con la Prometeo María José Sánchez-Muros y los docentes Dra. L. Sorroza y L. Rivera.

19. **Efectos tóxicos del metabisulfito de sodio en especies del sector El Coco, Machala (Ecuador)**. Supervisión del trabajo del estudiante Álvaro Niola durante el semestre mayo a septiembre de 2014. Preparación del trabajo para el congreso VII FIRMA junto con la Prometeo María José Sánchez-Muros y los docentes Dra. L. Sorroza y L. Rivera.

20. **Biorremediación de relaves**. Con la colaboración del Ing. Eudaldo Jadán, el Dr. Colón Velásquez, la Prometeo Liliana Cantini, la Ing. Leonor Rivera y la sociedad minera SOMILOR S.A. hemos diseñado un proyecto para estudiar el efecto biorremediador de microorganismos.

21. **Evolución de las variedades de Café y la Roya**. Con la colaboración del Ing. Eudaldo Jadán, el Dr. Pablo Acosta de la UTPL, la Ing. J. Rojas de la UTPL, el Prometeo Fernando Mestre-Sanchís y el GAD Zaruma, hemos diseñado un proyecto de investigación para poder

caracterizar genéticamente las variedades ancestrales de café y los haplotipos de su patógeno, el hongo *Mycosphaerella sp*.

JUSTIFICACIÓN

LABORES ACADÉMICAS, INICIATIVAS Y ACTIVIDADES CIENTÍFICAS:

1. **Organizar la adquisición de equipamiento y reactivos para montar un laboratorio de Biología Molecular**.

Una universidad en la que haya departamentos que estudien recursos agrícolas, naturales, microbiológicos o sanitarios y que quiere ser competitiva debe disponer de, al menos, un laboratorio de Biología Molecular. Además, y posiblemente sea la parte más importante, de haber adquirido el equipamiento en su debido momento habría podido enseñar y formar a investigadores en el uso y mantenimiento de dicho equipamiento. Es decir, más importante que el equipamiento es la presencia permanente de personal competente que sepa utilizar y mantener dicho equipo. Dada mi experiencia habiendo equipado dos laboratorios de biología molecular en el pasado, he considerado importante ayudar a la UTMACH a adquirir material de calidad para organizar el mencionado laboratorio y formar a personal especializado en su correcto uso y mantenimiento.

2. **Docencia**, **Asesoría, Supervisión y Codirección**

Los alumnos muestran profundas carencias en su formación y hay que identificar las causas así como buscar soluciones efectivas. La formación y experiencia del docente es importante que se corresponda con la asignatura que imparta y debe exigirse el cumplimiento de parámetros que cuantifiquen la calidad y la excelencia de la enseñanza. Entre los beneficios futuros podemos identificar que una educación estricta, rigurosa, completa y de calidad redunda en la formación de profesionales que serán más valorados socialmente. Por el contrario, profesionales pobremente, mal formados o deformados (p.e. carente de ética académica) son evitados a la hora de contratarlos. Además, como experto con mayor formación y experiencia que la mayoría del personal docente o investigador de la UTMACH,

es mi obligación hacer todo lo posible por informar, enseñar, educar, formar, y dirigir tanto a estudiantes como profesionales con el único objetivo de impulsar los procesos de mejoramiento de la calidad de la educación superior e impulsar la investigación y el desarrollo científico técnico en la UTMACH, siguiendo las indicaciones de la Constitución de la República del Ecuador, la LOES y el Plan Nacional de Desarrollo.

3. **Asesorías Públicas**.

En la región uno de los grandes problemas es el agua. Principalmente, su falta durante la época seca afecta drásticamente a las comunidades de productores de la parte alta de la Provincia, frenando su desarrollo económico. Tal y como nos indica la LOES (art. 165) es obligación de las instituciones el articularse con los parámetros indicados en el Plan Nacional de Desarrollo. Así, compartir nuestra experiencia con las instituciones públicas es una obligación que cumplimos gustosamente con la esperanza de ver en un período razonable de tiempo el desarrollo endógeno de aquellas comunidades con las que hemos trabajado, o el ahorro de agua en la provincia.

4. **Programas y proyectos de investigación**

Preparar, concursar y obtener financiación para llevar a cabo los proyectos arriba descritos es una de las actividades más importantes que lleva a cabo un científico y no sólo es una actividad exigida por el Plan Nacional para el Buen Vivir sino que es altamente beneficioso para las instituciones involucradas por los avances científicos o la publicación de artículos. Además, en nuestro caso, el alcance del proyecto es integrar los resultados con la sociedad, al identificar problemas epidemiológicos que causan problemas de salud pública y económicos a la sociedad Ecuatoriana, al integrar ecología y desarrollo sustentable, al formar profesionales y al mejorar las condiciones de los productores primarios menos favorecidos.

5. **Variabilidad genética en la Provincia de El Oro**.

La problemática se centra en el desconocimiento del productor al favorecer cultivos monovarietales extinguiendo la variabilidad ancestral, ya sea como estrategia para combatir plagas (banano, cacao, café) o como imposición del mercado, del científico que no conoce el

potencial que dichas plantas encierran y del político que no puede aplicar planes robustos para el desarrollo endógeno. Conocer la variabilidad y su potencial de adaptación a distintas condiciones climáticas o bióticas es importante para una gestión sustentable no sólo a nivel de la provincia sino de todo el país. Muy a menudo en la provincia, las plagas son tratadas por los medios más agresivos con pesticidas, que afectan a cultivos y no cultivos, incluyendo zonas residenciales. La variabilidad morfológica no siempre es un indicativo fiable de la variabilidad y potencial genéticos, pero la combinación de morfología, genética, interacciones biológicas y, en el caso de productos agrícolas su valor nutricional, es una poderosa aproximación para comprender la distribución y composición de la heterogeneidad biológica y ecológica. Esto es fundamental como base para desarrollar un plan de mejora agronómica basado en la selección de cultivos por sus afinidades climáticas y bióticas.

6. **Optimización de Recursos Hídricos, Calidad del Agua y Biorremediación**

El agua es el recurso más preciado que tenemos pero en esta provincia se llevan a cabo actividades que generan un gran impacto sobre la calidad del agua: la industria camaronera y la minería. En la primera, es habitual el uso de antibióticos para evitar la aparición de enfermedades o de substancias conservantes para mantener a los animales con apariencia fresca, como es el metabisulfito de sodio. En la segunda, la contaminación agua con cianuro o metales pesados. Con el objetivo de combinar educación, introducción a la investigación científica y ahondar en el conocimiento de estos problemas, supervisé el trabajo de tres estudiantes, dos de ellos pioneros en Ecuador al estudiar el impacto ambiental del cianuro en peces y del metabisulfito en camarones y especies del estero.

La accesibilidad al agua es un problema muy grande en la parte alta, donde hay agricultores que deben caminar 6 horas al día para poder tener una hora de agua con la que regar y, aun así, en la temporada seca el agua se vuelve tan escasa que ya no pueden sembrar. Las iniciativas que se están llevando a cabo son buenas, tales como el plan FORECSA, pero podría obtenerse un gran ahorro del agua y permitir que los agricultores puedan producir más con la implementación tecnológica que hemos llevado a cabo y que es adecuada para los pequeños productores. De hecho ya la estamos aplicando en distintas parcelas con buenos resultados. Los beneficios inmediatos son mejorar la calidad de vida de los productores

primarios con ahorro de más del 90% de agua y la posibilidad de producir dos cultivos al año.

OBJETIVO GENERAL

El propósito final de caracterizar la diversidad genética vegetal y sus interacciones en la provincia es generar conocimiento que permita el cambio de la matriz productiva y el desarrollo endógeno de manera sustentable. Esto es posible porque, por una parte, este conocimiento permitirá asentar las bases para poder desarrollar un plan de mejora agronómica futuro; y, por otra parte, caracterizar la diversidad ecológica supone descubrir y conservar el potencial biotecnológico y farmacológico que es patrimonio de Ecuador y de la Humanidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterización de la diversidad genética vegetal: Especies agrícolas

- Trabajo de campo:
    - Identificación de las especies agrícolas endémicas
    - Selección de especies de estudio
    - Muestreo de material fitogenético de las especies de estudio
    - Muestreo de bacterias, hongos, insectos o plantas en interacción con ellas
- Trabajo de laboratorio:
    - Conservación del material fitogenético
    - Aislamiento y conservación de las especies en interacción
    - Extracción de material genético
    - Análisis genético y nutricional del material
    - Análisis de los resultados
    - Comunicar resultados
- Trabajo social:

- Reunir información agronómica de los agricultores
- Asesorar al agricultor sobre la riqueza genética y su conservación
- Ayudar al agricultor a desarrollar prácticas sostenibles
- Colaborar con instituciones para promover el desarrollo endógeno

Caracterización de la diversidad genética vegetal: Especies salvajes

- Trabajo de campo:
  - Identificación y selección de las especies endémicas con potencial
  - Muestreo de material fitogenético de las especies de estudio
  - Toma de datos
- Trabajo de laboratorio:
  - Conservación del material fitogenético
  - Aislamiento y conservación de las especies salvajes
  - Extracción del material de estudio
  - Análisis químico y genético de resultados moleculares
  - Comunicar resultados

RESULTADOS OBTENIDOS

PAPER INDEXADO O ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO

Los siguientes artículos están en preparación o a la espera del análisis genético del material.

Ecotoxicology and allellopathic effects of a species from South West Ecuadorian Bosque Seco

Jadán, E., H. D'Armas, Xavier, C. Jaramillo, and M. X. Ruiz-González*

Products from secondary metabolism of a species from South West Ecuadorian Bosque Seco have important effects on seed germination and growth as demonstrated in an interaction experiment. In addition, chemical analyses point out to the combination of several products rather than one alone as potential responsible for its effects.

Morphological and Nutritional variation among ten different varieties of Ecuadorian Cocoa

Jadán, E., José Luís , M. J. Sánchez-Muros, and M. X. Ruiz-González*

The nutritional contents of aroma and CCN 51 Ecuadorian varieties where analysed and studied together with their morphological traits. There exist variation among amino acids contents. Moreover, this work explores the potential for certain hybridization possibilities between varieties of cocoa.

Arthropod population and agricultural land use in El Oro Province, Ecuador

Jadán, E., D. Donoso, and M. X. Ruiz-González*

Agricultural land use in El Oro Province is mainly devoted to banana and cocoa plantations which can either be labelled as organic or conventional, where conventional indicates the use of pesticides. In this work we explore whether agricultural practices affect the local entomologic fauna.

Note: new water management system to reduce water use and boost local endogen development

Jadán, E. and M. X. Ruiz-González*

Drip irrigation systems are water saving solutions. Here we describe a novel implementation of an old drip irrigation model that has been essayed in field conditions with a reduction in water use up to 99%. We explore the social consequences of this irrigation method when used in countries in development to both develop a sustainable agriculture resilient against climate changes and boost the local endogen development.

1. CONTRIBUCIÓN AL PLAN DEL BUEN VIVIR

Con mi propuesta y, principalmente con las actividades desarrolladas aunque no eran las previstas originalmente, he contribuido o intentado contribuir a reforzar varias de las políticas de los objetivos siguientes del Plan Nacional para el Buen Vivir:

Objetivo 2. Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial, en la diversidad. Como consecuencia de desarrollar un plan de mejora agronómica contribuiría a la Política 2.4. Democratizar los medios de producción, generar condiciones y oportunidades equitativas y fomentar la cohesión territorial, puntos b) "Fortalecer la gestión comunitaria del recurso hídrico, impulsando un manejo equitativo, igualitario, eficiente, sustentable y justo del agua". También contribuirá a las Políticas 2.11. Garantizar el Buen Vivir rural y la superación de las desigualdades sociales y territoriales, con armonía entre los espacios rurales y urbanos (puntos g, k, l y m).

Objetivo 4. Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía. Política 4.6. Promover la interacción recíproca entre la educación, el sector productivo y la investigación científica y tecnológica, para la transformación de la matriz productiva y la satisfacción de necesidades.

Objetivo 5. Construir espacios de encuentro común y fortalecer la identidad nacional, las identidades diversas, la plurinacionalidad y la interculturalidad. Política 5.2. Preservar, valorar, fomentar y resignificar las diversas memorias colectivas e individuales y democratizar su acceso y difusión.

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global. Política 7.2. Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios. 7.3. Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal. 7.4. Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora. 7.6. Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua. 7.10. Implementar

medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.

Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva. Política 10.2. Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales. 10.4. Impulsar la producción y la productividad de forma sostenible y sustentable, fomentar la inclusión y redistribuir los factores y recursos de la producción en el sector agropecuario, acuícola y pesquero.

Objetivo 11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica. Política 11.4. Gestionar el recurso hídrico, en el marco constitucional del manejo sustentable y participativo de las cuencas hidrográficas y del espacio marino. 11.5. Impulsar la industria química, farmacéutica y alimentaria, a través del uso soberano, estratégico y sustentable de la biodiversidad.

2. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS ALCANZADOS

LABORES ACADÉMICAS, INICIATIVAS Y ACTIVIDADES CIENTÍFICAS:

1. Organizar la adquisición de equipamiento y reactivos para montar un laboratorio de Biología Molecular.

A día de hoy aún no existe un laboratorio funcional de Biología Molecular en la UTMACH.

2. Docencia.

Impartí dos cursos de Diseño Experimental, uno de Entomología General y ayudé a diseñar las prácticas de la asignatura de Fitomejoramiento y Bioquímica. En mis dos cursos de Diseño experimental conseguí el objetivo deseado enseñando unos mínimos sobre la investigación, el diseño de experimentos y su análisis; aunque la clase de la carrera de Ing. en Acuacultura tenía grandes carencias en el área de matemáticas y estadística, la calidad de

los estudiantes y su esfuerzo les permitieron ponerse al día. Este curso fue tan excepcional que se produjeron tres comunicaciones a congreso internacional, el VII FIRMA (ver más abajo). En el curso de Entomología General también pude dar a conocer unos conceptos mínimos aunque estos alumnos si tienen profundas carencias en su formación y actitud académicas. En las prácticas de Fitomejoramiento compartí mis observaciones sobre la variabilidad del cacao con los estudiantes, aunque una primera práctica sobre reproducción de esquejes se malogró cuando los estudiantes dejaron de acudir a las clases. En Bioquímica, compartí con los estudiantes un experimento para estudiar el efecto diferencial de metabolitos secundarios en el crecimiento de las plantas, práctica que los estudiantes siguieron con gran interés. Una segunda práctica también sobre la interacción de especies basada en las prácticas agrícolas de las comunidades nativas de la parte alta que he estudiado, se inició pero no pudo tener seguimiento por el final del semestre.

También se me ha invitado a dar clases magistrales a alumnos visitantes de la Universidad Nacional de Loja o a estudiantes de la UTMACH.

3. **Asesoría de tesis de grado**.

Desgraciadamente, no se ha podido hacer un seguimiento de los progresos de los estudiantes asesorados porque nunca mostraron interés en formalizar ningún trabajo bajo mi supervisión.

4. **Supervisión proyecto para Galardones Nacionales 2014**.

La estudiante Ivanna Gabriela Tuz Guncay quedó finalista en la Feria de Galardones Nacionales 2014 en Guayaquil. Mi supervisión y enfoque fueron decisivos para que la estudiante llegara a donde llegó. Sin embargo, la estudiante se ha negado a participarme los análisis y resultados finalmente presentados, por lo que no sólo no son confiables sino que podrían ser fraudulentos.

Figura 1. Tríptico presentado en la Feria de Galardones Nacionales 2014

Figura 2. Participación en la Feria de Galardones Nacionales 2014.

5. **Comité Editorial de la UTMACH**.

Las sugerencias para activar una revista de calidad, ética y excelencia según los miembros del Comité Editorial, no han sido aceptadas por el H. Consejo Universitario. Desde hace cuatro meses no se me convoca a ninguna actividad de asesoría. Los meses de trabajo invertidos en el Comité Editorial no han dado el fruto esperado.

6. **Co-dirección de Tesis doctoral**.

La Ing. Leonor Ribera Intriago avanza muy lentamente en su tesis dada la carencia de un laboratorio equipado de Biología Molecular donde llevar a cabo la parte experimental. Aun así, la presentación de sus trabajos ha recibido las felicitaciones en la universidad de San Marcos. También se le ha seleccionado un resumen para presentar un poster en el congreso internacional más prestigioso de biología evolutiva de Europa, el XV Congress of the European Society for Evolutionary Biology, en Lausanne, Suiza. La financiación para asistir a dicho congreso depende de la UTMACH.

Ecological Dynamics of Native Microbial Communities Associated to White Shrimp Farming

Leonor M. Rivera-Intriago[1,2], Liliana P. Cantini[2,3], J. Chávez[1] and Mario X. Ruiz-González[2,3]

[1]Faculty of Geology and Mines, Universidad Mayor de San Marcos, Perú.

[2]Faculty of Agricultural Sciences, Universidad Técnica de Machala, Machala, Republic of Ecuador.

[3]Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Inovación (SENESCYT), Prometeo Project, Republic of Ecuador.

World shrimp industry produced in 2014 approximately 3.5 millions of tonnes for human consumption. Shrimp farming generally involves the use of antibiotics, fertilizers, and preservatives, which are released with the wastewater once the shrimp pond is harvested. Thus, the presence of alien compounds alters the environmental conditions where many native species live. Although several works have addressed the environmental impact of shrimp industry, here we focus on the ecology and population dynamics of native microbial communities present in the water used to grow the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*.

Combining microbiological, molecular and ecological approaches, we study, across time and space, the bacterial communities inhabiting the affluent, shrimp pond, and effluent waters from different farms in Ecuador.

Among native bacteria we found pathogen species (*Vibrio* sp and *Pseudomonas* sp). Application of antibiotics may favour the emergence of resistant strains with negative ecological and economic effects, and a potential human health threat. We also investigate the effects of antibiotics and preservatives in native bacteria. Moreover, we explore the interaction between *L. vannamei* and the microbial community. Preliminary results show differences in the native communities among farms and between influent and effluent waters. Overall, shrimp farming affect the ecological dynamics of bacterial communities.

Figura 3. Poster presentado en la Universidad de San Marcos resumiendo los avances obtenidos en el trabajo de tesis doctoral.

7. **Asesorías Públicas**.

La asesoría más importante que he intentado llevar a cabo es en la UTMACH, intentando explicar cómo optimizar la docencia y la investigación. Para la elaboración de proyectos de investigación propuse una plantilla donde los investigadores y docentes

interesados reflejaran un resumen de su propuesta para que la Universidad evaluara el interés de la propuesta. También propuse la formación de un comité científico de la FCA, un comité informal meramente para asesorar, garantizar la calidad, la excelencia y el uso de los recursos de los distintos proyectos de investigación, estudiantes e investigadores. Es una práctica habitual en la mayoría de los departamentos o facultades de las universidades más prestigiosas del mundo para proteger tanto al estudiante, como al supervisor como la calidad de la investigación. Por desgracia dicha propuesta se impidió aduciendo que ya existe un comité científico en la UTMACH y que no se podían crear otros nuevos.

Se ha participado en múltiples reuniones con el GAD PEO, SENAGUA, municipalidades, asociaciones de campesinos, empresas privadas, etc. El principal resultado ha sido la financiación de experimentos por el Municipio de Zaruma, aunque el GAD-PEO también se ha comprometido a financiar 46 parcelas experimentales. Por otra parte, tanto el MAGAP como el Consejo Sectorial Provincial han adoptado y adaptado ligeramente el modelo de censo agrícola que propuse.

8. **Programa de Resiliencia frente al Cambio Climático**.

La nota conceptual presentada a la Convocatoria Abierta de Proyectos y Programas de la SENESCYT fue aprobada y ahora trabajamos en la preparación de la propuesta final. Desgraciadamente, de los 28 docentes que deseaban participar en nuestro programa para conseguir la ansiada financiación para sus proyectos sólo dos continúan abiertamente interesados, por lo que el protagonismo inicial de la UTMACH, que con esta propuesta de impacto internacional podría haber abanderado el cambio y el progreso de la universidad hacia una universidad competitiva, ha quedado enormemente disminuido.

9. **Programa FCA de Resiliencia de El Oro frente al Cambio Climático (PFCAROfC2)**.

Este programa en el que los docentes de la FCA habían depositado grandes esperanzas y recuperado la ilusión por investigar simplemente se desvaneció y nunca fue evaluado. La solicitud de información en forma de oficios no ha recibido ninguna respuesta, pese al esfuerzo invertido por los Prometeo y los docentes.

10. **Proyecto Recursos fitogenéticos de El Oro: variabilidad, interacciones bióticas y aplicaciones potenciales**.

Para este proyecto que entre sus objetivos contaba con formar un PhD conseguí la colaboración de la Universidad de Almería para que aceptara al Ing. José Quevedo como doctorando. El proyecto obtuvo la mayor calificación de entre todos los proyectos presentados en la convocatoria del Fondo Competitivo de Programas y Proyectos 2014 de la UTMACH, 148 de 150 puntos. El efecto aprobatorio del proyecto fue suspendido en la misma sesión del H. Consejo Universitario que aprobó a otros 9 proyectos y a un décimo proyecto de calificación desconocida para reemplazar nuestro proyecto. La colección de absurdos que se han sucedido para justificar esta decisión está reflejada en los oficios y resoluciones del H. Consejo Universitario que aparecen descritas en mis informes mensuales o comunicaciones con la SENESCYT.

11. **Proyecto Dinámica poblacional de patógenos bacterianos de *L. vannamei*: emergencia, evolución, nutrición y fitofármacos**.

Aunque este proyecto consiguió una buena clasificación, no fue aceptado al ponerlo a competir con un proyecto de la Facultad de Química y Medicina.

12. **Variabilidad del Cacao de la Provincia de El Oro**.

A día de hoy no ha podido llevarse a cabo el análisis filogenético. Sin embargo sí se ha analizado morfológica y nutricionalmente para todas las variedades de aroma de la provincia excepto dos que ya están siendo procesadas.

13. **Variabilidad del Fréjol de la Parte Alta de la Provincia de El Oro**.

Observaciones de campo indican que la gran variabilidad reportada por el Ing. Franklin Alba en sus monografías de 1983 se ha perdido. Los primeros meses de muestreo con el Ing. José Quevedo en los que se obtuvieron semillas para, junto con las semillas ya recolectadas anteriormente por el ing. Quevedo, llevar a cabo mi proyecto y favorecer a dicho ingeniero dirigiéndole la tesis doctoral, se perdieron cuando repentinamente el Ing. Quevedo se niega a compartir dicho material (incluso tras solicitárselo por oficio) sin que la UTMACH haga nada para remediarlo. Es decir, las muestras recolectadas conjuntamente tampoco he

podido recuperarlas. Se está analizando morfológicamente dicho material, nutricionalmente se hará en su debido tiempo en la Universidad de Almería. No se ha podido realizar el análisis genético. Las condiciones en la UTMACH son totalmente inadecuadas y el material fitogenético que se mantiene en frascos se está malogrando.

14. **Implementación de Recursos Hídricos**.

El GAD Zaruma y el GAD PEO han decidido contribuir con la financiación de los experimentos. Ya se ha instalado una parcela en el municipio de Zaruma con resultados que indican ahorro de más del 90% del agua.

15. **Potencial alelopático de especies del Bosque Seco**.

Se ha estudiado la interacción biótica con 20 cultivos diferentes y se ha determinado el potencial toxicológico de la planta.

16. **Poblaciones de artrópodos asociadas con cultivos de banano y cacao**.

Se han obtenido casi 500 muestras por el método de pitfall. Aún no se ha podido analizar el material, pero está deteriorándose por la condiciones inadacuadas del laboratorio.

17. **Efecto del Cianuro en la supervivencia de *Pseudocurimata patiae***.

Trabajo aceptado para su presentación como Póster en el congreso VII FIRMA.

Escobedo, R.[1], Ruiz-González, M. X.[2], Sorroza, L.[1], Rivera-Intriago, L.[1] & Sánchez-Muros, M. J.[1, 3]

[1] Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

[2] Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

[3] Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Almería, España

mjmuros24@gmail.com

ABSTRACT

Las minas de oro de Portovelo y Zaruma, al sur de Ecuador, están causando un

impacto ambiental considerable en parte debido a la descarga de cianuro y metales pesados como el mercurio en la cuenca del río Puyango La concentración de cianuro en esta zona excede los criterios de calidad medioambiental. Esto causa cierto impacto en la biodiversidad y, en el caso del cianuro, un efecto letal directo sobre la biota reduciendo la biodiversidad acuática en esta zona. Según la literatura científica la contaminación por cianuro libre alcanza en esta zona 5200 $\mu g\ l^{-1}$ en el río Calera y 6300 $\mu g\ l^{-1}$ de cianuro total en la época seca (datos del año 99). Sin embargo, en la época húmeda no sobrepasa los 3 $\mu g\ l^{-1}$de cianuro libre y 9 $\mu g\ l^{-1}$de de cianuro total, siendo menores en el resto de la cuenca del río Puyango. En este trabajo se ha determinado impacto de diferentes concentraciones de cianuro en la supervivencia de *Pseudocurimata patiae*. Para ello, se aplicaron 3 tratamientos con una concentración de 10, 5 y 1 ppm de cianuro de sodio y un control con 0 ppm de cianuro de sodio. De cada tratamiento se realizaron 4 réplicas en acuario de 2 l a una densidad de 10 peces/acuario. Durante los 4 días del experimento los acuarios se mantuvieron a temperatura constante (28 ± 1 ºC) y fotoperiodo natural y aireación constante y sin renovación de agua.

Para establecer la tasa de mortalidad los peces de cada acuario se revisaron cada 8 horas. Los resultados muestran que la exposición a concentración de 5 ppm o superiores causa la muerte del 100% en las primeras 8 horas, mientras que no se aprecian diferencias significativas entre la concentración de 1 y 0 ppm. Estos datos revelan la necesidad de controlar el vertido de cianuro a la cuenca de estos ríos para evitar que supere niveles que pueda afectar a la fauna piscícola de la zona.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

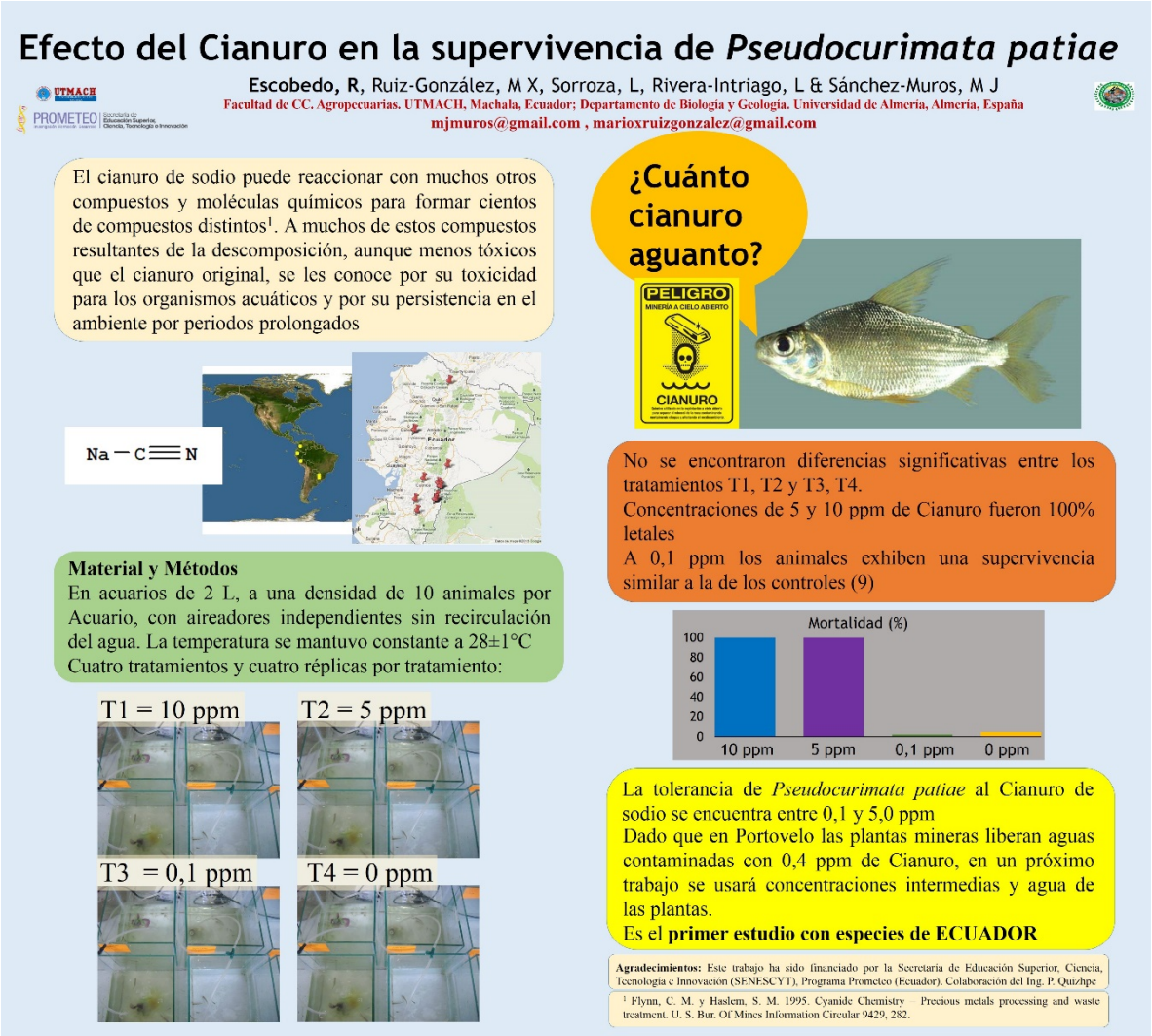

Figura 4. Póster presentado al VII FIRMA por el estudiante Richard Escobedo.

18. **Utilización del yodo como método de desinfección de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).**

Trabajo aceptado para su presentación como Póster en el congreso VII FIRMA.

Montenegro, D.[1], Sánchez-Muros, M. J.[1, 2],Sorroza, L.[1], Rivera-Intriago, L.[1] & Ruiz-González, M. X. [3]

[1] Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

[2] Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Almería, España

[3] Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

marioxruizgonzalez@gmail.com

ABSTRACT

Ecuador es un importante productor de camarón y uno de los principales productos exportados por este país. El desarrollo de enfermedades víricas y bacterianas supone un importante inconveniente en la cría del camarón llegando a producir la pérdida del 90% de la producción en los países afectados. Generalmente las larvas se desinfectan con antibióticos o diversos productos químicos antes de su introducción en los tanques de producción. Sin embargo, mientras el uso de antibióticos tiene efectos secundarios diversos, los agentes químicos como el formaldehido, el glutaraldehido o el cloro se han asociado con cierto riesgo para la salud humana. Además, los compuestos fenólicos son peligrosos para humanos y animales. La utilización del yodo es una alternativa por su disponibilidad ya que, además, se neutraliza directamente en el agua, aunque su toxicidad y efectos sobre la larva no han sido ampliamente estudiados.

El objetivo de este trabajo es cuantificar la eficacia del yodo como desinfectante de larvas de camarón. Para ello se dispusieron tres diluciones diferente (1/10; 1/100 y 1/1000) de una alícuota obtenida por la homogenización de 25 larvas en 1ml de agua y se procedió a la siembra en placa de Petri con agar TCBS como medio de cultivo. Este mismo procedimiento se realizó con larvas tratadas previamente con 5 gotas (0,25 ml) de yodo adicionadas al acuario (5l). Los resultados muestra una reducción del porcentaje de UFC del 30.45% para la solución madre (25 larvas ml^{-1}) 31,16% para la dilución 1/10, del 37,11% para la dilución 1/100 y del 55.7% para la dilución 1/1000. Nuestros resultados muestran que el yodo es un desinfectante efectivo aunque se necesitan estudios posteriores para determinar el efecto en la supervivencia del camarón.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

Figura 5. Póster presentado al VII FIRMA por el estudiante David Montenegro.

19. **Efectos tóxicos del metabisulfito de sodio en especies del sector El Coco, Machala (Ecuador)**.

Trabajo aceptado para su presentación como Póster en el congreso VII FIRMA.

Niola A[1]. Ruiz-González M[1]. Sorroza L[1]. Rivera L[1]. Sánchez-Muros Ma.[1,2]

[1] Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

[2] Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Almería, España

alvaro_niola@hotmail.com

ABSTRACT

La cría comercial de *Litopenaeus vannamei* se extiende a lo largo de zonas marinas, estuarinas y humedales, de Asia y América. Dicha actividad es la base económica de muchas regiones. Un problema que afecta a la cosecha y distribución del camarón es que a las pocas horas post-cosecha los ejemplares sufren melanización de la cutícula, lo que deteriora la calidad del producto. Usualmente, se aplica una disolución de metabisulfito sódico al 8% y hielo por inmersión de los animales, sacrificandolos y conservándolos. Tras su uso, el volumen de agua contaminada con el conservante se vierte al canal de salida. Se ha observado una alta mortalidad de distintas especies nativas en los esteros durante los tres a ocho días post-vertido. En nuestro proyecto hemos estudiado la tasa de supervivencia de cuatro especies, *L. vannamei* y tres representantes del estero: millonaria (vertebrado), ermitaño (artrópodo) y caracol (gasterópodo), a tres concentraciones diferentes de metabisulfito sódico: 0, 0.0005, 0.001 y 0.01% durante 96 horas. El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas de laboratorio, con aireadores independientes y sin recirculación del agua en 36 peceras de 2 litros de volumen con diez individuos en cada una y tres réplicas por tratamiento. Durante 96 horas se tomaron nueve observaciones. Los resultados muestran que existe una fuerte interacción entre tratamiento, tiempo y especie ($p< 0,001$). A las 96 horas los controles mostraron la siguientes tasas de supervivencia: 66.67, 93.33, 96.67 y 100% para *L. vannamei*, millonaria, artrópodo y gasterópodo, respectivamente. A las 12 horas de exposición, la concentración mayor de metabisulfito de sodio (0.01%) afecta a la tasa de supervivencia obteniendose un 0% para el camarón y millonaria, 90% para el ermitaño y 100% para el caracol, aunque en estas dos últimas especcies la tasa de supervivencia a las 96 horas disminuye a 23,33 y 43,33% respectivamente, estableciendose el LC 50 a las 66 horas para el ermitaño y a las 32 horas y entre las 20-36 horas para el caracol. Las otras dos concentraciones testada (0.001 y 0.0005%) la tasa de supervivencia es similar a su control, salvo para el camarón que sigue siendo 0%. Como conclusión, lo resultados obtenidos muestran el vertido de metabisulfito sódico a concentraciones de 1330 veces menores que los nivels usuales normales usados en la camaronera tiene un importante impacto ecológico sobre los distintos grupos taxonómicos.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

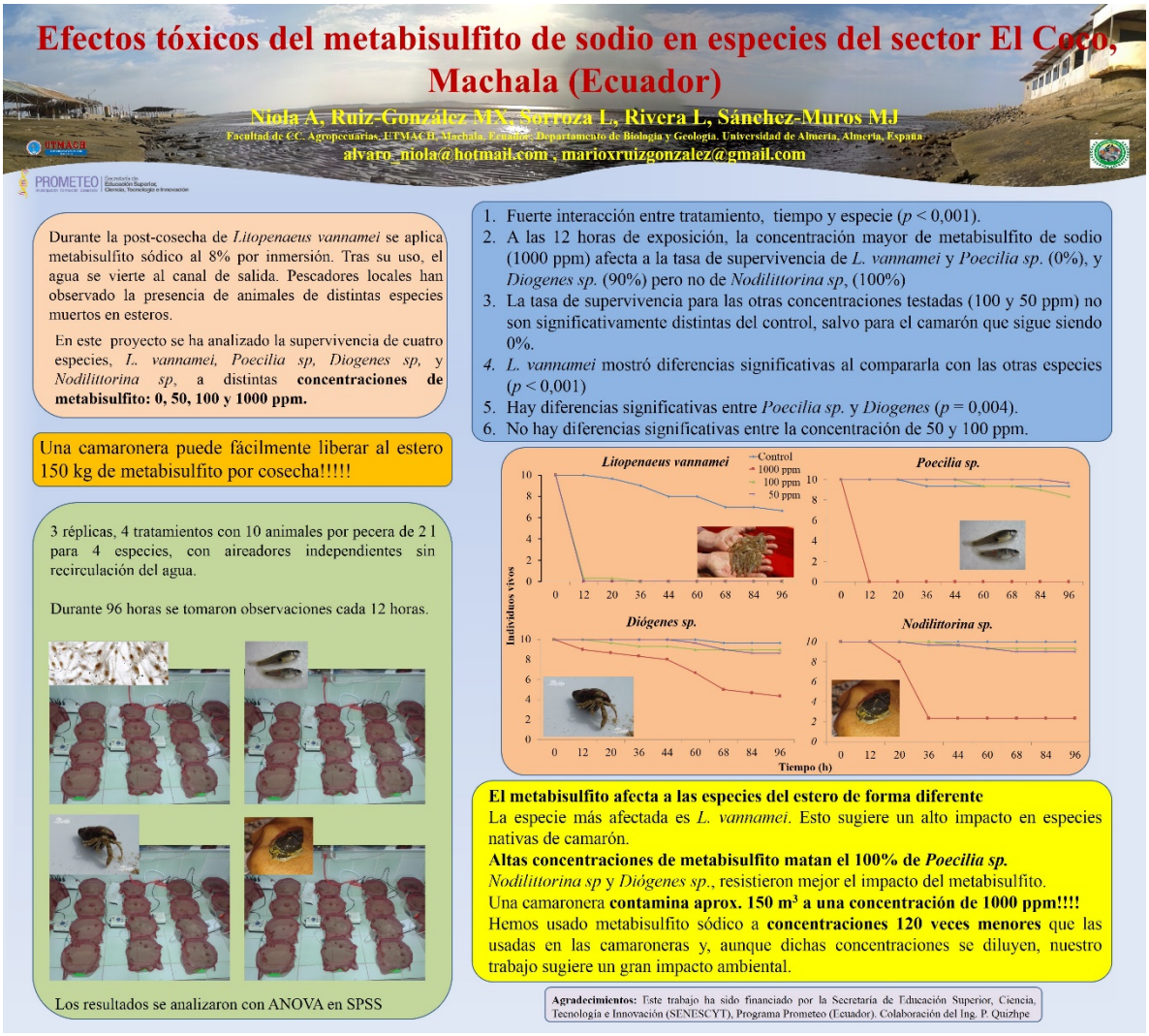

Figura 6. Póster presentado al VII FIRMA por el estudiante Alvaro Niola.

20. **Biorremediación de relaves**.

La sociedad minera está dispuesta a financiar nuestro proyecto, pero no ha habido tiempo ni laboratorios adecuados en la UTMACH para llevarlo a cabo.

21. **Evolución de las variedades de Café y la Roya**.

El proyecto está presentado a la convocatoria de Proyectos de la UTPL para obtener su financiación. El GAD Zaruma participa ofreciendo plantaciones de café para su estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

LABORES ACADÉMICAS, INICIATIVAS Y ACTIVIDADES CIENTÍFICAS:

1. **Organizar la adquisición de equipamiento y reactivos para montar un laboratorio de Biología Molecular**.

He conseguido que la UTMACH adquiera el equipamiento para montar un laboratorio de Biología Molecular funcional y de calidad, que aún no ha llegado en su totalidad. Sin embargo, debido a causas que desconozco, la operación se ha llevado a cabo demasiado tarde y no podré cumplir con mi objetivo de formar al personal preciso para que pueda usar y mantener dicho equipamiento. **Recomiendo** a la Universidad que, en cuanto equipamiento y reactivos lleguen, me invite para negociar con la SENESCYT la posibilidad de que pueda trasladarme durante un período de un par de meses para poder formar un equipo competente y de calidad a la vez que analizo genéticamente las muestras obtenidas durante mi proyecto.

2. **Docencia**.

Hay una enorme variación en conocimientos, actitud y disposición académica entre estudiantes y entre cursos. Los estudiantes con curiosidad y empuje se quejan de la falta de poder llevar a cabo experimentos supervisados con calidad. **Recomiendo** que los profesores que impartan cátedra lo hagan en asignaturas que dominen para poder conducir a los estudiantes a un mejor desarrollo intelectual y rendimiento académico. Así mismo, hay que demostrar permisibilidad cero frente a determinados actos altamente reprobables como el plagio o el copiado de trabajos, de prácticas o en exámenes.

3. **Asesoría de tesis de grado**.

El estudio detenido de las tesis de grado producidas en la FCA durante los últimos treinta años indica una drástica reducción en la calidad de las mismas. **Recomiendo** estudiar las causas de dicha reducción en calidad para remediarla así como estimular a los estudiantes para espolear su entusiasmo por la investigación y que exijan a sus tutores un esfuerzo por aumentar la calidad de sus trabajos con miras a una publicación en revistas indexadas.

4. **Supervisión proyecto para Galardones Nacionales 2014**.

Invertí mucho tiempo y recursos de mi proyecto Prometeo para que la estudiante Ivanna Tuz Guncay llegara a ser finalista en Feria de los Galardones Nacionales 2014. **Recomiendo** que las autoridades de la UTMACH nos mantengan informados a la SENESCYT y a mí del resultado de sus pesquisas sobre el comportamiento de la estudiante. También recomiendo la formación de un comité científico formado por doctores dentro de la FCA para evaluar, asesorar y mejorar la calidad de los proyectos y trabajos de estudiantes y docentes o incluso llegar a solucionar conflictos entre tutor y estudiantes como es mi caso.

5. **Comité Editorial de la UTMACH**.

La creación de un Comité Editorial que supervise la creación o reactivación de una revista indexada para la UTMACH es una gran iniciativa. **Recomiendo** que las indicaciones de los investigadores PhD con trayectoria curricular suficientemente demostrada sean tenidas en cuenta a la hora de impulsar la calidad y la excelencia de la UTMACH como universidad.

6. **Co-dirección de Tesis doctoral**.

Mi estudiante de doctorado, la Ing. Leonor Rivera no puede realizar los experimentos de microbiología y biología molecular dada la falta de un laboratorio para tal fin. Además, con cinco asignaturas distintas a impartir no dispone del tiempo suficiente que cualquier doctorando requiere. **Recomiendo** que, i) dado que la UTMACH es categoría D y debe subir de categoría, ii) que la única forma de conseguirlo es mejorar la formación de su personal docente e investigador reemplazándolos por doctores y iii) que un doctorado es un proceso lento, largo, complicado y arduo que precisa de muchas horas de trabajo duro, dedicación, estudio y experimentación, la UTMACH libere tiempo para los docentes decididos a realizar un doctorado.

7. **Asesorías Públicas**.

Exceptuando los intentos de asesoría académica en la UTMACH, puedo decir que las asesorías a otras instituciones han sido un éxito. Rápidamente han comprendido mis puntos de vista y a menudo no sólo han coincidido sino que se han aventurado a ponerlos en práctica. Recomiendo que la UTMACH cree comités científicos en sus departamentos o facultades compuestos exclusivamente por doctores con demostrada calidad curricular para velar por la calidad y excelencia científicas así como por la correcta educación de los nuevos profesionales.

8. **Programa de Resiliencia frente al Cambio Climático**.

Generar la propuesta de Resiliencia frente al Cambio Climático ha supuesto la creación de toda una red involucrando actores a todos los niveles: científico, académico, social y político, en los ámbitos nacional e internacional… El gran interés y los apoyos que ha suscitado avalan que Ecuador es una nación en desarrollo con la voluntad de cambiar y de progresar. Aunque parezca increíble, esta propuesta no ha sido apoyada por las autoridades de la UTMACH, pese al enorme detrimento para la universidad. **Recomiendo** que la UTMACH busque asesoramiento profesional fidedigno ya sea interno o externo para la toma de ciertas decisiones.

9. **Programa FCA de Resiliencia de El Oro frente al Cambio Climático (PFCAROfC2)**.

Este programa de investigación nunca ha llegado a ser evaluado. Dejo la conclusión en manos del lector. **Recomiendo** que la UTMACH no abra convocatorias de programas y proyectos de investigación en un futuro si no está dispuesta a evaluar y conceder la financiación. También recomiendo que se evalúe la inversión en esfuerzo y tiempo de la gente que participa en estas actividades, ya que son un recurso efímero pero necesario para que la universidad mejore su calidad.

10. **Proyecto Recursos fitogenéticos de El Oro: variabilidad, interacciones bióticas y aplicaciones potenciales**.

El efecto aprobatorio del proyecto con la mejor calificación de los presentados a la convocatoria de programas y proyectos de la UTMACH ha sido suspendido y la UTMACH evita dar una explicación coherente. Mi conclusión es que se niegan a concederlo pese al perjuicio profesional de los investigadores implicados. **Recomiendo** que la UTMACH no abra convocatorias de programas y proyectos de investigación en un futuro si no está dispuesta a evaluar y conceder la financiación a los proyectos con mejor calificación. También recomiendo que la UTMACH conceda dicho proyecto aunque pueda molestar a algunos.

11. **Variabilidad genética de la Provincia de El Oro**.

Gran parte de la variabilidad existente hace 30 años se ha perdido. Por otra parte, los productores desconocen el potencial genético de sus cultivos y mucho más el de su región. También se desconoce el potencial de los metabolitos secundarios de especies de sistemas ecológicos salvajes. R**ecomiendo** la puesta a punto de un laboratorio de Biología Molecular que pueda estar a disposición de los productores así como asesoría profesional avalada en función de currículo y resultados previos para los productores y las instituciones. El impacto ecológico de la gran cantidad de pesticidas e insecticidas empleados semanalmente en cultivos de banano debe ser evaluado.

12. **Implementación de Recursos Hídricos**.

El correcto manejo de los recursos hídricos es el primer paso hacia un cambio de la matriz productiva sustentable y posiblemente la herramienta más poderosa para hacer frente a los efectos del cambio climático. Es importante señalar la buena disposición de los distintos actores y que gracias a nuestro proyecto se están asentando las bases para un futuro sustentable y más productivo de la provincia.

13. **Efecto del Cianuro en la supervivencia de *Pseudocurimata patiae***.

Es el primer trabajo que se lleva a cabo en la Republica de Ecuador usando una especie local para evaluar el efecto del cianuro. **Recomiendo** que la UTMACH priorice la implementación de las normas de seguridad tanto para la eliminación de residuos tóxicos como para el personal investigador y los estudiantes.

14. **Efectos tóxicos del metabisulfito de sodio en especies del sector El Coco, Machala (Ecuador)**.

La liberación de metabisulfito de sodio afecta negativamente a la vida en el estero. Aun así, mi **recomendación** es que hace falta desarrollar más experimentos en laboratorios apropiadamente equipados y en condiciones controladas.

15. **Biorremediación de relaves**.

Las mismas empresas mineras muestran una gran preocupación por desarrollar estrategias de eliminación sustentable de residuos tóxicos. **Recomendación**, estrechar los lazos entre las universidades y la sociedad, es decir, aplicar el art. 165 de la LOES.

16. **Evolución de las variedades de Café y la Roya**.

Si se consigue la financiación para desarrollar este proyecto se podrá determinar las variedades ancestrales, así como si existe una interacción con base evolutiva entre el café y su patógeno a nivel local. Se asentarán las bases para la conservación de las variedades ancestrales de gran calidad presentes en la región de Zaruma. Además, se reforzará la relación interinstitucional con la Universidad de Tucuman, quien también participará en el proyecto.

LIMITACIONES

La propuesta original de trabajo se concibió tras asegurar la presencia de un laboratorio de biología molecular para la fecha de inicio del proyecto. La principal limitación de la propuesta era el tiempo para desarrollarla, ya que un año es un tiempo muy restringido para empezar de cero una propuesta de investigación en la que hay que desarrollar trabajo de campo, muestreo, conservación y análisis molecular. Sin embargo, esto estaba más o menos previsto en el cronograma de trabajo, dedicando gran parte del tiempo al muestreo. La carencia de un laboratorio de biología molecular es, sin duda, la restricción más grande e inesperada, pero perfectamente salvable si se hubiera adquirido el material, el equipo y los reactivos durante los primeros meses nada más llegar, cuando a toda prisa contacté con varias compañías y reuní toda la información y los precios. Aun tardando tres meses en llegar el equipamiento, dado que esos meses estaban destinados al muestreo se hubiera podido sortear

el problema invirtiendo esfuerzo extra en la puesta a punto del equipamiento. Por supuesto, hay limitaciones obvias que no deben ni mencionarse ya que son esperables, como la carencia de materiales, aulas en mal estado, falta de aire acondicionado, formación académica pobre o insuficiente, constantes ataques de mosquito, pero es lo que cualquiera se espera de una universidad de categoría D en desarrollo de una zona tropical. Una limitación verdadera es la falta de información fidedigna y comunicación consecuente entre universidad y personal. Por ejemplo, es absolutamente demencial que se lleve a cabo una fumigación contra plagas en aulas, despachos y laboratorios con la gente dentro (lo normal es hacerlo en horario en los que no se encuentra el personal, como es el fin de semana o incluso por la noche y habiendo avisado con antelación). Sobre este punto de la comunicación, la a menudo falta recurrente de respuesta a oficios y peticiones o la respuesta parcial, enlentece y enrarece la eficacia en la optimización de la universidad. Entre las limitaciones más sorprendentes y con mayor perjuicio se encuentra el desprecio generalizado por el valor de tiempo y esfuerzo invertidos hasta el último momento de mi contrato para que la calidad de la investigación y la docencia en la UTMACH alcance los estándares de la excelencia en la que he sido educado como profesional y sin los cuales creo que una institución no puede aspirar a progresar. Como ejemplo sólo mencionaré la preparación de proyectos de investigación. Si bien es cierto que comprendo perfectamente que la UTMACH es una universidad de Categoría D y que precisamente por eso dichos estándares sólo podrán alcanzarse cuando los profesionales de la UTMACH se hayan formado como doctores y hayan adquirido experiencia en otras universidades extrajeras, a través de un proceso no inmediato, no esperaba encontrar la oposición que he tenido que enfrentar a la hora de hallar soluciones a situaciones impensables e imposibles en otras universidades nacionales o extranjeras. Un ejemplo es cómo un grupo de científicos conseguimos un proyecto intrainstitucional con la mayor puntuación y se suspende su aprobación alegando distintas explicaciones a cada cuál peor fundamentada. Otra limitación, en este caso con respecto a la docencia, es el reparto de las asignaturas a los docentes antes de empezar el curso. Así, meses antes de llegar me ofrecí a preparar un curso pero se me dijo que no me preocupara pero cuando llegué, pocos días antes de empezar el semestre se me comunicó que iba a impartir una asignatura de una temática desconocida para mí. Evidentemente me negué y acepté otra más afín. Sin embargo, el hecho de que un docente que no es experto en una asignatura deba preparar e impartir en un breve lapso de tiempo una

asignatura que no le es familiar, no solo desgasta al docente sino que baja la calidad de la docencia y de la formación de los estudiantes. Otra limitación es la pérdida de tiempo en oficios, en peticiones, en servicios de compra, en comisiones que luego no concluyen nada o al final no tienen en cuenta la asesoría de uno, en invertir muchísimo esfuerzo preparando proyectos o cursos que luego no llegan a existir.

BIBLIOGRAFÍA

FAO. 2009. International treaty on plant genetic resources for food and agriculture. Rome.

FAO. 2013. Sustainable Crop Production Intensification (SCPI) in FAO. http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/framework/sustainable-intensification-in-fao/en/

Jefwa, J., B. Vanlauwe, D. Coyne, P. van Asten, S. Gaidashova, E. Rurangwa, M. Mwashasha, and A. Elsen. 2010. Benefits and Potential Use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Banana and Plantain (*Musa* spp.) Systems in Africa. Acta Hort. 879, 479-486.

Kalske, A., A. Muola, L. Laukkanen, P. Mutikainen, and R. Leimu. 2012. Variation and constraints of local adaptation of a long-lived plant, its pollinators and specialist herbivores. J. Ecol. 100, 1359-1372.

Khonje, D. J. Adoption of the rhizobium inoculation technology for pasture improvement in sub-Saharan Africa. FAO Corporate Documentary Repository, http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5536e/x5536e1g.htm, 09/12/2013

Lesueur, D., M. Atieno, S. Mathu, and L. Herrmann. 2012. Geophys. Res. Abstracts 14, EGU2012-632.

Machado, R. J. A. et al. 2013. Characterization and pharmacological properties of a novel multifunctional Kunitz inhibitor from *Erythrina velutina* seeds. PLoS One 8, e63571.

Nuss, P. and M. J. Eckelman. 2014. Life cycle assessment of metals: a scientific synthesis PLoS One 9, e101298.

Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, República del Ecuador.

Roossinck, M. J. 2011. The good viruses. Nature Rev. Microbiol. 9, 99-108.

Ruiz-Lozano, J., R. Azcón, and M. Gómez. 1995. Effects of arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. Appl. Environ. Microbiol. 61, 456-460.

Soleri, D. & D. Cleveland. 1993. Seeds of strength for Hopis and Zunis. Seedling 10, 13-18.

Tufiño, C. 2011. Efecto de la ínteracción de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y la fertilización, sobre el crecimiento y desarrollo de plantas micropropagadas de banano (*Musa paradisiaca*) durante la fase de aclimatación. Trabajo para la obtención del Título de Ingeniera en Biotecnología, Escuela Politécnica del Ejército, departamento de Ciencias de la Vida, Sangolquí, Ecuador.

Wilson, E. O. 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D. C., USA, 535 pp.

FIRMA DEL INVESTIGADOR /DOCENTE	(rúbrica)
FIRMA CONTRAPARTE INSTTITUCIONAL 1	(rúbrica)
FIRMA CONTRAPARTE INSTITUCIONAL 2	(rúbrica)

ANEXOS

Aquí se ubicarán secciones adicionales que han sido necesarios para el desarrollo del trabajo y que no se ha considerado otro lugar para ellos en el documento, el objetivo es presentar información adicional importante, ya sea para prolongar la explicación de los datos, como también para confirmarlos. Cabe indicar que un ANEXO NECESARIO es la "Carta Final de la Institución", formato el cual se le envía adjunto, para que al final del periodo de vinculación sea redactado por la Institución de acogida.

Ejemplo de anexos: copias de documentos, mapas, planos, cuestionarios, guías de entrevista y observación, proyectos, cuadros, gráficos, diagramas, resultados de laboratorios, cronogramas, presentación de la exposición y los productos finales completos.