



REVISTA CIENTÍFICA



GUACAMAYA

Volumen 1

Octubre 2017 – Marzo 2018



©2017, *Neblina en Telaraña*

**Universidad de Panamá
Centro Regional Universitario de Coclé
Dr. Bernardo Lombardo**

**IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL
SERVICIO SOCIAL DEL CENTRO REGIONAL
UNIVERSITARIO DE COLÓN EN COMUNIDADES DEL
CORREGIMIENTO DE CIRICITO**

IMPACT OF THE ACTIVITIES CARRIED OUT BY THE SOCIAL
SERVICE OF THE COLON UNIVERSITY REGIONAL CENTER IN
COMMUNITIES OF THE CIRICITO VILLAGE

Por: Marisol Rodríguez

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón. Escuela
de Sociología.

Email: marisolgrodriguez61@gmail.com

Págs.: 1-15

Recibido: 21/ago/2017

Aprobado: 01/sep/2017

Artículo

1

RESUMEN

El objetivo de este estudio se centró en el análisis del impacto de las actividades de servicio social que realizan los estudiantes del Centro Regional Universitario de Colón CRUC en el corregimiento de Ciricito, Región del Lago, provincia de Colón. Para ello se compilaron 15 informes finales de Servicio Social procedentes de 6 facultades del CRUC entre el año 2014 y 2015 y se entrevistaron a 5 informantes claves del corregimiento. Se comparó y determinó la coherencia, pertinencia y viabilidad entre los objetivos expuestos y el grado de satisfacción de los grupos focales. El servicio social se desarrolló en nueve comunidades del distrito: La Cauchera, La humildad, El Chorrillo, El Porvenir, El Muelle, Caña brava, Ciri Grande, Quebradón y La Encantada. Las actividades del servicio social se centraron en las siguientes acciones: Padrinos académicos, Comunicación vivencial, Mujeres emprendedoras, Uso de herramientas informáticas y Musicoterapia. Como resultado del análisis de los informes de servicio social se reportó la conformación de un Comité de Mujeres Emprendedoras vinculadas a la Autoridad de la micro, pequeña y mediana empresa (AMPYME) para la consecución de capital semilla para desarrollo de ideas de negocio. Se mejoró el rendimiento académico en las asignaturas de matemática y español por parte de los niños y jóvenes que participaron en los diferentes talleres de

reforzamiento, se vincularon a las autoridades locales del corregimiento con los proyectos de servicio social presentados por el CRUC y se obtuvo más de un 96% de satisfacción por parte de miembros de las comunidades en relación a los logros alcanzados. El aporte a nivel local del servicio social se ubica en el impacto de nuevas oportunidades y la posibilidad de gestionar soluciones para el mejoramiento de la calidad de vida.

Palabras Claves: Servicio Social, Centro Regional Universitario de Colón, Corregimiento de Ciricito.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the impact of the social service activities carried out by the students of the Regional University Center of Colón CRUC in the Ciricito Village, Lake Region, Province of Colón. To this end, 15 final reports of Social Service were compiled from 6 CRUC faculties between 2014 and 2015 and 5 key informants from the village were interviewed. The coherence, relevance and feasibility between the stated objectives and the degree of satisfaction of the focus groups were compared and determined. The social service was developed in nine communities of the Ciricito Village: La Cauchera, La Humildad, El Chorrillo, El Porvenir, El Muelle, Caña brava, Ciri Grande, Quebradon and La Encantada. The social service activities focused on the following actions: Academic sponsors, experiential communication, entrepreneurial women, the use of computer tools and music therapy. As a result of the analysis of the social service reports, the formation of a Committee of Women Entrepreneurs linked to the Authority of the micro, small and medium-sized enterprises (AMPYME) for the acquisition of seed capital for the development of business ideas was reported. The academic performance in the subjects of mathematics and Spanish by the children and young people who participated in the different workshops of reinforcement, it was linked to local authorities of the village with the projects of social service presented by the CRUC and obtained more than 96% Of satisfaction by members of the communities in relation to the achievements.

Keywords: Social service, Regional University Center of Colon, Ciricito Village.

INTRODUCCIÓN

Es innegable el papel que asume la educación superior como agente transformador, generador de cambio y producción de conocimiento a la solución de problemas asociados al progreso y al desarrollo humano. La inserción del servicio social en la institución universitaria se ha de convertir en uno de los actores principales comprometidos con la dinámica asistencial de la sociedad. Este tipo de prestaciones crea en los estudiantes una conciencia social que va allá de las experiencias de aprendizaje solidario, se constituye en uno de los pilares que ha de propiciar un desarrollo en comunidades. Además de constituirse en un punto de articulación con el entorno, ya que se fortalece las capacidades académicas y la organización personal de los prestadores.

El servicio social está intrínsecamente unido a su naturaleza, se desprende del proceso enseñanza-aprendizaje y los resultados de la investigación se explicitan en la extensión universitaria, proyección social, compromiso social y hoy llamada Responsabilidad Social Universitaria (Granda, 2012). Bajo este marco de referencia el estudio ha de analizar los resultados presentados en los informes para y así, contrastar el impacto de las actividades realizadas dentro del año Académico 2014-15, ya que es en este periodo se desarrolla de forma masiva esta experiencia por parte de los estudiantes conmovidos por la realidad de su provincia.

El sustento teórico del estudio se ubica en los conceptos de Pertinencia, Calidad de la educación, Reciprocidad y Formación integral, elementos básicos de los nuevos modelos educativos según recomiendan organismos como la UNESCO (1998), la pertinencia del servicio social, puede ser considerada como un **atributo** para el desarrollo de la educación superior, ya que su eje es la **responsabilidad** que las instituciones desempeñan. Es que la sociedad espera que estas instituciones educativas puedan cumplir como bien lo manifiesta la (UNESCO: 29) “La enseñanza superior debe tener capacidad de **dar respuesta** a los problemas generales con que se enfrenta la humanidad y a las necesidades de la vida económica y cultural, y de **ser más** pertinente en el **contexto** de los **problemas** específicos de una comunidad, de una región o un país determinado.” (Ver Figura 1).

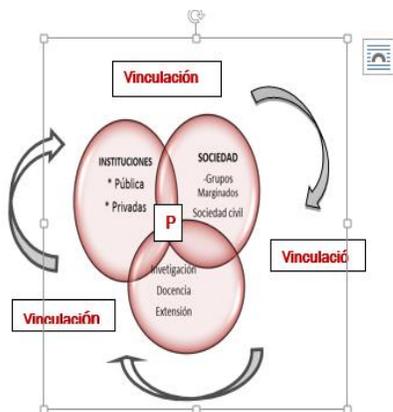


Figura 1.- P= Pertinencia

Fuente: UNESCO. Documento de Política

El fenómeno del servicio social, se desarrolla en América Latina a finales de la década de 60, en países como México, Venezuela, Cuba, El Salvador, Guatemala República Dominicana, Bolivia, entre otros. Surge como una respuesta a la profunda crisis que atravesaron gran parte de los países de la región. En la década de los “90”, las instituciones educativas comenzaron a desarrollar proyectos solidarios elaborados pedagógicamente y con mayor impacto social. Paralelamente, creció en la región el interés por la metodología pedagógica conocida a nivel mundial como “aprendizaje-servicio” (service-learning). (CLAYSS, 2002).

En el mismo sentido, la Universidad de Panamá, gira en torno a esta iniciativa y se aprueba el 10 de marzo de 2010, en reunión del Consejo General Universitario el Reglamento de Servicio Social. Prioritariamente para los estudiantes de pre-grado y grado su duración es de 120 horas en beneficio de las comunidades y otros sectores que lo requieran, privilegiando a las clases más necesitadas, como parte de su pensum académico, sin recibir remuneración económica o prestaciones laborales. (Universidad de Panamá. Reglamento de Servicio Social, 2010)

El Centro Regional Universitario de Colón (CRUC), inicio el servicio social en el segundo semestre del año 2013, con el proyecto titulado: “Mejoramiento de la calidad de vida a través del servicio social universitario en la Comunidad de Cuipo, Corregimiento de Ciricito”. Con el objetivo de realizar el desarrollo de un conjunto de actividades de intervención social así, optimizar la problemática del área y ofrecer una respuesta a una necesidad social que le permita a los jóvenes dar lo mejor de sí, revertir lo aprendido en los contenidos, realizar tareas importantes y de responsabilidad en la comunidad de Cuipo. A seis meses de finalizado el programa se

desconoce cuál ha sido el impacto de las actividades realizadas en el servicio social sobre la comunidad de Cuipo. Por lo que nos preguntamos ¿cuál es el nivel de satisfacción que tienen los beneficiados de cada uno de los programas desarrollados?

METODOLOGÍA

Se compilaron un total 15 informes finales de servicio social, de 6 facultades del Centro Regional Universitario de Colón que reposan en los archivos de la comisión de Servicio Social, periodo 2014-15. Estos informes fueron analizados tomando en cuenta el alcance de los objetivos expuestos, número de actividades descritas y el grupo etario a quienes estaba dirigido, posteriormente se elaboró una encuesta tipo Likert de 10 ítems en escala de 1 a 5, para contrastar el grado de satisfacción de los prestatarios con las actividades del servicio social universitario desarrolladas en su conjunto. De igual forma se aplicó una entrevista no estructurada a 5 informantes claves para que pueda brindar información detallada sobre la experiencia o conocimiento de las acciones realizadas por los estudiantes a través del servicio social.

Dentro del contexto espacial la muestra se ubica en el Corregimiento de Ciricito, Distrito de Colón en la Costa Abajo, su población se estima en 6,000 habitantes según lo manifestó (H.R. Ramón de la Guardia). La Región del Lago conocida como Cuipo tiene una población 396 habitantes de los cuales 211 son hombres y 185 son mujeres. (Ver Figura 2).

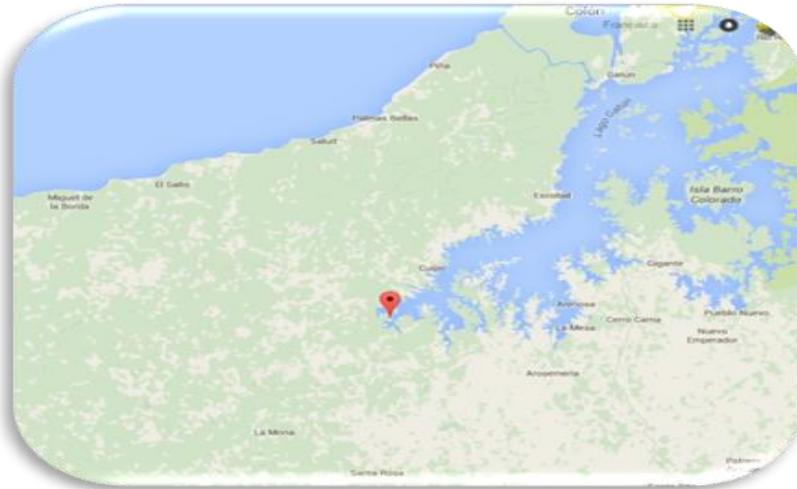


Figura 2. Mapa Corregimiento de Ciricito, Distrito de Colón

Fuente: <http://mapasamerica.dices.net/panama/provincia-Colon-3.html>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron actividades muy significativas y viables que favorecieron la participación de diferentes grupos focales en comunidades como: La Cauchera, La humildad, El Chorrillo, El Porvenir, El Muelle, Caña brava, Ciri Grande, Quebradón y La Encantada.

| | Tipo de actividad | Impacto | Terminación | Evidencias |
|---|--|---|--|---|
| 1 | Padrinos académicos -Construyamos con las matemáticas y el lenguaje las bases de nuestro aprendizaje. | <i>Minimizar el alto índice de fracaso de los estudiantes en edades de 9-17 años. Incorporando competencia y habilidades para evitar la deserción escolar. Atención en la Dificultad de Aprendizaje en asignaturas básicas de español y matemática que le impiden el normal desarrollo de los contenidos curriculares.</i> | <i>Se realizó durante los meses del Calendario escolar. Entre los meses marzo a septiembre en el 2014-15.</i> |  |
| 2 | Comunicación vivencial comunitaria idioma inglés como segunda lengua” | <i>Taller de Formación en la escuela con la participación de los integrantes de la comunidad. Curso básico del idioma inglés</i> | <i>Cada Curso tuvo una duración de 4 semanas, los mismo fueron continuos. Culmino en septiembre de 2014</i> |  |
| 3 | Mujeres Emprendedoras en el Desarrollo Social de la Comunidad Cauchera | <i>Gestión y organización de emprendimiento la práctica solidaria estuvo dirigida a 20 mujeres en pequeños proyectos productivos utilizando el método contable, se organizaron en un Comité de Mujeres Emprendedoras. Charlas formativas de con el AMPYME de parte de la organización que otorgará el Capital Semilla.</i> | <i>Los Curso se dictaron por 6 meses todos los fines de semanas, culmino en junio de 2015</i> |  |
| 4 | Uso de las herramientas informáticas para mejorar la calidad de la educación | <i>Transferencia de saberes y/o tecnología a los Centros educativos y comunidad. Se capacitaron en Programas como Microsoft Word, Excel, Publisher, Power Point. Realizaron la configuración de Laptop con programas tales como Mobile Office, Programas Antivirus, Youtube, Play Store, Gmail y Navegadores como Internet.</i> | <i>Los talleres se repitieron en los años 2014-15, en periodo de intervalos 4 de semanas y un verano 2015</i> |  |
| 5 | La musicoterapia | <i>De los sonidos a la música. Ritmo, cuerpo y movimiento La voz y el canto. Talleres de musicoterapia dirigidos a niños y jóvenes nuevas modelo para la formación integral del ser humano.</i> | <i>Talleres (3) en la campamento de la Iglesia del Evangelio Cuadrangular. Del 5 al 11; del 12 al 18 y del 19 al 25 de octubre de 2015</i> |  |

Cuadro 1. Programa de intervención considerada de mayor impacto a través del Servicio Social, Ciricito, Año 2014-15

El desarrollo de la práctica solidaria se concentró en grupos vulnerable: la niñez y mujeres “amas de casa”, las tendencias y desafíos de las actividades se articulan con el desarrollo personal y con lo social. Con programas focalizaron en crecimiento personal tales como talleres de formación: bisuterías, cambas, tembleques y arreglo de cumpleaños, encaminas al <emprendimiento>. La recuperación de alumnos y acciones destinadas a mejorar el grado de Dificultad de Aprendizaje de la niñez y la juventud en estas áreas fue una de las piezas claves que determino aunar esfuerzos entre las distintas carreras busca de minimizar uno de los flagelos que afecta a estos grupos vulnerables en riesgo social la deserción escolar. (Ver figura 3)

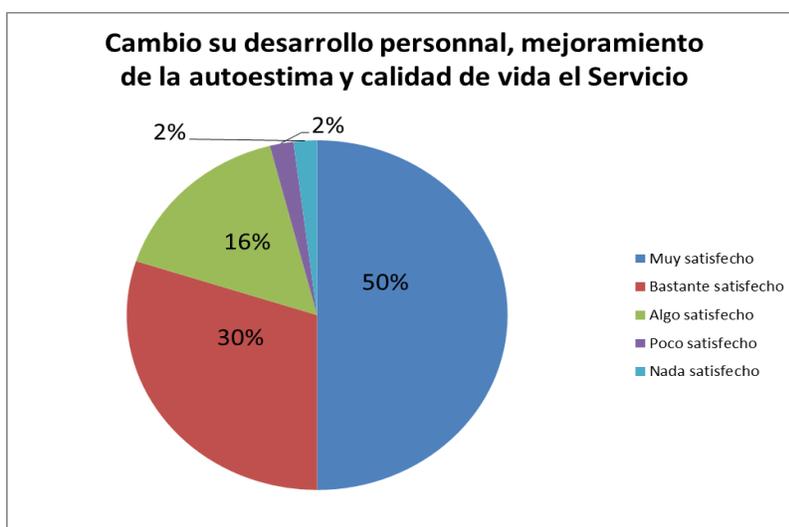


Figura 3. Autoestima y Calidad de Vida. Fuente: Datos tomados de la Encuesta

La encuesta comprobó que un 50% de estas personas aducen sentirse capaz de utilizar bien y oportunamente las habilidades adquiridas integrándolas para lograr el objetivo deseado, llegando así a sentir útil y tener la capacidad y seguridad necesaria. El 30% consideran que han logrado mucha confianza en sí mismos. De los casos relevados se manifestó algo satisfecho con el 16% el 2% alega sentirse que no ha habido varianza en el mejoramiento de la condiciones de vida y el resto manifestó estar nada satisfecho con el 2% considera que no hubo mejora en su modo de vida.

Entre los retos que asumieron los prestadores del servicio solidario fue de dosificar en la población cambio en el comportamiento de conducta frente a la vida. (Ver figura 4)

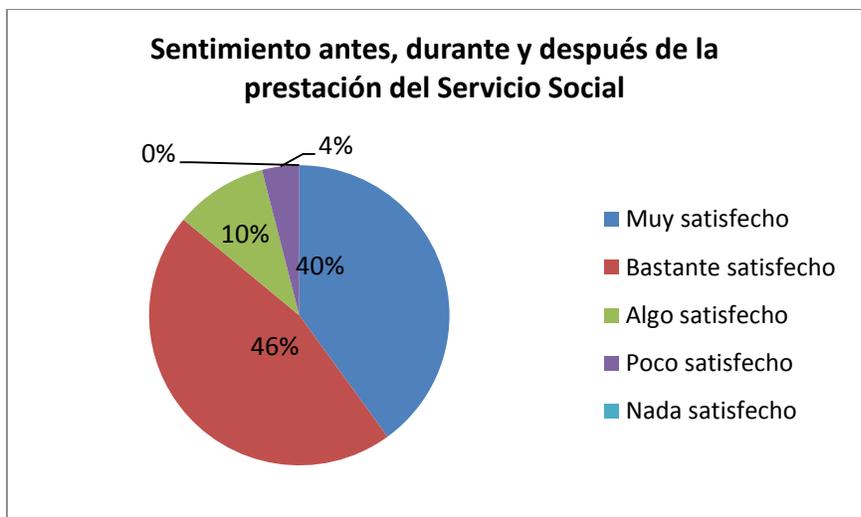


Figura 4. Nivel de satisfacción de los beneficiarios del Programa. Fuente: Datos tomados de la Encuesta

El sentimiento encontrado en la población beneficiada fue de mucha aceptación e incluso fueron muy atentos y colaborados con los estudiantes tanto fue así, que ellos mismos sabían cuál era su debilidad las mujeres y sobre todo los niños fueron muy receptores de la oportunidad de aprender y conocer otras temáticas. El 96% de los encuestados indicaron estar satisfecho con el desarrollo de la labor social en su comunidad.

El uso de estrategia innovadoras desarrolladas dentro de las actividades contribuyó a fortalecimiento de las mismas, valorizando el grado de satisfacción de los beneficiarios entre el 46% y el 50%, le facilitó el acompañamiento para lograr los objetivos en cada actividad realizada. Una de las lecciones más importantes ha sido el efecto de las acciones integradoras por parte de la institución la de focalizar el esfuerzo en comunidades rurales. Esto a su vez ha permitido optimizar y elevar el sentido de pertenencia del servicio social como atributo que se ofrece a nivel de la educación superior de facilitar soluciones más definidas que acciones aisladas. Los cambios introducidos en cada una de las actividades reconocieron el grado de satisfacción entre 50% y el 34% bastante satisfecho por el esfuerzo realizado el resto entre 6% y 4% sintió estar entre algo y poco satisfecho y un 6% exteriorizó nada de satisfacción. (Ver Figura 5)

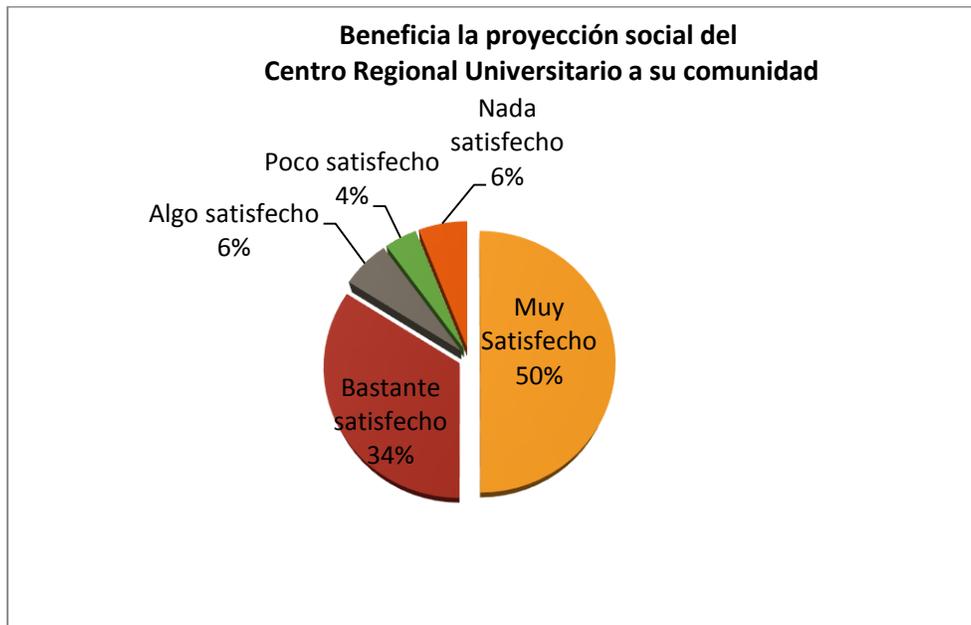


Figura 5. Proyección Social. Fuente: datos proporcionados por los entrevistados

Fuente: Datos tomados de la Encuesta

Resultados entrevistas a Actores clave

Objetivo:

- Dar a conocer la opinión sobre el beneficio y el impacto producido con los prestadores del servicio social del Centro Regional Universitario de Colón a los habitantes de las comunidades del Corregimiento de Ciricito. Año: 2014-15.

1. **Honorable Representante Ramón De La Guardia.**

Lo importante de esta experiencia de servicio social desarrolladas en cada una de las comunidades favorecida por parte de los estudiantes es que nuestra gente se sintió muy contenta de que la universidad se proyectara a favor de las reales necesidades los destinatarios manifiestan. De igual forma nos indicó que hubo mucha motivación por parte de los habitantes en participar en los talleres

de formación ya que en su mayoría no habían tenido la oportunidad de prepararse por el factor económico y trasladarse hacia el centro se le hace muy difícil. En cuanto a que se produjo cambios de actitud y cambios en su vida. Los estudiantes manifestaron un gran profesionalismo. La dinámica desarrollada la puedo calificar de buena, a pesar que solo se contaba con los insumos mínimos para el desarrollo su lograron los objetivos. El impacto considero que se produjo al permitir que las mujeres y los niños un asesoramiento viable para me bien que se traduce en formarla para la autogestión y emprendedoras desde su propia comunidad algunos casos se le permitió a la mujeres generar ingresos para su hogar. Y en otra atreverse a buscar oportunidad de incursionar en el mercado laboral. Ojalá se les pudiera seguir asesorando a estas mujeres que en algunos de los casos se organizaron y formaron un Comité de mujeres con emprendimiento.

Muchas gracias... por todo lo ofrecido durante estos dos años.

2. Líderes Comunitarios

2.1. Pedro Rodríguez

Al entrevistar a nuestro enlace comunitario el mismo manifestó que quería expresar lo valioso y oportuno de estas actividades realizas en busca de una mejor oportunidad para estas personas que se encontraban muy deseosas en asistir a cada taller de formación. Bueno...me gustaría decir muchas cosas positivas que se desarrollaron durante la permanencia de los estudiantes de la universidad en las distintas comunidades del corregimiento que muchas veces por la distancia por ser áreas de difícil acceso se complicaba la movilización ya que tenemos muchos problemas con el transporte tanto acuático como terrestre. Entre las actividades que pude observar que produjeron cambios por lo menos en los niños y jóvenes las actividades de reforzamiento, tutorías, instalaciones de programas en las computadoras de los estudiantes y su utilidad para la realización de sus tareas, produjo mejora de sus calificaciones y el uso de la computadora ya que muchos estudiantes la tenían sin usar por que no sabían utilizarla como una herramienta en la enseñanza. Los cursos de como tener su propia empresa desde su hogar, manejo de presupuesto, motivación, Taller de bisutería, Taller camba, Taller arreglos de cumpleaños y Taller de tembleques gracias al apoyo de las profesoras y estudiantes. Por parte de los estudiantes ellos dieron los materiales para realizar los mismos buscaron el contacto con AMPYME, para que se les otorgara el capital semilla.

En fin agradecer enormemente al Director José V. Young de la Universidad de Colón y agradecer a todos los profesores que estuvieron vinculados en la realización de cada una de las actividades

desde que se inició en Cuipo, pero las necesidades se sintieron y las comunidades pedían los cursos y talleres ofrecidos por los estudiantes. Todo esto sirvió para que en muchos hogares cambiaran de actitud frente a la vida. Todo en su medida estas actividades lograron impactar, ya que yo fui uno de los enlaces para garantizar la distribución de esos programas. Muchas Gracias a los profesores, estudiantes que nos llevaron un poquito de felicidad.

2.2. Juan Sánchez-Club de Padre de familia

Fue de gran satisfacción que la Universidad de Colón nos tomara en cuenta para la realización de cursos que contribuyen por un lado, a tratar de volver a organizar la cooperativa de pescadores y llevarles curso de inglés, informática y como hacer rendir nuestros ingresos a mujeres y hombres que pudieron capacitarse. Lo importante es que los estudiantes fueron de gran apoyo y en todo momento se portaron a la altura. También queremos agradecer al representante que nos apoyó en todo momento.

2.3. Marta González

Fue muy interesante la participación de la Universidad de Colón a nuestras comunidades ya que se recibió mucha asesoría técnica a nosotras las mujeres. Las tutorías a la escuela fue muy buena se le enseñó a hacer uso de su tiempo. Los jóvenes recibieron muchas orientaciones sobre temas de familia, violencia, valores etc. Gracias a los estudiantes por realizar con muchos esfuerzos estas actividades el impacto se observa en la medida que los moradores por el menos cierto grupo se organizaron y lograron poner pequeños negocios de la comodidad de su hogar. Otros como la cooperativa de pescadores lograron motivarse y dieron inicio a reactivarlas. El proyecto que nos dejaron como por ejemplo de la señalización para entrar al muelle en Cuipo.

2.4. Profesora Xiomara Jiménez

Realmente fue de mucho agrado haber recibido el apoyo para mis estudiantes en lo que respecta al programa de informática en cuanto al uso y manejo de la computadora a través de los distintos talleres de programas office de gran utilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje. Y mejoramiento en el aprendizaje Agradecer a los estudiantes y Director del Centro universitario de Colón por permitir ser parte de ustedes a través de servicio social.

La estrategia alcanzar los objetivos propuestos lo que permitió la consolidación y el impacto en cada actividades realizada. La gestión por actividad de intervención, fue bien organizada y orientada a transformar, con precisión y de manera medible, qué es lo que se quiere lograr, definir cambios realistas de lo que se pretende conseguir y dar un seguimiento continuo para detectar a tiempo y de forma oportuna las dificultades en el aprendizaje se tomen las medidas correctivas que se requieran, y de esta manera dirigir el esfuerzo hacia la obtención de resultados más significativos.

CONCLUSIONES

Los informes presentados por las diferentes facultades del Centro Regional Universitario de Colón, permitió hacer el análisis a las actividades de mayor impacto producidas a través del servicio social en el periodo 2014-15. Las mismas nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- Las experiencias del servicio solidario realizados por los prestadores introduce una nueva perspectiva de análisis y presentación en los resultados debido a la multidimensionalidad abordada y la diversidad de actores involucrados y comunidades atendidas. Los servicios son priorizados para los grupos más vulnerables los niños y mujeres.
- Se observa claramente la viabilización de la prestación de la experiencia en un grupo de mujeres <amas de casa> al organizarse y conformar un Comité de Mujeres Emprendedoras y luego obtención del Capital semilla para su negocio con AMPYME, que le permitió mejorar sus ingresos económicos y familiares que han de contribuir a la mejora de la calidad de vida. A pesar de que no se conoce con detalle el valor del incremento, las mujeres beneficiarias manifiestan estar contentas con el incremento de sus ingresos familiares, pues éstos les permiten cubrir otros gastos dentro del hogar.
- Tanto los prestatarios directos e indirectos, como los actores claves sustentan el análisis del impacto de las actividades en comunidades marginadas del corregimiento de Ciricito, manifiestan que las acciones implementas a través del servicio social y la estrategias han generado efectos multiplicadores importantes. Por ejemplo en lo que respecta a la económico se ha organizado a la población femenina para la realización de emprendimiento

empresarial desde su hogar y comunidad además, de permitir el acceso de la población a los centros de trabajo, en lo social, se viabiliza la integración de las comunidades con áreas vecinas para participar de manera oportuna en los talleres de formación en el ámbito de la educación no formal y lograr beneficios para el fortalecimiento de capacidades en la gestión plan de negocios, además que en lo familiar y en sociedad, se mejora la autoestima, se reduce la situación de violencia, se minimiza los fracasos escolares y se permite la promoción de experiencias innovadoras en los procesos de enseñanza- aprendizaje.

- También se logró impactar en el fortalecimiento de capacidades de la niñez y juventud.
- Sobre la participación dentro de la gestión de la autoridad local, podemos rescatar el grado de vinculación que asumió el Honorable Representante Ramón De La Guardia , junto a la participación permanente del dirigente comunitario Señor Pedro Rodríguez que fue uno de los pilares fundamentales que participó en la ejecución de las actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clayss. (2009). Centro Latinoamericano de aprendizaje y servicio solidario.

Domínguez, Julio Granda (2012); Claudio Rama. La Responsabilidad Social Universitaria en la Educación a Distancia.- Chimbote: ULADECH Católica,

García, Sara (2011). Investigación Acción. Métodos de investigación en Educación Especial 3ª Educación Especial.

Sando, Valiente P, Álvarez R. Ma. (2004). Metodología para evaluar el impacto de la superación de directivos educacionales. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/evaluacion-directivos-educacion/evaluacion-directivos-educacion.shtml>

Sampieri, R. et al. Metodología de la investigación. Segunda Edición. México, Editorial Mc. Graw-Hill.

UNESCO. Documento de Política Reglamento de Servicio Social N°2-10, del 2 de marzo de 2010
Universidad de Panamá. Reglamento de Servicio Social. Aprobado en Consejo General
Universitario. Reunión 2-10, celebrado el 2 de marzo de 2010.

AGRADECIMIENTO

A los tutores y coordinadores de Facultad del Centro Regional Universitario de Colón, guías y acompañantes de la planificación y ejecución de las actividades de Servicio Social. Al Honorable Representante Ramón De La Guardia del Corregimiento de Ciricito, a los líderes comunitarios en especial al señor Pedro Rodríguez, por brindarles el apoyo a los estudiantes y docentes tutores en la realización de las actividades del servicio social universitario. A los maestros que brindaron su tiempo para compartir esta valiosa información que esperamos ayude para impulsar un debido y merecido progreso en pos de mejores condiciones de vida. Al Director de Centro Regional Universitario de Colón, por su apoyo en la Gestión del Proyecto institucional de Servicio social. A los miembros de la Comisión de Servicio Social.

COMPARACIÓN DEL JUGO DE CAÑA ACIDIFICADO Y ENVASADO EN BOTELLAS DE VIDRIO (Twist off), DE DOS VARIETADES CRIOLLAS DE CAÑA DE AZÚCAR LA AMARILLA (*Saccharum officinarum*) Y LA MORADA (*Saccharum robustum*)

COMPARISON OF ACIDIFIED AND BOTTLED SUGAR CANE JUICE IN GLASS BOTTLE (TWIST OFF) OF TWO VARIETIES OF SUGAR CANE, YELLOW (*Saccharum officinarum*) AND PURPLE (*Saccharum robustum*)

Por: Manuel Ulises Solís¹ Pedreschi, Yinireth² Villar, Joselyn²

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Departamento de Ciencias y Tecnología de Alimentos.
Email: solismu@yahoo.com

²Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Egresadas de la Escuela de Ciencias y Tecnología de Alimentos.

Págs.: 16-40

Recibido: 15/ago/2017

Aprobado: 01/sep/2017

Artículo

2

RESUMEN

El objetivo de este trabajo, fue preparar jugo con dos variedades de caña de azúcar, la amarilla (*Saccharum officinarum*) y morada (*Saccharum robustum*) acidificado y envasado en botellas de vidrio tipo twist off, y que cumpla con los parámetros de buena calidad para consumo humano. Las dos variedades fueron comparadas con valores obtenidos para los variables color, sabor y consistencia, a través de un análisis sensorial con panelistas no entrenados. Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa $p < 0.05$ de las 3 variables comparadas en las dos muestras.

Palabras clave: Caña de azúcar, Variedad amarilla de caña de azúcar, variedad morada de caña de azúcar, Jugo de caña.

Abstract

The objective of this work was to prepare juice with two varieties of sugarcane, yellow (*Saccharum officinarum*) and purple (*Saccharum robustum*) acidified and bottled in twist off glass bottles, and that meets the parameters of good quality for human consumption. The two varieties were compared with values obtained for the variables color, flavor and consistency, through a sensorial analysis with untrained panelists. The results show a statistically significant difference $p < 0.05$ of the 3 variables compared in the two samples.

Keywords: Sugarcane, Yellow sugar cane variety, Purple sugar cane variety, sugar cane juice.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es una planta tropical, un pasto gigantesco emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forman el azúcar de caña; este jugo se comercializa en puesto de ventas artesanales y se extrae con máquinas prensadoras para luego ser servido al público inmediatamente.

Una vez extraído del tallo, el jugo sufre una rápida fermentación si no es enfriado inmediatamente, por lo que, a través de un procesamiento rápido y estandarizado, podemos mantener las propiedades organolépticas del producto durante varios meses, sin que se presente el deterioro del color, sabor y consistencia del jugo extraído. La India es el lugar de origen de la caña de azúcar, además es el origen botánico de arranque, para el cruce entre especies de diversas variedades **(Hernández, H. Hernández A. 2013)**

Por escritos antiguos se sabe que desde hace más de 5 mil años la caña de azúcar se conocía en Nueva Guinea, una isla de Oceanía. Era una especie de zacate, que se masticaba para sacar su dulce sabor. Pero fue en la India donde se inventó como concentrar el dulce, hirviendo su jugo. La caña de azúcar llegó A América a través de los viajes de Cristóbal Colón por 1493. **(Escuela para todos, 2010 p. 78-80)**

En Panamá existen diversos tipos de caña de azúcar entre las que están la variedad criolla (*Saccharum officinarum*) conocida como caña amarilla y la variedad (*Saccharum robustum*)

conocida como caña morada. Así como en nuestro país, dichas plantas son de crecimiento rápido con amplia distribución en los países centroamericanos de clima tropical.

En cuanto a la misma planta, los principales parámetros que intervienen en su desarrollo son la temperatura, humedad y luminosidad. En el tallo de la caña se forma y acumula un jugo de gran poder alimenticio compuesto esencialmente por agua y una parte sólida rica en sólidos solubles, entre los que sobresalen la sacarosa, glucosa y fructuosa pero también contiene otros nutrientes y micronutrientes (**Aguirre, 2010**).

Es importante señalar, que La sacarosa se sintetiza en las hojas, acumulándose en el tallo de la caña aumentando su contenido con el tiempo hasta alcanzar su óptima madurez, si no se cosecha a tiempo, sobreviene una inversión de los azúcares (**Aguirre, 2010**). El aumento de la sacarosa, se produce durante la última etapa de desarrollo del cultivo, cuando la producción de materia amarilla disminuye para dar paso a la formación de carbohidratos en forma de cristales de sacarosa (**Fermin, 1998**).

Según el instituto nacional y estadístico (INEC) de la contraloría general de la República de Panamá, y de acuerdo al censo realizado en el año agrícola 2013/2014 a productores entre pequeñas y grandes empresas y organizaciones comunes, se estima que la superficie sembrada y cosechada de caña de azúcar corresponden a 40,274 hectáreas sembradas y 38,298 hectáreas de cosecha. (**Contraloría general, 2015**).

Históricamente Panamá es un país que está en constante crecimiento y desarrollo en el ámbito industrial y se enfoca rápidamente en la producción de caña de azúcar la cual representa uno de los principales productos más cultivado y producido en todo el territorio; además, que es un país de clima muy tropical y la planta se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados.

Por otro lado, la industria azucarera en países en vías de desarrollo, enfrenta el problema del deterioro de la caña ya que empieza inmediatamente después del corte, siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de permanencia, y dependiendo de las condiciones ambientales. Cuando el corte es manual el deterioro es mayor, debido al incremento de infecciones de origen bacteriano en los tallos. (**Larrahondo, 1995**). Es por este motivo que la caña de azúcar debe ser recogida inmediatamente del sitio del corte para evitar inversión y aumento de la acidez en el jugo de caña.

El propósito de este trabajo es elaborar un jugo con las variedades antes mencionadas y mezclarlo con sustancias ácidas tales como ácido cítrico, y que esté en un rango estándar de pH y Acidez, que se asemeje al producto fresco que se consume con limón en nuestro país elaborado en forma artesanal. Una vez procesado, se envasará en envases de vidrio de 8 oz, tipo twist off, de la misma manera con que se envasan los jugos naturales de otras frutas tales como uva, manzana y ciruelas.

En este experimento, se utiliza ácido cítrico, ya que es un aditivo cristalino que se agrega a la mayoría de bebidas durante el proceso, con el objetivo de regular el pH, proporcionando un efecto antifúngico y bactericida, y a la vez aportando un sabor ácido.

El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria, es un ácido orgánico tricarbóxico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja (Wong , 1995).

El ácido cítrico y sus sales se pueden emplear en prácticamente cualquier tipo de producto alimenticio procesado, en bebidas se utiliza como saborizante y regulador del pH; además incrementa la efectividad de los conservantes antimicrobianos. (Bristhar, 2010)

Con respecto a nuestro jugo de caña, la principal desventaja reflejada en el proceso de elaboración es la rápida fermentación, debido a la presencia de azúcares y otros componentes orgánicos que lo degradan rápidamente, por lo que se tomarán acciones de buenas prácticas de procesamiento para disminuir este efecto.

Tomando en cuenta estas consideraciones mencionadas anteriormente podemos determinar que actualmente en el mercado panameño no se comercializa el jugo de caña como bebida en envases de vidrio tratado herméticamente, sino es consumido en forma fresco en vasos sin ningún tipo de tratamiento. Por lo que comercializarlo en envases de vidrio cerrados herméticamente podría ser de interés para la industria nacional de procesamiento de alimentos.

Materiales y métodos.

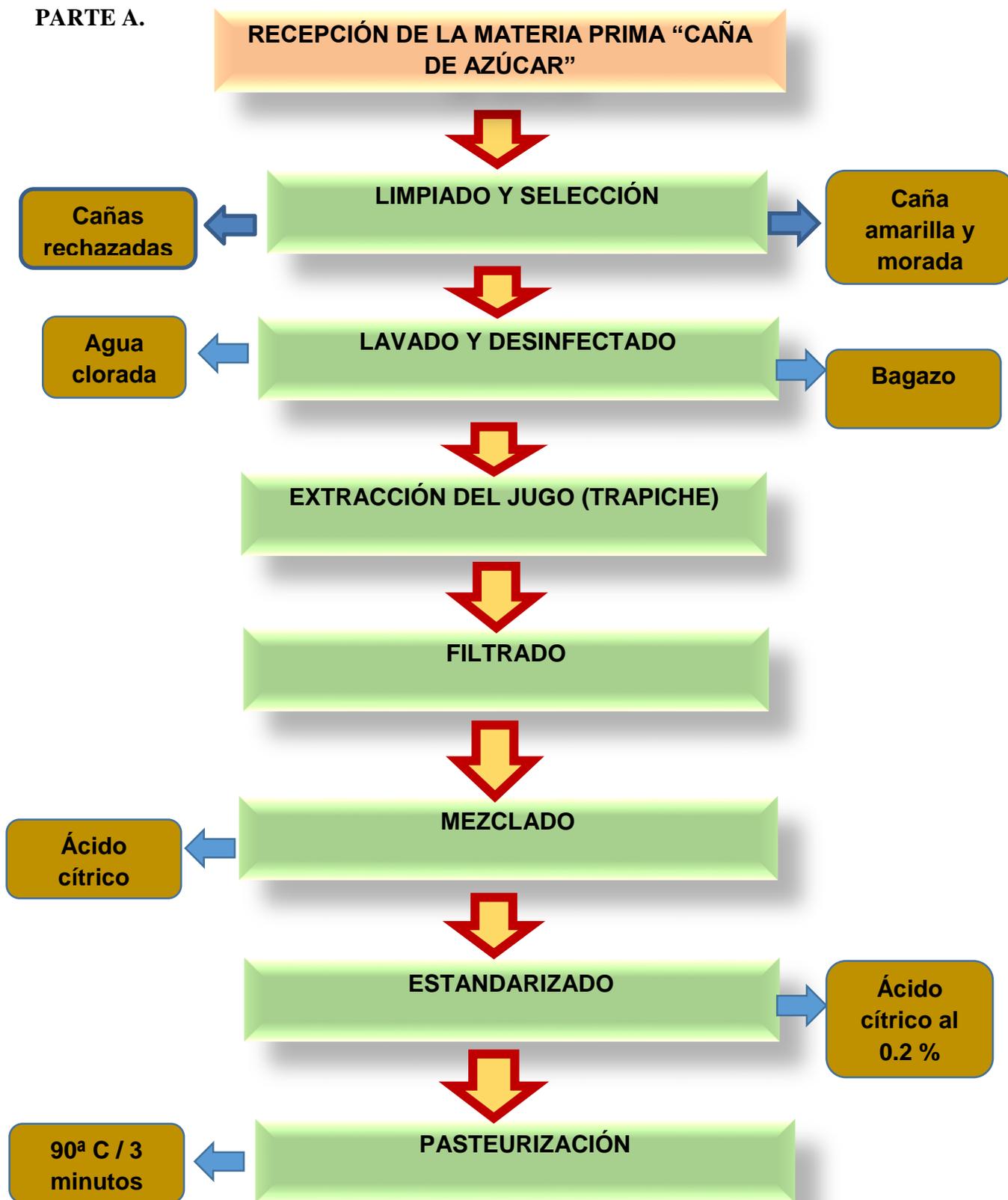
Se utilizaron dos métodos en el proceso de elaboración de los productos, denominado parte A, que tuvo como finalidad obtener un jugo que cumpla con los estándares de calidad, la parte B es la continuación del mismo, en el cual el jugo previamente pasteurizado es sometido a un proceso de decantación lo cual tiene un periodo de dos días, con el propósito de eliminar residuos que se

forman en la parte inferior del mismo (lodo filtro) y que impide que el producto sea totalmente homogéneo.

El proceso de elaboración se realizó utilizando los dos métodos (Parte A) y (Parte B). A continuación se detallan los pasos de elaboración:

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

PARTE A.



PARTE B



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

- Recepción de la materia prima:

La materia prima que se utilizó en el proceso de elaboración del jugo de caña y envasado en botellas de vidrio, fueron dos variedades criollas de caña de azúcar, la amarilla "*Saccharum officinarum*" y la morada "*Saccharum robustum*". Procedentes de fincas ubicada en la provincia de Coclé, Chigoré Penonomé vía Sonadora (ver Fig 1 y 2).



Figura 1. Caña de la variedad amarilla



Figura 2. Variedad Morada

Para la extracción del jugo, la caña de azúcar debe llegar al trapiche sin raíz, esto evita que se acelere el proceso de hidrólisis de la sacarosa en azúcares reductoras y retarda la acción rápida de los polifenoles que afectan el color del jugo, también se tomó en cuenta la altura del corte de la caña considerando que este no afecte la calidad del jugo.

Una vez recolectada la materia prima, se trasladó a la planta piloto de la Escuela de Ciencias y Tecnología de Alimentos del Centro Regional Universitario de Coclé, en tanques de 5 galones debidamente sanitizados, para que no ocurra ningún deterioro de calidad. Allí se procedió a inspeccionar la calidad y frescura de la caña tomando muestras representativas.

- Limpieza y Selección:

La limpieza se realizó manualmente y consistió en eliminar las hojas, las partes terminal del tallo, los rebrotes y alrededor de unos 15 cm de la parte inferior de la caña.

- **Lavado y desinfección:**

El lavado se realizó con agua caliente y clorada “potable”, con la finalidad de eliminar material extraño adheridas a la planta (tierra, pedazos de hojas, polvo, entre otros). Evitando contaminación por microorganismos patógenos y otros residuos.

- **Extracción del jugo**

Para extraer el jugo de la caña de azúcar se prensó el tallo en un molino o trapiche, utilizando la forma manual “hombre” en donde fue pasada por medio de unos bolos de madera. Luego de esto el jugo obtenido fue llevado a la planta piloto donde se le aplicó su proceso de elaboración Ver fig.3.



Figura 3. Trapiche de extracción manual del jugo

- **Filtrado:**

Consiste en hacer pasar el jugo a través de mallas finas, en este caso utilizamos la tela de manta sucia, para separar el jugo del bagacillo y a la vez eliminar sustancias físicas que puede estar presente en el jugo de caña, Ver Fig. 4 y 5



Figura 4. Jugo extraído del trapiche



Figura 5. Filtrado

- **Mezclado:**

En esta etapa el aditivo (ácido cítrico al 0.2 %) es adicionada al jugo y mezclado

- **Estandarización:**

Este proceso consistió en obtener un rango estándar de acidez total y un pH de 3.6. Utilizando ácido cítrico al 0.2 %

- **Pasteurización:**

El jugo se sometió a una temperatura de 90° C durante 3 minutos utilizando un recipiente de acero inoxidable. Este proceso tiene la finalidad de reducir la carga microbiana, a la vez inhibe enzimas oxidativa y desnaturalizar proteínas, asegurando la inocuidad del producto y evitar posterior fermentación, Ver Fig 6.



Figura. 6 Pasteurizado

- **Enfriado y refrigerado:**

Se colocó agua en tinas de acero inoxidable en el cual se sumergió la olla que contenía el jugo pasteurizado de caña con la finalidad de descender la temperatura del líquido. Posteriormente se coloca en tanques con tapas, previamente esterilizadas para refrigerarla.

- **Decantación:**

Este proceso consiste en separar la parte líquida de la sólida, sin agitar el contenido líquido que se encuentra en la parte superior del tanque.

- **Pasteurización:**

El jugo se calentó a una temperatura de 86°C durante 10 minutos utilizando un recipiente de acero inoxidable.

- **Envasado y sellado:**

Las botellas utilizadas para el envasado del jugo de caña de azúcar son envases de vidrio de 8 oz previamente lavadas y esterilizadas, Ver Fig. 7. El llenado se realizó introduciendo el jugo de la caña en las botellas, seguidamente son selladas manualmente con tapas herméticas.



Figura 7. Envasado de las dos variedades

- **Enfriado:**

El producto envasado se enfrió rápidamente por inmersión en agua a temperatura ambiente, con la finalidad de evitar pérdidas nutricionales, aroma, color, consistencia.

- **Etiquetado:**

Se procede a colocar la etiqueta, la cual contienen los datos de presentación de producto.

- **Almacenado:**

Las botellas son almacenadas en un lugar limpio. El producto se mantuvo a temperatura ambiente, hasta su posterior análisis.

ANÁLISIS DEL PRODUCTO

- Índice de refracción o °Brix

El índice de refracción, mide la refracción de la luz a través de una solución. Es un parámetro que se emplea para determinar la calidad y la cantidad de sólidos solubles en un producto en este caso la elaboración de jugo de caña de azúcar.

Para la determinación del índice de refracción se utilizó un refractómetro, marca LEICA MARK II. Se determinó el ° Brix del producto final. **(Rosero O., Sánchez F. 2014)**

- Análisis del pH

Para el análisis de la medición del pH se utilizó un peachimetro, marca METER GLP22 CRISON.

Consiste en la utilización de un vaso químico de 25 ml en donde se le añade 25 ml del jugo de la caña aproximadamente, colocando los electrodos dentro de la muestra, sin tocar fondos ni paredes del vaso y se procederá hacer la lectura del pH.

- Análisis de acidez titulable

La acidez titulable es el porcentaje de peso de los ácidos contenidos en el producto. Se determina por medio del análisis conocido como titulación, que es la neutralización de los iones de hidrógeno del ácido con una solución de hidróxido de sodio de concentración conocida. Este álcali: se adiciona con una bureta puesta verticalmente en un soporte universal.

Para la preparación del hidróxido de sodio se toman 4 gramos de NaOH en 1000 ml de agua destilada. Luego se toma como mínimo 1 gramo de la muestra a analizar y se lleva a un volumen de 50 ml con agua destilada; y posteriormente se agregan 3 gotas de fenolftaleína como indicador.

Se procedió a realizar el análisis, de acuerdo a la siguiente fórmula. **(Rosero O. Y Sánchez F. 2014)**

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A \times B \times C \times 100}{D}$$

A = Mililitros gastados de NaOH

B = Normalidad de NaOH

C = PM del ácido cítrico (0.064)

D = g de muestras a analizar

- Análisis macroscópico

Se Realizaron pruebas visuales semanales sobre el comportamiento del producto después de haber sido elaborado, con el fin de garantizar la calidad organoléptica durante su periodo de almacenamiento.

- Análisis microbiológico

Para el estudio de los análisis microbiológicos se utilizaran placas 3M™ Petrifilm™ para recuento de Hongos y Levaduras, placas 3M™ Petrifilm™ para recuento de coliformes Totales y peptona como medio de cultivo., se realizó análisis de superficie del medio de extracción (trapiche), utilizando Hisopos - 3M™ Quick Swabs – para el muestreo del mismo, Ver Fig 8.



Figura 8. Pruebas Microbiológicas en Papel Petrifilm

- Análisis sensorial

La prueba de evaluación sensorial para el jugo de caña de azúcar se determinó por medio de un panel de consumidores de 15 panelistas utilizando una escala hedónica de tipo positivo y negativo y de colores, en la cual el panelista expresa su reacción ante el producto, indicando si es agradable o no. Como se trata de dos variedades independientes, caña amarilla y caña morada se utilizó el siguiente estadístico “ T_e ” mediante la siguiente Fórmula:

$$T_e = \frac{(X-Y)\sqrt{N_1 N_2 (N_1 + N_2 - 2)}}{N_1 + N_2} \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N_1}}{N_1} + \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N_2}}{N_2}}$$

El estadístico “ T_e ” resultante se compara con el de la tabla “ T_t ”, el resultado acepta o rechaza las hipótesis establecidas:

H₀ = Las dos muestras son iguales

H_A = Las muestras son diferentes.

Hay que anotar que todas estas comparaciones se realizan a 95 % de intervalos de confianza. Si el **$T_e > T_t$** , entonces concluimos H_A, si es al contrario, entonces concluimos **H₀**.

La siguiente escala hedónica de valores y colores fue utilizado en el análisis sensorial del producto.



Después de degustar el producto, indique el grado de aceptación marcando con un gancho el color seleccionado.

Tabla 1

Análisis sensorial utilizado para medir los atributos del jugo de caña de azúcar tanto para la caña morada como para la caña Amarilla.

| NIVEL DE AGRADO | ATRIBUTOS | | |
|------------------------------|-----------|-------|--------------|
| | Color | Sabor | Consistencia |
| Definitivamente me agrada | | | |
| Me agrada más o menos | | | |
| Ni me agrada ni me desagrada | | | |
| Me desagrada un poco | | | |
| Definitivamente no me agrada | | | |

RESULTADOS Y DISCUSIONES:

Se realizaron pruebas de elaboración del producto de los dos tipos de caña, mediante el proceso de decantación, este método nos proporcionó mejores resultados ya que este conserva todas sus propiedades de la caña y a la vez nos permite eliminar sustancias sólidas propias del mismo (lodo filtro) y de esta manera obtener un producto clarificado con un aspecto más uniforme.

El jugo recién extraído de las diversas variedades de caña (Caña Amarilla “**Saccharum Officinarum**” y caña morada “**Saccharum Robustum**”). Presenta las siguientes propiedades Fisicoquímicas según se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Análisis físico-químico del jugo de caña puro sin ácido cítrico no pasteurizado

| Jugo de caña de azúcar | pH | Solidos solubles (°Brix) |
|-----------------------------------|-----|--------------------------|
| Amarilla (Saccharum officinarum) | 5.2 | 19.2 |
| Morada (saccharum robustum) | 5.2 | 11.0 |

Ambas presentan un pH parecido, pero difieren en cuanto a su contenido de sólidos solubles. En la Tabla 3, se muestra una disminución del pH, y un incremento de los sólidos solubles debido al agregado de ácido cítrico y al proceso de pasteurización durante los primeros 15 y 30 días de almacenamiento. En cuanto a la acidez podemos demostrar que los valores se encuentran por debajo de las normas establecidas como lo muestra la Tabla 3, sin embargo los panelistas lo aceptaron así.

Tabla 3

Resultados de los Análisis Físico-químicos del Jugo de caña a los 15 y 30 días de almacenamiento

| Jugo de caña | pH | Sólidos solubles (° Brix) | Acidez expresado en % de Ácido cítrico |
|--|------------|------------------------------|--|
| Jugo de caña Amarilla + ácido cítrico | 3.6 | 21.6 | 0.32 |
| Jugo de Caña Morada + ácido cítrico | 3.5 | 14 | 0.256 |

En las cuatro semanas de análisis sensoriales de estabilidad, para las muestras de jugo de caña elaboradas, estos conservan sus propiedades organolépticas de color, sabor, consistencia, como reflejo de la baja alteración microbiológica producida en el producto como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Análisis Macroscópico y estabilidad del producto final.

| TIPO DE CAÑA DE AZÚCAR | ESTABILIDAD |
|---|---|
| <p>JUGO DE CAÑA MORADA “<i>Saccharum robustum</i>”</p> | <p>PRIMERA SEMANA el jugo presenta el olor característico a la caña de azúcar, su color ámbar oscuro, aspecto uniforme. Se encuentra en condiciones óptimas de consumo.</p> |
| | <p>SEGUNDA SEMANA conserva sus propiedades organolépticas color, sabor y olor, se mantiene similar a la primera semana de elaboración.</p> |
| | <p>TERCERA SEMANA sus características organolépticas se mantiene igual a la primera semana de estabilidad.</p> |
| | <p>CUARTA SEMANA Aún conserva las características organolépticas desde la elaboración del producto</p> |
| <p>JUGO DE CAÑA AMARILLA (<i>Saccharum officinarum</i>)</p> | <p>PRIMERA SEMANA el jugo presenta el olor característico a la caña de azúcar, su color es translucido ámbar claro, su aspecto es uniforme.</p> |
| | <p>SEGUNDA SEMANA el color, sabor y olor, se mantiene similar a la primera semana de elaboración.</p> |
| | <p>TERCERA SEMANA conserva sus propiedades organolépticas como la primera semana de elaboración.</p> |
| | <p>CUARTA SEMANA Aún conserva las características organolépticas desde la elaboración del producto. Su olor sigue siendo característico, su color se mantiene, el sabor se mantiene igual y el aspecto es homogéneo. Por lo tanto el producto se encuentra en condiciones aceptable para su consumo.</p> |

En las cuatro semanas de análisis sensoriales de estabilidad, para las muestras de jugo de caña elaboradas, estos conservan sus propiedades organolépticas de color, sabor, olor característico, como reflejo de la baja alteración microbiológica producida en el producto.

El jugo pasteurizado en envase de vidrio crean un ambiente donde la estabilidad de microorganismo es muy baja y el jugo se aísla del entorno, protegiéndolo de acciones de agentes externos. Como se muestra en la Tabla 4.

En cuanto al análisis microbiológico, La Tabla 5 y 6 muestra los rangos encontrados en el análisis de superficie tanto para coliformes totales, como para hongos y levaduras, evaluado en el trapiche, este análisis se realizó en la etapa inicial de nuestro proceso.

Tabla 5

Análisis de superficie de coliformes totales, hongos y levaduras del jugo de caña en el trapiche.

| Análisis de superficie | Muestra | Resultado | Rango |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|
| Coliformes Totales | Trapiche | Incontable | < de 10 UFC/mL |
| Hongos y Levaduras | Trapiche | Incontable | < de 10 UFC/mL |

Como se muestra en la Tabla N°5, podemos observar que el rango aceptable de UFC/ml para hongos y levaduras, debe ser < de 10 UFC/mL (MINS/DIGESA, 2008). En cuanto a los resultados obtenidos tanto para coliformes totales como para hongos y levaduras fueron incontables.

En la Tabla 6 y 7 se muestran los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a las muestras del jugo de caña de azúcar durante los primeros 30, 45 y 50 días de almacenamiento envasados en envase de vidrios twist off.

Tabla 6

Análisis para coliformes totales durante los primeros 30, 45 y 50 días de almacenamiento.

| Tiempo | Muestra | Resultados | Rango |
|----------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| 30 días | caña amarilla | 0 ufc/g | <3 UFC/ml |
| 45 días | Caña amarilla | 0 ufc/g | <3 UFC/ml |
| 50 días | Caña amarilla | 0 ufc/g | <3 UFC/ml |

Tabla 7

Análisis para hongos y levadura durante los primeros 30, 45 y 50 días de almacenamiento.

| Tiempo | Muestra | Resultados | Rango |
|----------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| 30 días | caña amarilla | 0 ufc/g | <1.0 UFC/ml |
| 45 días | Caña amarilla | 0 ufc/g | <1.0 UFC/ml |
| 50 días | Caña amarilla | 0 ufc/g | <1.0 UFC/ml |

Como se muestran en las Tabla 6 y 7 el recuento de coliformes Totales, hongos y levaduras está dentro del nivel aceptable según los requerimientos de la norma, (MINSA/DIGESA, 2008), debido a que el producto fue elaborado aplicando las buenas prácticas de manufactura.

El análisis microbiológico nos muestra que prácticamente no hubo crecimiento de colonias, en nuestro producto final.

Las siguientes figuras y tablas, muestran los resultados para las variables, sabor, color y consistencia. Como podemos observar en la figura 9, se aprecia la dispersión de los datos para la variable color. Los datos de la caña amarilla se encuentran distribuido positivamente, mientras que la caña morada se encuentra valores positivos y negativos. La media para ambos es diferente, para caña amarilla fue de 1,73333 y de la caña morada fue 0.466667 sin embargo a simple vista no podemos establecer ninguna diferencia significativa, entre los dos grupos. Utilizando la fórmula de la prueba de t mencionado anteriormente, los resultados lo podemos observar en la tabla 8, por

lo que podemos concluir, que para el color los resultados son estadísticamente significativos $p < 0.05$, por lo tanto se concluye HA.

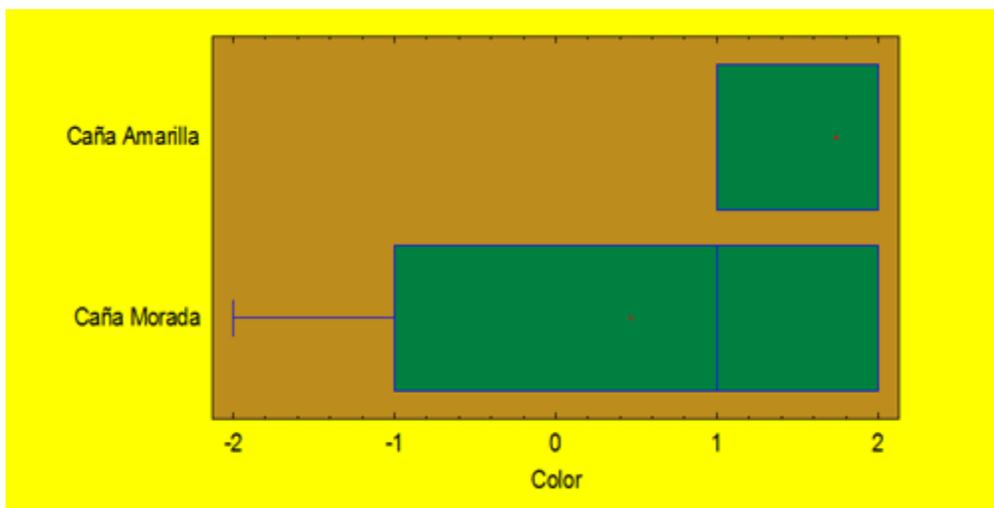


Figura 9. Grado de aceptabilidad de la variable color en ambos jugos

Tabla N° 8

Comparación para la variable color en las dos variedades de jugo de caña

| MEDIO DE COMPARACIÓN | |
|-----------------------|----------------|
| Hipótesis Alternativa | Son diferentes |
| Estadístico T | 2,87841 |
| P-Valor | 0,0108 |

En la figura 10, se muestra los datos para la variable sabor. Los datos de la caña amarilla se encuentran distribuido positivamente, mientras que la caña morada se encuentra valores positivos y negativos. La media para ambos es diferente, para caña amarilla fue de 1,4667 y de la caña morada fue 0,466667, sin embargo a simple vista no podemos establecer ninguna diferencia

significativa, entre los dos grupos. Los resultados lo podemos observar en la tabla 9. Por lo que de aquí podemos concluir, que para el sabor los resultados son estadísticamente significativos $p < 0,025$. Se acepta H_A .

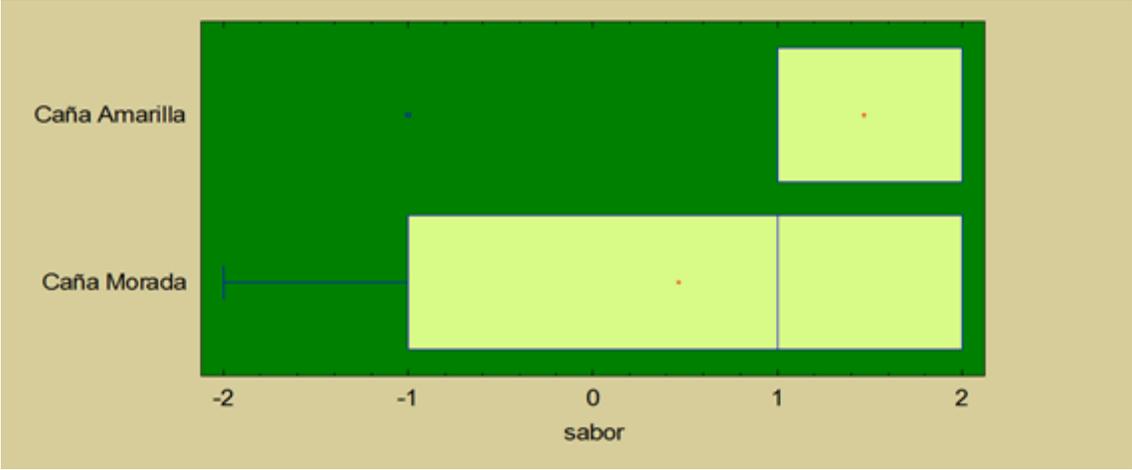


Figura 10. Grado de aceptabilidad de la variable sabor en ambos jugo de caña.

Tabla 9

Comparación para la variable sabor en las dos variedades de jugo de caña.

| MEDIO DE COMPARACIÓN | |
|-----------------------|----------------|
| Hipótesis Alternativa | Son diferentes |
| Estadístico T | 2,36748 |
| P-Valor | 0,0251 |

En la figura 11, para la variable consistencia nos muestra los datos obtenidos de las dos tipos de jugo de caña en donde la caña amarilla se encuentran distribuido positivamente, igual que la caña morada encontrándose valores positivos, sin embargo se obtuvo una diferencia en la media

para ambos jugos de caña, para la caña amarilla fue de 1,73333 , con respecto a la caña morada que fue de 0,933333. Los resultados lo podemos observar en la tabla 10. Por lo que de aquí podemos concluir, que para la consistencia los resultados son estadísticamente significativos $p < 0,025$. Se acepta H_A .

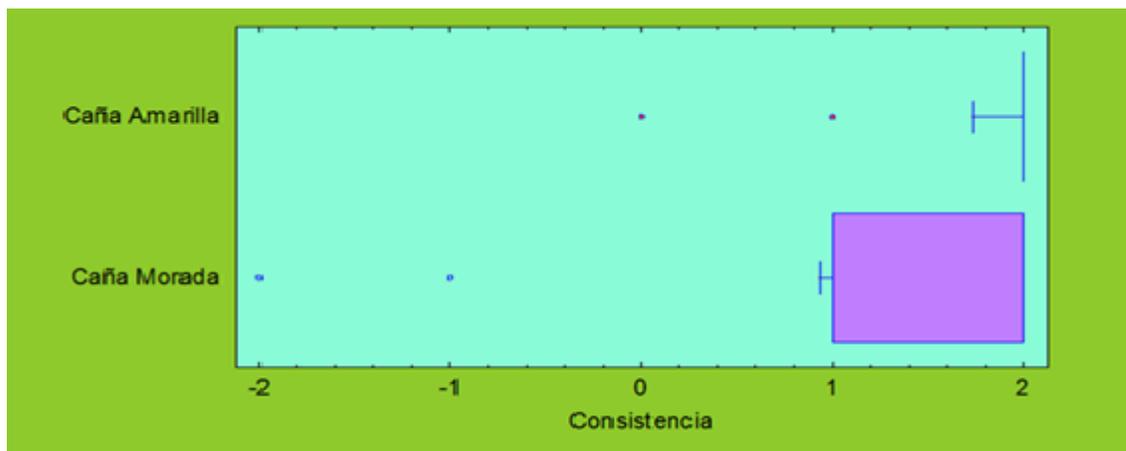


Figura 11. Grado de aceptabilidad de la variable consistencia en ambos jugo de caña.

Tabla 10.

Medio de comparación para la variable consistencia en las dos variedades de jugo de caña.

| MEDIO DE COMPARACIÓN | |
|----------------------|----------------|
| Hipótesis nula | Son diferentes |
| Estadístico T | 2,19613 |
| P-Valor | 0,0402 |

CONCLUSIONES:

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio para la elaboración de jugo de caña acidificado y envasado en botellas de vidrio, se plantea las siguientes conclusiones:

En cuanto a la acidez podemos demostrar que los valores se encuentran por debajo de las normas establecidas, sin embargo los panelistas lo aceptaron así.

En el análisis macroscópico se concluye mediante la inspección visual que durante las cuatro semanas de monitoreo del producto final se conservan todas sus propiedades organolépticas de color, sabor, y consistencia.

En el análisis microbiológico los resultados obtenidos del recuento de coliformes Totales, hongos y levaduras efectuados durante los primeros 30, 45 y 50 días de almacenamiento nos muestra que prácticamente no hubo crecimiento de colonias.

Para la variable color en las muestras del jugo de caña morada y amarilla se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa. Siendo la media de la caña amarilla superior a la morada

La variable sabor también demostró diferencia significativa. La caña amarilla fue mejor aceptada que la variedad morada.

Para la variable consistencia también se encontró una diferencia significativa, siendo la caña amarilla superior en la media que la morada.

BIBLIOGRAFÍA.

Aguirre M. (2014). “Jugo de caña de azúcar envasado en vidrio” disponible en: <http://www.dspace.spal.edu.ec/vistreum/>.

Almanaque escuela para todos (2010). “La caña de azúcar”, 45, 78 – 80

Bristhar, (2010). “Materias primas para la industria farmacéutica, alimenticia y cosmética (ácido cítrico)”. Disponible en: www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html

Contraloría General de la República de Panamá. (2013-2014). Disponible en: https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_subcategoria=12&id_publicacion=630&id_idioma=1&id_categoria=4

Fermín, S. J., (1998). “Calidad del jugo y contenido de fibra de tres variedades de caña de azúcar en un ciclo de crecimiento”. *Agronomía Costarricense*. 22(2):173-184.

Hernández H, Hernández A. F (2015) “La caña de azúcar en su contexto histórico”, disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1333/cana-azucar.html>

Larrahondo J. E., (1995). “Calidad de la caña de azúcar”. **Disponible en:** http://www.ceñicana.org/pdf/documentos_no_seriados/libro_el_Cultivo_cana/libro_p337-354.pdf

MINSA/DIGESA-V.01. (2008). *Normas sanitarias que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas para consumo humano*. Perú.

Rosero O, Sánchez F., (2014). *Efecto de un preparado cobertor en la estabilidad sensorial de la nuez tierna y dura del coco (Cocos nucifera) almacenada a -18 °C*. *revista científica universitaria*, 3, (2), 63.

Wong, S. D. (1995). “Aditivos (Ácido cítrico)”. En: Dominic W. S. Wong. **Química de los alimentos mecanismos y teoría**. Editorial Acribia, S. A., ZARAGOZA.

**LA MIGRACIÓN Y EL MERCADO TRABAJO LOCAL: CASO
ESPAÑOL.
AÑOS: 2001-2006.**

MIGRATION AND THE LOCAL WORK MARKET: SPANISH CASE.
YEARS: 2001-2006.

Por: Jaime Manuel González

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé,
Facultad de Economía, Departamento de Teoría y Desarrollo Económico.

Email: jaime_manuelg@hotmail.com

Págs.: 41-84

Recibido: 03/ago/2017

Aprobado: 01/sep/2017

Artículo

3

RESUMEN

La articulación entre la migración y el mercado de trabajo local es la base de este estudio que se delimita para España y que comprende el periodo 2001-2006.

El artículo inicia con una aproximación teórica general basada en el efecto que tiene el empleo, como causa fundamental a la hora de motivar la decisión de emigrar o inmigrar de un lugar de origen a un lugar de destino. Esta exposición se realiza de forma general y culmina con un enfoque sobre la casuística española.

Se prosigue con un análisis de la estructura espacial de diferentes variables relacionadas con los procesos migratorios (emigración, inmigración y saldo migratorio). Utilizamos las provincias como unidad de referencias para resolver la descripción espacial.

La relación entre migración y el mercado de trabajo local se plantea en base a técnicas de datos de panel, para cinco sectores económicos (agrícola, industria, construcción, servicios de mercado y de no mercado), para el mismo conjunto de provincias españolas.

El artículo concluye con la escogencia de modelos, tanto de efectos fijos como de efectos aleatorios, para cada sector económico y plantea claramente la necesidad de introducir variables sociales. Este tipo de trabajos puede encontrar su continuación en estudios adaptados a la región de **Aragón** y la región **Centroamericana** (Centroamérica y Panamá).

Palabras Clave: Migración, Mercado de Trabajo Local, Desarrollo Regional

Clasificación JEL: R11; R12; J61; C23

Abstract

The articulation between migration and the local labor market is the basis of this study that is delimited for Spain and that includes the period 2001-2006. The article begins with a general theoretical approach based on the effect that employment has as a fundamental cause when motivating the decision to emigrate or immigrate from a place of origin to a place of destination. This exhibition is done in a general way and culminates with a focus on Spanish casuistry.

An analysis of the spatial structure of different variables related to migration processes (emigration, immigration and migratory balance) is continued. We use the provinces as a reference unit to solve the spatial description.

The relationship between migration and the local labor market is based on panel data techniques for five economic sectors (agriculture, industry, construction, market and non-market services) for the same set of Spanish provinces.

The article concludes with the choice of models, both fixed effects and random effects, for each economic sector and clearly poses the need to introduce social variables. This type of work can find its continuation in studies adapted to the region of Aragon and the Central American region (Central America and Panama).

Keywords: Migration, Local Labor Market, Regional Development
JEL classification: R11; R12; J61; C23

1. INTRODUCCIÓN

Los temas de migración, y su relación con el mercado laboral se hacen cada vez más importante en la vida práctica a todos los niveles. Por ello, nos parece interesante analizar lo sucedido en el caso de España, en un periodo significativo para el desarrollo económico regional, como fue el comprendido entre los años 2001-2006.

En este estudio se trata de presentar una visión general de los mercados de trabajo, y su relación con una decisión de localización, como es la migración (emigración e inmigración). La migración forma parte de un proceso sistemático, inspirado en la naturaleza humana, basado en la maximización de la utilidad en el momento que el individuo se moviliza de un lugar a otro. El enfoque del trabajo no se limita a presentar los datos de movimientos, sino que intentaremos detectar las causas mediatas e inmediatas que motivan este movimiento. Existen muchas teorías y autores que han diseñado modelos para ver como la variable de migración reacciona en función de escenarios positivos y negativos. Estos escenarios pueden contemplar sólo variables económicas, como se establece en el marco teórico que inicialmente se presenta. Este planteamiento metodológico nos aproxima a una realidad mediata pero útil. Sin embargo, para hacer más consistente el enfoque, debe introducirse también una articulación entre las variables económicas y las sociales dentro de los estudios migratorios.

Esta articulación puede dar cabida a diferentes aproximaciones que no han sido contemplados en este estudio. En nuestro caso, los factores que abordamos son los habituales en esta literatura: las variables de salario, producción interna bruta, empleo y otras como el nivel de servicios públicos y privados, las variables de estado físico (clima, temperatura, humedad, etc.).

En su conjunto, el trabajo que presentamos, aporta elementos básicos para resolver estudios posteriores en el área de la econometría espacial, el desarrollo económico regional y el análisis mercado de trabajo local.

El trabajo se estructura de la siguiente forma:

En la **sección 2**, se expone el marco teórico que tiene su inicio en un enfoque histórico que presenta los aportes de los primeros representantes que hicieron estudios de poblaciones migratorias, y presenta al empleo como causa fundamental de estos estudios, que enfocan la emigración y la inmigración como funciones separadas. Culmina la sección con un enfoque teórico acerca de los flujos migratorios en España.

En la **sección 3**, se establece una descripción empírica acerca del impacto de la migración dentro de España, utilizando herramientas de econometría espacial se establece la magnitud de la emigración e inmigración dentro de una relación interprovincial.

En la **sección 4**, se hace un esfuerzo teórico en el cual se presentan los elementos fundamentales de un análisis de datos de panel estático y sus respectivos test para los sectores económicos elegidos (agrícola, industrial, construcción, servicios de mercado y de no mercado), dentro del periodo 2001-2006.

Finalizamos con una sección de conclusiones y perspectivas de trabajos futuros. Entendemos que esta línea es de utilidad para lograr futuros estudios tanto para Aragón como Centroamérica. Nuestro objetivo es establecer la base para estudios de datos de panel dinámicos dentro de los enfoques de desarrollo regional y espacial.

2. EL PROBLEMA DE LA MIGRACIÓN: ENFOQUE GENERAL Y CASUÍSTICA ESPAÑOLA

Los problemas que afectan al factor trabajo, dentro del sistema económico vigente, nos lleva directamente a ver fenómenos económicos que llaman mucho la atención como es el tema de la **migración**.

Como hipótesis de trabajo vamos a asumir que el individuo busca el bienestar para él y su familia, logrando el máximo de utilidad al asumir su decisión de migrar de un lugar de origen a uno o varios lugares de destino. Suponemos que este individuo es un ser racional y que va a tomar la mejor de las decisiones utilizando la información que le suministra su entorno.

Dentro de los estudios económicos relacionados con la migración, destaca el papel otorgado a las amenidades y al propio valor del factor trabajo como elementos esenciales del análisis.

2.1. Primeros modelos generales de migración

Dentro de este bloque vamos a considerar los trabajos de **E. G. Ravenstein (1889)**, donde se nos presenta una primera aproximación teórica acerca de cuatro tipos diferentes de trabajadores: **migratorios locales; migratorios de corta-jornada; migratorios de larga-jornada; y migratorios por fases**. Además, separó los trabajadores permanentes de los trabajadores temporales y explicó el proceso de absorción de trabajadores y las áreas de dispersión del migrante. El centro de su contribución fue la idea de que los individuos migran en función de las diferentes oportunidades económicas en contraposición a los argumentos de las amenidades. Por tal razón, formuló sus "leyes de migración" que se basaron en el modelo de gravedad donde se sustentan siete leyes de migración. **El modelo de gravedad** utiliza las leyes físicas relacionadas con la masa y la fuerza, como dos vectores que explican los movimientos de las personas entre lugares relacionados. En términos generales, se puede decir que un aumento de la población en ambos lugares o una reducción en la distancia física, provocará un aumento en los flujos de migración.

Por otro lado, nos encontramos también con modelos que se fundamentan en la información que los amigos manejan en el lugar de origen y que son impulsores del movimiento a otros lugares al compartir información con personas que se han quedado. Es el llamado **efecto del camino conocido**. Los trabajos de **Nelson (1959), Greenwood (1970), MacKinnon y Rogerson (1980), Rogerson y MacKinnon (1982)** inciden en esta visión. Se debe considerar que, aunque la

información y el coste de las transacciones son difíciles de medir esta literatura apunta hacia la importancia de considerar tales factores en los estudios de migración.

Este análisis inicial se complementa con **los modelos de ingresos diferenciados**, que trata con las diferencias de los sueldos en el lugar de origen comparado con el lugar de destino. Estas diferencias salariales se convierten en información importante para los trabajadores migratorios potenciales. Con esta información, el trabajador decide retirarse de su trabajo en el lugar de origen, por ser bajo los sueldos, para buscar áreas de destino donde existan salarios más altos. En estos modelos la migración sirve como un flujo para el re-equilibrio de los mercados laborales en el espacio.

El modelo de gravedad se puede generalizar al introducir la migración basada en los salarios. La tasa de paro se puede usar como factor determinante de la probabilidad de obtener un empleo en el lugar de destino. **Lowry (1986)**, encuentra que las condiciones económicas en el lugar de origen no afectan decisivamente a la propensión de los individuos para emigrar. De hecho, encuentra que sólo la tasa de paro produce efectos negativos en el lugar de destino. Este resultado es importante, porque sugiere que las comunidades precarias pueden resolver sus problemas económicos a través de la salida de población vía migración. En definitiva, **Lowry** sugiere que el comportamiento de los trabajadores inmigrantes puede estudiarse separadamente del comportamiento de los trabajadores emigrantes de un área determinada.

Esto llevó a varios estudios subsecuentes que examinaron la inmigración y emigración por separado.

2.2. Modelos de entrada de población (inmigración)

Estos modelos no se preocupan por las condiciones que prevalecen en los lugares de origen, ya que la hipótesis básica es que los inmigrantes vinieron buscando las condiciones regionales del lugar de destino.

2.2. A. Los modelos “job-vacancies”

Los trabajadores inmigrantes responden a las oportunidades que se promuevan en los lugares de destino, producto del exceso de demanda de trabajo. Existe una clara proximidad entre la Teoría de desarrollo regional y el modelo de trabajo por vacante. Algunos autores que avanzaron en esta dirección son, por ejemplo, **Mazek (1966)** y **Glantz (1973)**. **Mazek** explicó los cambios de la fuerza laboral en función de las diferencias en los niveles de desempleo potencial de las regiones. Fue uno de los primeros investigadores que introdujo las ecuaciones simultáneas en los estudios de comportamiento de la migración, reconociendo que la inmigración y el desempleo se encuentran interrelacionados.

Glantz también contribuyó con la explicación de la variable de empleo potencial, tomando en cuenta también la tasa de crecimiento del empleo. Para ello se fundamentó en que la región debería seguir la tendencia de crecimiento de la economía nacional.

2.2. B. Los modelos de amenidades estructurales de inmigración

Los factores de amenidades estructurales pueden ser de muy distinto tipo incluyendo las condiciones de vivienda, política fiscal, la estructura industrial, el tamaño de las ciudades y la accesibilidad de otros lugares, además de las oportunidades de empleo.

Dentro de estos modelos existe una referencia clave en **Von Böventer (1969)**, quien estudia el efecto del tamaño de una ciudad y su relación con las decisiones de inmigración. Esta relación no es lineal como tampoco se relacionan linealmente con los costos por servicios públicos e infraestructura. En los trabajos de **Mueller (1982)**, las oportunidades económicas reales se aproximan por el ingreso medio y la tasa de paro, mientras las oportunidades económicas

potenciales se reflejan a través del crecimiento del ingreso medio y los años promedio de educación, como indicador de innovación de las ciudades. Por otro lado, las variables fiscales incluyen los impuestos residenciales per-cápita y los gastos públicos y pagos en materia de bienestar percibidos.

2.2. C. Los modelos de relaciones simultáneas de inmigración

Este enfoque fue promovido para poder estudiar también el crecimiento económico, en lugar de atender exclusivamente al comportamiento de la migración. La hipótesis es que las diferencias regionales en el crecimiento del factor trabajo son el resultado de las diferencias regionales en el crecimiento de la economía. Algunos de los autores más representativos de esta línea son **Olvey (1970)** y **Greenwood (1973, 1975b, 1976)**. **Olvey** se centró en los movimientos de la inmigración en un área geográfica determinada como una medida de crecimiento del número de obreros y del nivel de empleo de las áreas metropolitanas de los Estados Unidos. Distinguió entre trabajadores migratorios que se están moviendo por las fronteras de los estados (inmigrantes de corta-distancia) y aquellos que vienen de estados distantes (inmigrantes de larga distancia). Las variables explicativas acerca del nivel de salarios regionales incluyen: los niveles de salarios que prevalecen en otras partes, el clima, la población en el área del destino, y al crecimiento del empleo (endógeno). La otra ecuación endógena en el modelo (crecimiento del empleo) fue desarrollada como una función de varios factores asociados a la fuerza de trabajo y el crecimiento del empleo dentro del área metropolitana. **Greenwood**, estudió el efecto en la inmigración de factores endógenos, como los cambios del ingreso, el empleo o desempleo en un área geográfica similar, la proporción de producción y el crecimiento de la población. Los niveles del ingreso medio, las tasas de paro y las variables regionales son otros factores exógenos de la migración utilizadas habitualmente como variables explicativas en estos estudios.

2.2. D. Los modelos de "oportunidades alternativas"

Entre los autores más representativos podemos citar a **Alperovich, Bergsman y Ehemann (1977)** y **Muller (1982)**. Los primeros definen el modelo de las oportunidades alternativas donde se reconoce que hay varias regiones de destino, compitiendo y que los emigrantes pueden moverse, no sólo a un destino sino a varios.

Muller plantea que la proporción de inmigración de un área puede hacerse depender de tres factores: el primero es similar al efecto de la periferia, propuesto anteriormente por **Von Böventer (1969)**; el segundo son los atributos de cada lugar, sopesados por la población y la distancia entre los lugares en un efecto de tipo gravedad; el tercero es la influencia de los destinos de migración compitiendo entre sí.

2.3. Modelos de salida de población (emigración)

El énfasis clave de estos modelos son las condiciones económicas del lugar de origen como un factor determinante de emigración. Por lo tanto, se podría plantear que las personas que todavía viven en un área económicamente deprimida tienen una propensión inherente muy baja para emigrar, quizás porque mantienen lazos fuertes con la comunidad local. Lo contrario sería lo que se refiere a las probabilidades de ciudades grandes que reciben un gran flujo de inmigrantes, en su mayoría trabajadores de zonas rurales.

2.3. A. El modelo de propensión

Se dirige hacia los efectos específicos de las condiciones económicas de los lugares de dónde los trabajadores migratorios son originarios. En general, las comunidades que enfrentan perspectivas

de crecimiento económico reducido, o de declive, perderán población y viceversa. Los trabajos de **Miller (1973)**, **Trott (1971)**, **Renshaw (1970)**, **Morrison y Relles (1975)** nos describen este tipo de modelos. **Miller** incluyó el ingreso medio y los aumentos en la proporción de desempleo como factores determinantes de la propensión para dejar un área de residencia. Además, tratan el volumen de emigrantes como una proporción del número de residentes que ya habían demostrado su deseo de emigrar. **Trott** se centró específicamente en individuos que estaban dentro de la fuerza laboral, los cuales constituyen una muestra más restringida de trabajadores migratorios potenciales. En el análisis empírico usó sólo individuos que realmente estaban trabajando y se encontraban cubiertos por las contribuciones al Seguro Social. **Renshaw** se centró en las condiciones estructurales e institucionales (legales) que prevalecen en los mercados de trabajo locales. Criticó la pretensión de controlar las propensiones de migración dentro de la población, porque no había ninguna relación estadística entre las condiciones económicas locales y las proporciones de migración. **Morrison y Relles**, sostuvieron que las condiciones económicas en el lugar de origen afectan el comportamiento de la migración de igual forma para todos los individuos. Estos autores usaron el retardo de la propia emigración como medida de propensión de la población para emigrar. En general mantienen que hay una asimetría en la respuesta de los diferentes tipos de emigrantes a las oportunidades económicas. Se ejerce una fuerza de tirón a los trabajadores migratorios hacia destinos donde el crecimiento del empleo es alto pero no se ejerce la misma fuerza de atracción hacia los lugares donde el crecimiento del empleo es bajo.

2.3. B. El modelo de relaciones simultáneas de emigración

El núcleo de la discusión se centra en el empleo potencial que se habría producido en ausencia de inmigración: planteado de otra forma, en el desempleo que se habría producido en una región en ausencia de emigración. Los estudios de **Olvey (1970)** y **Greenwood (1973, 1975b, 1976)** son los más relevantes en este campo. **Olvey** también incluyó una medida del impacto del clima y de los sueldos en la ecuación asociada a la emigración. **Greenwood** extiende los estudios anteriores controlando la propensión de migración de la población.

3. ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD INTERPROVINCIAL DEL FACTOR TRABAJO PARA ESPAÑA: AÑOS 2001-2006.

En esta tercera sección vamos a buscar respuesta a las siguientes preguntas ¿Cuál es la magnitud del movimiento del factor trabajo dentro de España? ¿De que manera se movilizan las personas afectadas? ¿En qué actividad económica se concentran? La profundización en los temas relacionados con la movilidad geográfica del factor trabajo debe proporcionarnos la información necesaria acerca de los determinantes cuantitativos y cualitativos de los procesos de emigración e inmigración, tanto fuera como dentro de las provincias. Prestaremos atención también a otros aspectos con un impacto implícito en la decisión del factor trabajo a la hora de moverse de un lugar de origen a otro de destino como son la edad, la educación, el sexo y duración de su contratación.

3.1 El Movimiento Del Factor Trabajo Entre Las Provincias Españolas.

La aproximación empírica que se va a presentar se centra, específicamente en los datos de emigración e inmigración entre las provincias para el periodo 2001-2006. Debe destacarse que el total de los contratos producidos es de aproximadamente 90 millones y que se distribuyen en el periodo 2001-2006 como se indica a continuación. (**Ver Cuadro N° 1**).

CUADRO N° 1
NUMERO DE CONTRATOS DE TRABAJO SEGÚN SALIDAS Y ENTRADAS: AÑOS 2001-2006

| AÑOS | Total de Contratos (Emigración) | Contratos dentro de la provincia (Emigración) | Contratos fuera de la provincia (Emigración) | Total de Contratos (Inmigración) | Contratos dentro de la provincia (Inmigración) | Contratos fuera de la provincia (Inmigración) | Total de Contratos (saldos) |
|-------|---------------------------------|---|--|----------------------------------|--|---|-----------------------------|
| 2001 | 12675945 | 11237191 | 1438754 | 12676059 | 11237191 | 1438868 | 114 |
| 2002 | 12899827 | 11431493 | 1468334 | 12900665 | 11431493 | 1469172 | 838 |
| 2003 | 13809285 | 12201914 | 1607371 | 13810567 | 12201914 | 1608653 | 1282 |
| 2004 | 15821645 | 13973523 | 1848122 | 15823290 | 13973523 | 1849767 | 1645 |
| 2005 | 16841223 | 14903009 | 1938214 | 16842633 | 14903009 | 1939624 | 1410 |
| 2006 | 18238949 | 16079781 | 2159168 | 18240832 | 16079781 | 2161051 | 1883 |
| TOTAL | 90286874 | 79826911 | 10459963 | 90294046 | 79826911 | 10467135 | 7172 |

FUENTE: DATOS DE INEM

Parece que, el impacto del movimiento del factor trabajo dentro de las provincias españolas responde a la distancia y a la mejora en las condiciones laborales. Esta visión general nos muestra el impacto total de la flexibilidad laboral y la fluidez de los procesos de información, formales e informales, que llevan al trabajador a buscar dentro de las ofertas laborales el mejor rendimiento marginal de su trabajo. En el lado negativo, se exponen a una gran incertidumbre y riesgo que luego es compensado por la comodidad de vivir con acceso a bienes y servicios públicos y con una mejor remuneración laboral. Se entiende que las amenidades complementan esta oferta en las provincias que el trabajador busca para él y su familia. Estas amenidades se caracterizan por ser comunitarias y públicas, pero también pueden ser privadas, dependiendo de la jurisdicción de la región. Por lo tanto, debo destacar que los elementos que componen el conjunto de las variables de salarios y de condiciones de vida van relacionados con las variables de bienestar público. Es importante interpretar el **Cuadro N° 1** en sus elementos más fundamentales y lograr entender que los espacios geográficos se equiparan, dando como resultado los flujos migratorios que al final estructuran el total de la población española. En base a esta información trataremos de analizar cómo las personas en edad de trabajar se mueven dentro del país y como logran adaptarse a la región o provincias a la que decide emigrar.

3.2 Emigración

La **emigración** consiste en dejar el país, o la propia región o provincia en el caso español, para establecerse en otro diferente. Partiendo de este enfoque se trata de la población que se mueve impulsada por motivos salariales o en busca de servicios públicos más favorables. Existen muchísimas formas de emigración como, por ejemplo, la provocada por situaciones de precariedad económica, por situaciones políticas en otros casos, etc. El tipo de emigración que se analizará en este estudio serán las producidas por ciudadanos que disponen de cierta cantidad de información y que tienen las condiciones apropiadas para el trabajo, asegurando su bienestar dentro de la región o provincia seleccionada.

En el periodo de estudio 2001- 2006, el total de las contrataciones fue de 90, 286,874 contratos de trabajos de los cuales 79,826,911 contratos fueron celebrados dentro de las provincias donde residen, representado un 88.4% del total de los contratos firmados en el periodo de estudio. (**Ver cuadro N° 2**)

CUADRO N° 2
NUMERO DE CONTRATOS DE TRABAJO INTRAPROVINCIALES E INTERPROVINCIALES EN ESPAÑA: SEGÚN EMIGRACIÓN AÑO: 2001-2006

| AÑOS | Total de Contratos (Emigración) | PP% | Contratos dentro de la provincia (Emigración) | PP% | Contratos fuera de la provincia (Emigración) | PP% |
|--------------|---------------------------------|--------------|---|-------------|--|-------------|
| 2001 | 12,675,945 | 14,0 | 11,237,191 | 88,6 | 1,438,754 | 11,4 |
| 2002 | 12,899,827 | 14,3 | 11,431,493 | 88,6 | 1,468,334 | 11,4 |
| 2003 | 13,809,285 | 15,3 | 12,201,914 | 88,4 | 1,607,371 | 11,6 |
| 2004 | 15,821,645 | 17,5 | 13,973,523 | 88,3 | 1,848,122 | 11,7 |
| 2005 | 16,841,223 | 18,7 | 14,903,009 | 88,5 | 1,938,214 | 11,5 |
| 2006 | 18,238,949 | 20,2 | 16,079,781 | 88,2 | 2,159,168 | 11,8 |
| TOTAL | 90,286,874 | 100,0 | 79,826,911 | 88,4 | 10,459,963 | 11,6 |

FUENTE: DATOS DEL INEM

La emigración fuera de las provincias ascendió a 10,459,963 personas, que representan 11.6% (**Ver cuadro N° 2**). A partir de este enfoque observamos una tendencia ascendente que se mantiene a lo largo de los 6 años de estudio.

Con el objetivo de una mejor exposición introducimos el concepto de **Autocorrelación espacial**, que podemos asociar con la variación espacial sistemática de los valores producidos en un mapa, o patrones en los valores registrados en diferentes localizaciones. Si los valores relativamente altos (bajos) de la magnitud elegida en una determinada localización vienen acompañados de valores relativamente altos (bajos) de la misma magnitud en las localizaciones vecinas, puede hablarse de la existencia de autocorrelación positiva. Si, por el contrario, valores relativamente altos (bajos) van alternándose geográficamente con valores relativamente bajos (altos) de la misma magnitud en localizaciones adyacentes, la autocorrelación será negativa.

La autocorrelación espacial tiene que ver tanto con la localización geográfica como con los valores hallados de la variable que se esté estudiando. Para determinar si el patrón de distribución espacial

disto del meramente aleatorio, debe utilizarse un índice de comparación. En nuestro caso, ese índice de comparación es el de **Moran**, que resulta análogo al coeficiente de correlación convencional. En concreto numerador se interpreta como la covarianza entre unidades contiguas. Aunque no se encuentra acotado entre el rango habitual de (-1,+1), valores muy positivos indican una fuerte correlación espacial positiva y muy negativos una fuerte correlación espacial negativa.

En la **figura N° 1** incluimos dos mapas elaborados con metodologías diferentes. En la primera se presenta la distribución espacial de los datos de emigración en cuatro cuartiles, con un color más fuerte en su tonalidad el de mayor nivel y el más claro el de inferior rango. En la segunda se incluyen los datos de autocorrelación local. Identificamos la situación de cada provincia en relación a sus vecinos utilizando una gama de colores (azul y rojo para las provincias con autocorrelación positiva; rojo: datos altos en la variable; azul: datos bajos en la variable; morados y rosa. Para las provincias con autocorrelación Negativa; Rosa: provincias altas y vecinas bajos; morado: provincias bajo; vecinos altos.

Analizando la variable de **emigración** del **mapa 1.1** vemos que el mayor nivel de emigración se establece en Andalucía y Murcia; en concreto, en las provincias de Huelva, Sevilla, Córdoba, Jaén, Cádiz, Málaga, Granada, Almería, Murcia, Guadalajara y Valencia. En el **mapa 1.2** la emigración observada describe la existencia un autocorrelación positiva Alta-Alta entre las provincias de Badajoz, Huelva, Córdoba, Sevilla, Huelva, Cádiz, Málaga, Granada, Almería y Jaén. Por otro lado, existe una autocorrelación positiva Baja-Baja entre las provincias de Lugo, Asturias, Pontevedra, Ourense, León, Zamora y Valladolid.

EMIGRACIÓN TOTAL Y LOCAL EN ESPAÑA

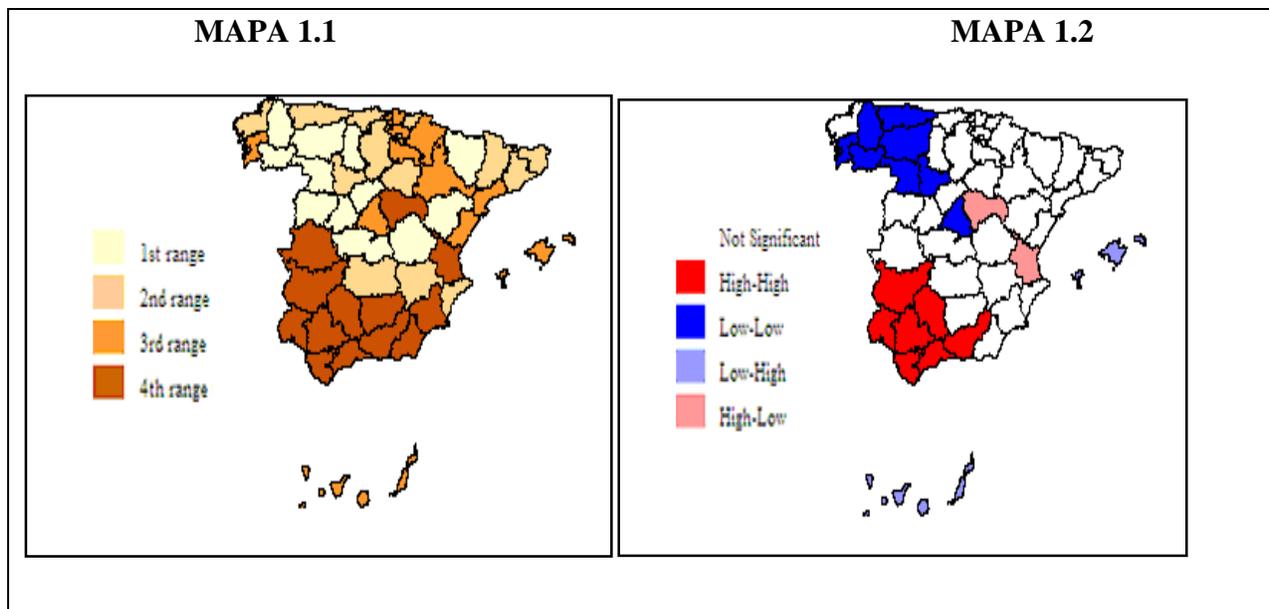


FIGURA N^o 1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3 Inmigración

En términos generales la **Inmigración** es la entrada a un país o región por parte de personas que nacieron o proceden de otro lugar. En España los procesos de inmigración se ven reflejados en el **Cuadro N^o 3**. La inmigración total, vista por los contratos de trabajos en España, suma 90,294,046 de los cuales 79,826,911 fueron dentro de las provincias y representan un 88.4% del total de los contratos. La inmigración fuera de la provincia sumó para el periodo del 2001-2006 10,467,135 contratos, que representó 11.6 % del total de contratos firmados. **(Ver cuadro N^o 3)**

CUADRO N° 3
NUMERO DE CONTRATOS DE TRABAJO INTRAPROVINCIALES E INTERPROVINCIALES EN ESPAÑA: SEGÚN
INMIGRACIÓN AÑO: 2001-2006

| AÑOS | Total de Contratos (Inmigración) | PP% | Contratos dentro de | | Contratos fuera de | |
|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|
| | | | la provincia (Inmigración) | PP% | la provincia (Inmigración) | PP% |
| 2001 | 12.676.059 | 14,0 | 11.237.191 | 88,6 | 1.438.868 | 11,4 |
| 2002 | 12.900.665 | 14,3 | 11.431.493 | 88,6 | 1.469.172 | 11,4 |
| 2003 | 13.810.567 | 15,3 | 12.201.914 | 88,4 | 1.608.653 | 11,6 |
| 2004 | 15.823.290 | 17,5 | 13.973.523 | 88,3 | 1.849.767 | 11,7 |
| 2005 | 16.842.633 | 18,7 | 14.903.009 | 88,5 | 1.939.624 | 11,5 |
| 2006 | 18.240.832 | 20,2 | 16.079.781 | 88,2 | 2.161.051 | 11,8 |
| TOTAL | 90.294.046 | 100,0 | 79.826.911 | 88,4 | 10.467.135 | 11,6 |

FUENTE: DATOS DEL INEM

Es notable destacar como la participación porcentual a través de los diferentes años que componen el periodo de estudio sigue la tendencia expansiva coincidente con la desarrollada por el mercado laboral español en esos años. La variable de inmigración está relacionada también con las personas que provienen de otros países y que toman la decisión de establecerse en España. Se puede apreciar una tendencia creciente a partir del periodo 2004-2006.

En la **figura N° 2** se presenta la distribución espacial de la variable de **inmigración total**. En el mapa **2.1** vemos que el mayor nivel de inmigración se establece en las autonomías de Andalucía y Murcia, en las provincias de Huelva, Badajoz, Sevilla, Córdoba, Jaén, Cádiz, Málaga, Almería, Murcia, Guadalajara. En el **mapa 2.2** parece claro que existe una fuerte autocorrelación positiva de tipo Alta-Alta entre las provincias de Badajoz, Huelva, Córdoba, Sevilla, Huelva, Cádiz, Málaga, Granada y Almería. Por otro lado, existe una autocorrelación positiva Baja-Baja entre las provincias de Lugo, Asturias, Pontevedra, Ourense, León, Zamora y Valladolid. Por último, existe una autocorrelación Alta-Baja entre las provincias de Madrid y Guadalajara.

FIGURA Nª 2

INMIGRACIÓN TOTAL Y LOCAL EN ESPAÑA

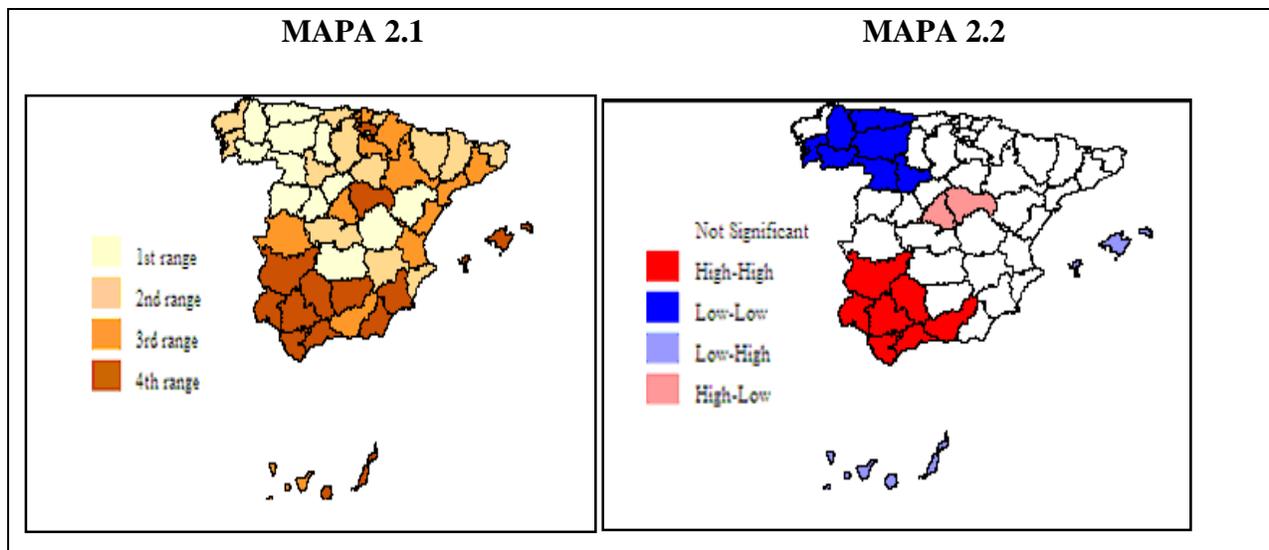


FIGURA Nª 2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.4 Saldo Migratorio

El Saldo Migratorio es el balance que existe entre la [emigración](#) y la [inmigración](#) en un determinado lugar y periodo de tiempo. Cuando el saldo migratorio es positivo, la población aumenta y cuando el saldo migratorio es negativo, la población disminuye.

El flujo migratorio entre emigración e inmigración produce diferencias muy cortas. Por ejemplo, en el año 2001, el saldo migratorio solo es de 114 contratos. Este dato representa el 1.6% del total de los flujos migratorios del periodo que es 7,172 contratos. En el año 2006 el saldo migratorio fue de 1,883 contratos que, relacionado con el total, representó el 26.3%. **(Ver cuadro Nª 4)**

CUADRO Nº 4
NUMERO DE CONTRATOS DE TRABAJO EN ESPAÑA: SEGÚN SALDO DE EMIGRACIÓN E
INMIGRACIÓN; AÑO: 2001-2006

| AÑOS | Total (saldos) | PP. % |
|--------------|---------------------------|--------------|
| 2001 | 114 | 1,6 |
| 2002 | 838 | 11,7 |
| 2003 | 1282 | 17,9 |
| 2004 | 1645 | 22,9 |
| 2005 | 1410 | 19,7 |
| 2006 | 1883 | 26,3 |
| TOTAL | 7172 | 100,0 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La **figura Nº 3** analiza la variable de **Saldo Migratorio total**. En el **Mapa 3.1** vemos que el mayor nivel de saldo migratorio total se produce en las provincias de Girona, Barcelona, Castellón, Huelva, Zaragoza, Soria, Madrid, Guadalajara, Málaga, Baleares, Las Palmas y Álava. En el **Mapa 3.2** el saldo migratorio total observado describe la existencia de una autocorrelación positiva Baja-Baja entre las provincias de Ciudad Real, Toledo, Jaén, Badajoz, Salamanca, Valladolid, León y Huelva.

SALDO (EMIGRACIÓN-INMIGRACIÓN) TOTAL Y LOCAL EN ESPAÑA

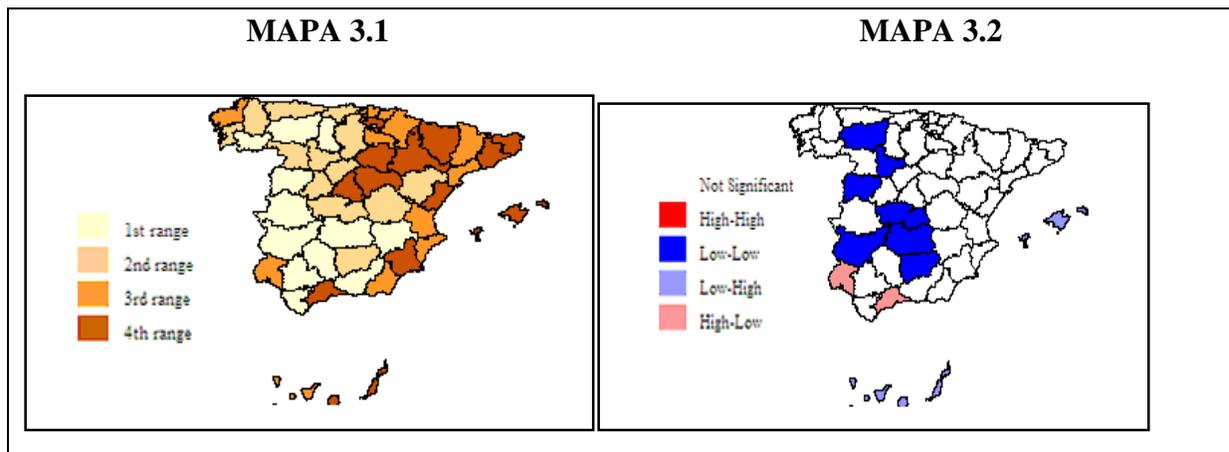


FIGURA N^o 3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En síntesis, los flujos migratorios son bajos y equilibrados, lo que nos lleva a buscar una explicación más detallada de su comportamiento en conexión con las características del espacio geográfico. Para ello debemos avanzar en la modelización en función de variables exógenas que nos proporcionen los elementos determinantes de la migración en España.

4. ANÁLISIS DE LA MIGRACIÓN Y EL DESARROLLO REGIONAL EN ESPAÑA: AÑOS 2001-2006

En este caso trabajamos con datos que contemplan varias dimensiones lo que nos induce a proponer modelos que exploten la estructura panel de los datos. Por ello, se hará una breve descripción de las principales ventajas, así como de las limitaciones, del uso de muestras de datos de panel en la investigación económica con respecto a los modelos que sólo contemplan una dimensión, temporal (series temporales) o individual (o de corte transversal). Para ello nos basaremos en los trabajos de **Hsiao (2000)**, **Klevmarken (1989)**, **Solon (1989)** y **Baltagi (2001)**.

4.1 Modelos de datos de panel

Los modelos de datos de panel permiten resolver o reducir la magnitud de un problema econométrico importante que a menudo aparece en los estudios empíricos. Nos referimos al impacto de las variables omitidas (inobservadas u observadas con error) que están correlacionadas con las variables explicativas del modelo. Consideremos el siguiente modelo de regresión:

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + z_{it}\rho + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Donde \mathbf{i} se refiere a los individuos, ($\mathbf{i}= 1.....\mathbf{N}$), y \mathbf{t} es el periodo temporal ($\mathbf{t} = 1.....\mathbf{T}$), \mathbf{X}_{it} y \mathbf{Z}_{it} son vectores de variables exógenas, mientras que el término de error \mathcal{E}_{it} se distribuye de forma idéntica e independiente sobre \mathbf{i} y \mathbf{t} con media cero y varianza σ_{it}^2 . En estas circunstancias, es bien conocido que la estimación MCO proporciona estimadores consistentes de los parámetros del modelo, β y α . Sin embargo, si suponemos que las variables incluidas en \mathbf{Z}_{it} son inobservables, y que además la covarianza entre \mathbf{X}_{it} y \mathbf{Z}_{it} no es cero, (es decir, los efectos están correlacionadas con \mathbf{X}_{it}), entonces los estimadores MCO obtenidos al hacer la regresión de \mathbf{Y}_{it} sobre \mathbf{X}_{it} serán sesgados.

En estas circunstancias, se puede comprobar como la disponibilidad de datos de panel permite solucionar el problema. Al disponer de observaciones repetidas para un grupo de individuos podemos reducir el efecto de las variables incluidas en \mathbf{Z} , sobre todo cuando $\mathbf{Z}_{it} = \mathbf{Z}_i$ para todo \mathbf{t} . En este caso podemos tomar las primeras diferencias de las observaciones individuales en el tiempo:

$$y_{it} - y_{it-1} = (x_{it} - x_{it-1})\beta + (\mathcal{E}_{it} - \mathcal{E}_{it-1}) \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

De forma análoga, si $\mathbf{Z}_{it} = \mathbf{Z}_i$ para todo \mathbf{i} , podemos tomar las desviaciones con respecto a la media entre individuos en un periodo de tiempo y obtener:

$$y_{it} - \bar{y}_t = (x_{it} - \bar{x}_t)\beta + (\mathcal{E}_{it} - \bar{\mathcal{E}}_t) \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

Donde

$$\bar{y}_t = \frac{\sum_{i=1}^N y_{it}}{N}, \quad \bar{x}_t = \frac{\sum_{i=1}^N x_{it}}{N}, \quad \bar{\mathcal{E}}_t = \frac{\sum_{i=1}^N \mathcal{E}_{it}}{N}$$

De esta forma podemos obtener estimadores insesgados y consistentes para β , en base a las regresiones (2) y (3). Sin embargo, si únicamente se hubiera dispuesto de datos de corte transversal ($T=1$) para el primer caso ($Z_{it}=Z_i$), o datos de series temporales ($N=1$) para el segundo ($Z_{it}=Z_i$), tales transformaciones no se podrían haber llevado a cabo. En consecuencia, no se podrían haber obtenido estimadores consistentes de β a no ser que se contara con instrumentos que estuvieran correlacionados con Z , y fueran incorrelados con x y ε .

Un concepto importante en el contexto de datos de panel es lo que se denomina heterogeneidad y, asociada a ella, sesgo de heterogeneidad. Un modelo de datos de panel pretende explicar una variable a través de ciertas variables importantes, excluyendo otros factores cuyo impacto es menos significativo o se limita a determinados individuos. En estas circunstancias, la suposición típica de que una variable económica y es generada por una función de distribución probabilística $P(y|\theta)$, donde θ es un vector real idéntico para todos los individuos y períodos, puede no ser realista. Es decir, el ignorar efectos específicos de individuos y tiempo, que no se capturan con las variables incluidas en el modelo, puede conducirnos a la presencia de heterogeneidad en las estimaciones. De esta forma, la estimación del modelo general, sobre la base del total de las NT observaciones:

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (4)$$

Puede producir importantes sesgos de heterogeneidad. Por esta razón, es conveniente flexibilizar el comportamiento de los parámetros en el tiempo o entre los individuos. En general, se pueden distinguir las siguientes formulaciones:

1. Los coeficientes de las pendientes son constantes, pero el término independiente varía entre individuos:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (5)$$

Esta formulación dará lugar a los modelos de componentes de error en una dirección.

2. Los coeficientes de las pendientes son constantes, pero el término independiente varía entre individuos y tiempo:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (6)$$

Esta formulación dará lugar a los modelos de componentes de error en dos direcciones.

3. Todos los coeficientes varían entre individuos:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta_i + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T \quad (7)$$

4. Todos los coeficientes varían entre individuos y en el tiempo:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x_{it}\beta_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T \quad (8)$$

En todos los casos, se asume que el término de perturbación ε_{it} cumple las hipótesis básicas; es decir, se supone distribuido de forma idéntica e independiente, tanto entre individuos como en el tiempo, con media 0 y varianza σ_i^2 .

Como ya se ha indicado el supuesto básico de estos modelos radica en el hecho de que el efecto de todas las variables omitidas se recoge a través de tres tipos de variables:

1. Variables con valores muy similares a lo largo del tiempo para cada individuo pero que varían entre individuos. Por ejemplo, Los atributos de la dirección de una empresa, la habilidad, el sexo y otras variables sociodemográficas.

2. Variables con valores idénticos para todos los individuos en un período de tiempo, pero que varían en el tiempo. Dentro de ellas se podrían considerar variables tales como los precios, el tipo de interés o el ambiente de pesimismo u optimismo de una economía en un momento dado.

3. Variables con valores que varían tanto entre individuos como en el tiempo. Algunos ejemplos podrían ser los beneficios de una empresa, las ventas o el stock de capital.

Todos los casos anteriores pueden verse reflejados a través del término independiente variable del modelo especificado.

Por último, cabe mencionar que los efectos específicos de los individuos y/o del tiempo recogidos en α_i o α_{it} en las ecuaciones (5) y (6), pueden tratarse como fijos o como aleatorios, dando lugar a dos tipos diferentes de modelos:

- Si se les trata como parámetros desconocidos fijos, se obtiene el **modelo de efectos fijos**.
- Si por el contrario, asumimos que, aunque tales términos difieren entre individuos en el tiempo, puede considerarse que proceden de una distribución de media μ y varianza σ^2 , se obtiene el **modelo de efectos aleatorios**.

El enfoque de efectos fijos está condicionado a los valores de α_i o α_{it} . Es decir, la distribución de la variable endógena se condiciona al valor de dichos parámetros, los cuales pueden estimarse estadísticamente. Por el contrario, el enfoque de efectos aleatorios no está condicionado a los valores individuales α_i o α_{it} sino que los integra. En términos formales:

$$\mathbf{EF: E \{Y_{it}|X_{it} \alpha_i\}=X_{it}\beta + \alpha_i \text{ ó } E \{Y_{it}|X_{it} \alpha_{it}\}=X_{it}\beta + \alpha_{it} \quad (9)}$$

$$\mathbf{RE: E \{Y_{it}|X_{it}\}=X_{it}\beta}$$

Por este motivo los modelos de efectos fijos se obtienen en base al enfoque condicional del modelo, mientras que los modelos de efectos aleatorios en base al enfoque incondicional. Además, para ambos se habla de modelos de componentes del error en una dirección (**one-way**) cuando se

incorpora el término α_i , mientras que se habla de modelos de componentes del error en dos direcciones (**two-way**) cuando se incorpora el término α_{it} (variación entre individuos y tiempo).

4.2 Contrastes en modelos estáticos

En la especificación estática, el modelo de regresión de un solo factor supone que el término aleatorio se descompone en $\alpha_i + \epsilon_{it}$, donde cada α_i es el efecto individual (inobservado) de cada unidad de sección cruzada, invariante en el tiempo. El modelo a estimar es el siguiente:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}'\beta + \epsilon_{it} \quad (10)$$

La presencia del efecto no observable en esta ecuación hace que una estimación de α_i por MCO pueda no ser consistente ni eficiente. Los métodos que se utilizan para solventar este problema son la estimación de efectos fijos (EF) o entre grupos (within groups) y la estimación de efectos aleatorios (RE) por Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

A. Contraste de efectos individuales en modelos de componentes de error de un solo factor

La significatividad conjunta de las variables ficticias en un modelo de componentes del error puede ser contrastada mediante un test F con la hipótesis nula $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{N-1} = 0$. El estadístico de contraste y su distribución bajo la hipótesis nula son los siguientes:

$$F_0 = \frac{(RSS_R - RSS_U)/(N-1)}{RSS_U/(NT - N - K)} : H_0 F_{N-1, N(T-1)-K} \quad (11)$$

Se trata de un test de Chow en el que RSS_R es la suma de cuadrados de residuos que se obtiene de la estimación MCO en el modelo pool y RSS_U es la suma de cuadrados de los residuos de la estimación por mínimos cuadrados de variables dummy.

B. Contraste de Breusch-Pagan de efectos aleatorios:

Breusch y Pagan (1980) plantean un test LM (Multiplicadores de Lagrange) para contrastar la hipótesis:

$$H_0: \sigma_\alpha^2 = \sigma_\mu^2 = 0 \quad (12)$$

Trabajando a partir de la función de verosimilitud de la ecuación (4), se construye el estadístico:

$$LM_T = LM_1 + LM_2: X_2^2 \quad (13)$$

Donde

$$LM_1 = \left(1 - \frac{\hat{\varepsilon}'(I_N \otimes J_T)\hat{\varepsilon}}{\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}} \right)^{NT/2(T-1)}, \quad LM_2 = \left[1 - \frac{\hat{\varepsilon}'(J_N \otimes I_T)\hat{\varepsilon}}{\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}} \right]^{NT/2(N-1)} \quad (14)$$

Siendo $\hat{\varepsilon}$ los residuos de la estimación MCO en (4), I_N e I_T las matrices identidad de tamaño N y T respectivamente, y J_T , J_N matrices de unos de tamaños T y N respectivamente. Si lo que se quiere es contrastar $H_1: \sigma_\alpha^2 = 0$, el estadístico de contraste es precisamente LM_1 , que, bajo H_1 , se distribuye asintóticamente según una X_1^2 . Análogamente, bajo la hipótesis $H_1: \sigma_\mu^2 = 0$ se obtiene el estadístico LM_2 , cuya distribución asintótica bajo H_2 es también una X_1^2 .

C. Contraste Hausman:

A la hora de elegir el método de estimación de un modelo de componentes de error, juega un papel importante la existencia de correlación entre los regresores y los términos de error. Resulta arriesgado suponer que tal correlación no existe, es decir, que $E[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}_{it}] = 0$, puesto que $\varepsilon_{it} = \alpha_i + v_{it}$ contiene el efecto fijo inobservado, el cual puede estar correlacionado con los regresores \mathbf{X}_{it} (y de hecho suele estarlo). Si ese es el caso, los estimadores serán inconsistentes. Cuando $E[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}_{it}] \neq 0$, sólo el estimador por EF es consistente, mientras que, bajo $H_0: E[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}_{it}] = 0$, tanto MCO como EF y MCG son consistentes, siendo MCG el estimador eficiente.

El contraste de **Hausman** se utiliza para analizar la posible correlación entre los ε_{it} y los regresores y poder así decidir entre una estimación por EF o por RE. Bajo $H_0: E[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}_{it}] = 0$, el estadístico de Hausman, converge en distribución a una Chi-cuadrado:

$$Q_{FE.RE} = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) (\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_{FE}}^2 - \hat{\sigma}_{\hat{\beta}_{RE}}^2)^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \quad (15)$$

Como se puede observar, $Q_{FE.RE}$ es la forma cuadrática de la diferencia entre los dos vectores estimadores sobre la diferencia entre sus varianzas. Así, bajo H_0 , tanto EF como MCG son consistentes y por tanto deben tender al mismo valor cuando $NT \rightarrow \infty$, de modo que la diferencia entre los estimadores debe ser pequeña. Puesto que el estimador $\hat{\beta}_{RE}$ es más eficiente que $\hat{\beta}_{FE}$, la varianza de aquél es pequeña en comparación con la de éste y por tanto la diferencia entre las varianzas es grande. La combinación de ambas circunstancias dará como resultado un valor del estadístico $Q_{FE.RE}$ cercano a 0 y, por tanto, habrá que rechazar la hipótesis nula. Si, por el contrario, H_0 no es cierta, entonces $\hat{\beta}_{FE}$ es consistente pero $\hat{\beta}_{RE}$ no lo es, con lo que debe haber una diferencia notable entre los valores de estos estimadores. Esto implicará que el valor del estadístico $Q_{FE.RE}$ será alto, pudiendo así rechazar la hipótesis nula (**Greene 1998**).

Hausman y Taylor (1981) demostraron que la misma hipótesis puede ser contrastada utilizando cualquier par de diferencias $\hat{\beta}_{MCG} - \hat{\beta}_{EF}$, $\hat{\beta}_{MCG} - \hat{\beta}_{BE}$ (siendo $\hat{\beta}_{BE}$ el estimador de β mediante una estimación entre grupos o between groups). Es necesario intercambiar estas diferencias y sus varianzas en (15), dado que los estadísticos que se obtienen difieren unos de otros.

Para el modelo de dos factores, el **test de Hausman** se basa igualmente en la diferencia entre el estimador de efectos aleatorios por **MCG** y el estimador **EF** (con variables dummy individuales y de tiempo), sólo que la equivalencia de los contrastes intercambiando los estimadores $\hat{\beta}_{MCG}$ $\hat{\beta}_{EF}$ $\hat{\beta}_{RE}$ no se mantiene (otro tipos de equivalencias han sido establecidas, **Baltagi, 2001**).

D. Contraste de Durbin-Watson.

Un contraste bastante simple de autocorrelación en el modelo de efectos fijos está basado en el contraste de Durbin-Watson (DW). En consecuencia, se contrasta la hipótesis nula de no autocorrelación frente a hipótesis alternativa que el término de perturbación para cada individuo sigue un esquema AR (1), es decir:

$$\varepsilon_{it} = \rho \varepsilon_{it-1} + u_{it} \quad (16)$$

Donde u_{it} se encuentra idéntica e independientemente distribuido entre individuos y tiempo. En consecuencia, se contrasta autocorrelación en el tiempo con la restricción de que todos los individuos tienen el mismo coeficiente de autocorrelación ρ .

Lógicamente, la hipótesis nula se plantea como **H₀: $\rho = 0$** , frente a la alternativa de una cola **$\rho < 0$** o **$\rho > 0$** .

La generalización del estadístico de Durbin-Watson al caso que nos ocupa fue propuesta por **Bhargava, Franzini y Narendranathan (1982)** cuya expresión concreta es:

$$dw_{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\hat{\varepsilon}_{it} - \varepsilon_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2} \quad (17)$$

Donde $\hat{\varepsilon}_{it}$ son los residuos de la regresión within.

Los puntos críticos del contraste que dependen de los valores de N, T y K y se encuentran tabulados. Además, al contrario que en el caso de series temporales, las zonas de indeterminación para el estadístico de DW para datos de panel son muy pequeñas, particularmente cuando el número de individuos en el panel es elevado.

5. APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL: UN MODELO DE MOVILIDAD INTERPROVINCIAL

Para explicar el comportamiento reciente de los flujos interprovinciales de trabajadores, especificamos diferentes modelos para cinco grandes sectores de actividad (**Agrícola, Industria Construcción, Servicios de mercado y Servicios de no mercado**). Se trata de identificar aquellos factores a los que parecen responder con más regularidad estos flujos. Para llevar a cabo este ejercicio recurrimos a un modelo de datos de panel estático. Como argumento fundamental queremos subrayar la hipótesis de que, detrás de los flujos migratorios, subyacen decisiones racionales por parte de los individuos. En **Aroca (2001)** se ofrece un ejercicio de optimización de la utilidad de un individuo que decide emigrar de una región de origen **i** a otra de destino **j** por razones de trabajo. La formulación se realiza asumiendo un contexto de libre movilidad del capital humano. Los precios de mercado transmiten información a los agentes económicos, que adoptarán un comportamiento orientado hacia la maximización de la utilidad en sus decisiones de migración. De esta suerte, los salarios ofrecidos en las diferentes localizaciones representarán un factor preponderante para el emigrante potencial.

5.1 Especificación del modelo

Siguiendo este planteamiento, el emigrante o el inmigrante potencial maximizan la siguiente función de utilidad:

Emigración:

$$\begin{aligned} & \text{Max } U_{ij} (X_j, T_j, Z_j) \\ & \{X_j, T_j\} \\ & I_j \geq P_{X_j} X_j + P_{T_j} T_j \end{aligned} \quad (18)$$

Inmigración:

$$\begin{aligned} & \text{Max } U_{ji} (X_i, T_i, Z_i) \\ & \{X_i, T_i\} \\ & I_i \geq P_{X_i} X_i + P_{T_i} T_i \end{aligned} \quad (19)$$

donde X_j , X_i es el conjunto de bienes que demanda el individuo en las localizaciones j e i , excluyendo el transporte; T_j , T_i representa el costo de trasladarse de la localización i a la localización j o viceversa (genéricamente costo de transporte); Z_j y Z_i expresan otras características específicas de la localización j (o i) que el individuo toma en cuenta en su decisión de permanecer en i o emigrar a j ; I_j e I_i es el ingreso del trabajador en la provincia j e i . P_X , P_{T_j} y P_{T_i} son los precios de los bienes y del transporte para ubicarse en la provincia de destino j y i , respectivamente. En particular el costo de transporte cambia con la distancia. Añadiendo el supuesto de precios invariantes entre las diferentes regiones, podemos obtener la función de utilidad indirecta correspondiente al trabajador genérico que consideramos en el ejercicio. Este individuo se plantea la posibilidad de emigrar desde una región de origen i a otra de destino j , no descartando la opción de permanecer en i (no emigrar) si ello le resulta óptimo:

Emigración

$$V_j = V_{ij}(P_x, P_{Tj}, I_j, Z_j) + e_{ij} \quad (20)$$

Inmigración

$$V_i = V_{ji}(P_x, P_{Ti}, I_i, Z_i) + \square_{ji} \quad (21)$$

Donde e_{ij} y \square_{ji} es un error estocástico.

El emigrante y el inmigrante potencial manifiestan su racionalidad, en el sentido económico, a través de su comportamiento de decisión orientado hacia la obtención de la máxima utilidad. En este proceso, el individuo compara entre las diferentes opciones de localización que se le presentan, dado el capital humano del que dispone.

Si los flujos migratorios interprovinciales se fundamentan mayoritariamente sobre una decisión individual, es factible avanzar hacia la especificación de un modelo econométrico, de tipo agregado, que permita capturar el comportamiento de los flujos migratorios. La especificación básica que presentamos en nuestro caso, es la siguiente:

Emigración:

$$EM_{ji} = \alpha_{ji} + \beta_1(t_paro) + \beta_2(rpc) + \beta_3(dia_sol) + \beta_4(ipc) + \beta_5(tasa) + \beta_6(sma) + \beta_7(ea_k) + \beta_8(vab_k) + e_{ji} \quad (22)$$

Inmigración:

$$IM_{ij} = \theta_{ij} + \beta_1(t_paro) + \beta_2(rpc) + \beta_3(dia_sol) + \beta_4(ipc) + \beta_5(tasa) + \beta_6(sma) + \beta_7(ea_k) + \beta_8(vab_k) + u_{ij}$$

Donde, la variable dependiente, es la suma de las emigraciones (o inmigraciones) de los trabajadores del sector económico k , que se mueven, en el periodo t , de la provincia de origen i a la provincia de destino j o viceversa; $k=1, 2, 3, 4, 5$ representa los sectores económicos: **agrícola**;

industria; construcción y servicios de mercado y servicio de no mercado. El periodo temporal de estudio abarca los años 2001 a 2006.

La interpretación de las variables empleadas en la ecuación (22) se detalla en el **Tabla N° 1**.

TABLA N° 1

DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLES UTILIZADAS EN EL DEL MODELO TEORICO

| variables | Concepto |
|--------------------|--|
| EM_{ji} | Emigración total: Se trata de una variable endógena. Es la suma de todos los contratos de los trabajadores que salen de la provincia. Es un valor absoluto. |
| IM_{ij} | Inmigración total: Se trata de una variable endógena. Es la suma de todos los contratos de trabajadores que entran a la provincia. Es un valor absoluto. |
| t_{paro} | Tasa de paro: Porcentaje de la población económicamente activa que se encuentra desempleada. El valor es una relación porcentual. |
| rpc | Renta per-capita: Es una magnitud que trata de medir la riqueza disponible y se calcula simplemente como el PIB total dividido entre el número de habitantes de la provincia. Es un valor de tipo índice. |
| $día_{\text{sol}}$ | Día sol: Es una variable de amenidades o estado físico, relacionado con la meteorología. Son los días del año que son soleados. |
| ipc | Índice de precios al consumo: Es un índice de precio de un conjunto de productos de una canasta básica. Se pretende medir mensualmente la evolución del nivel de precios de bienes y servicios de consumo en un país. El valor es un índice ponderado. |
| $tasa$ | Precio del M² de construcción: Se establece como un indicador que refleja el precio promedio de las construcciones que serán utilizadas como residencia por el trabajador que se moviliza de la provincia de origen i hacia la provincia j . Es un precio promedio provincial tomado en el mes de diciembre. |
| sma | Salario medio: Es la remuneración total anual pagada en la provincia en el periodo en cuestión dividida por el volumen de empleo asalariado existente en la misma provincia. Es un indicador promedio. |
| ea_k | Empleo asalariado: Es la población ocupada empleada y que son asalariados dentro de la economía formal. Es un valor agregado. |

vab_k

Valor añadido bruto a precios de mercado: se obtiene como saldo de la cuenta de producción. Está referido en cada caso al tipo de rama de actividad para el que se elabore la cuenta de producción. Es un valor por actividad económica de tipo corriente.

La variable dependiente se construye a partir de los registros sobre contratación laboral que desarrolla el **Instituto Nacional de Empleo (INEM)**. Como ya se ha señalado, la peculiaridad de estos datos estriba en que incorporan información explícita relativa a la estructura espacial de los contratos celebrados. A diferencia de otras fuentes de información sobre migraciones interiores en España, ésta ofrece ventajas al centrar su atención en los movimientos por razones estrictamente laborales. Para ello, toma en cuenta tanto la contratación permanente como la temporal y permite separar los movimientos intraprovinciales de los de larga distancia. En particular, el ejercicio econométrico de esta sección se refiere a las emigraciones e inmigraciones interprovinciales.

5.2 Estimación y resultados:

Se retoma la ecuación (22), donde se establecen los modelos que se van a utilizar para el periodo 2001-2006. En el **Tabla N° 2** establecemos los tipos de modelos de datos de panel utilizados en el estudio.

Tabla N° 2

TIPOS DE MODELOS DE DATOS DE PANEL UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

| Modelo | Nombre del Modelo |
|-------------|------------------------|
| Modelo N° 1 | MCO |
| Modelo N° 2 | Regresión Between |
| Modelo N° 3 | Efectos Fijos |
| Modelo N° 4 | Efectos Aleatorios |
| Modelo N° 5 | Efectos Fijos AR1 |
| Modelo N° 6 | Efectos Aleatorios AR1 |

Expondremos de manera sencilla dos bloques de análisis. Por un lado, los resultados correspondientes a la emigración desagregados para cinco sectores de actividad, y por otro lado los de inmigración. Cada uno de los modelos econométricos de datos de panel presenta resultados por variables y nos suministran información acerca de ciertos contrastes.

5.2.A. Emigración:

El análisis de conjunto nos debe dar una aproximación general de cómo el trabajador se mueve entre las provincias buscando un mejor nivel de vida. En el **Cuadro N° 5** se puede apreciar los estimadores obtenidas y algunos indicadores que ayudan en la toma de decisiones. Con esa información podemos escoger el mejor modelo de estimación. Veamos un ejemplo:

En el **modelo N° 1 (MCO)** el R^2 es 0.94 y en el **modelo N° 2 (Between)** el R^2 es 0.97. Otro indicador que debemos tomar en cuenta es el $F_{av}=602.97$ cuyo p-valor nos indica el nivel de significación del estadístico asociado. En la relación del **modelo N° 1 (MCO)** y el **modelo N° 3 (Efectos Fijos)** el estadístico F_{ef} es 34.35 y el p-valor es (0.00). El P-value nos indica que se puede rechazar la H_0 , por lo que es preferible usar el método de efectos fijos al modelo agrupado. En la relación del **modelo N° 1 (MCO)** y el **modelo N° 4 (Efectos Aleatorios)**, se aplica el contraste de Breusch y Pagan, $BP=319.34$ cuyo el p-valor= (0.00). El p-valor nos indica que podemos rechazar la H_0 . En consecuencia, los efectos aleatorios $\square\square$ son relevantes y es preferible usar la estimación de efectos aleatorios en vez del modelo MCO o Pool. Entre el **modelo N° 3 (efectos fijos)** y el **modelo N° 4 (efectos aleatorios)**, se aplica el contraste de Hausman, $HM=132.73$ cuyo p-valor es 0.00. El p-valor es muy bajo y nos induce a aceptar la hipótesis de los que los efectos son fijos. En el **modelo N° 3** de los efectos fijos obtenemos un valor del estadístico de Durbin y Watson de 1.27. Para $T=6$ y $R=50$ y con número de regresores igual a 7, los puntos críticos del contraste son, $R_{PL}=0.99$ y $R_{PU}=1.09$. En consecuencia, se cumple que $1.09 < 1.27 < 2.91$ lo que indica que se acepta la H_0 , no hay autocorrelación.

CUADRO N° 5
RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO PARA LA EMIGRACIÓN TOTAL EN
ESPAÑA. AÑO 2001-2006

| variables | Modelo N° 1 | Modelo N° 2 | Modelo N° 3 | Modelo N° 4 | Modelo N° 5 | Modelo N° 6 |
|---------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| t_paro | 12617.99 (-7.65) | 18221.25 (-4.77) | -2.422.73 (-1.98) | -298.41 (-0.22) | -762.52 (-0.63) | 766.62 (-0.61) |
| rpc_indice | -1115.56 (-2.47) | 335.84 (-0.35) | -1.409.42 (-1.26) | -3.598 (-6.04) | -1233.76 (-0.82) | -3.375 (-5.95) |
| día_sol | 896.23 (-6.57) | 308.26 (-1.09) | -450 (-1.84) | 410.69 (-2.1) | 150.72 (-0.73) | 536 (-3.11) |
| ipc | 1.012.00 (-0.67) | 11956.85 (-0.87) | -1.046.99 (-1.06) | -294.88 (-0.29) | -855.83 (-0.59) | 8.62 (0.01) |
| tasa | 80.18 (-1.84) | 95.25 (-0.98) | 89.78 (-2.03) | 102.39 (-2.42) | 132.457 (-2.56) | 120 (-2.72) |
| sma | 0.11 (-3.81) | 0.65 (-2.95) | 0.03 (-2.57) | 0.04 (-2.81) | -0.00 (-0.07) | 0.04 (-3.11) |
| eat | 1.408.58 (-0.71) | 795.79 (-3.59) | 71.03 (-5.6) | 5.04 (-0.48) | 82.90 (-10.14) | 40.69 (-4.64) |
| vab_t | 0.03 (-19.73) | -0.02 (-1.64) | 0.04 (22.56) | 0.03 (-29.76) | 0.06 (-19.83) | 0.03 (-28.11) |
| const | -234781.8 (-1.38) | -1591271 (-1.07) | 155073.9 (-1.28) | 293774.2 (-2.51) | -169378.3 (-1.63) | 208010.2 (-1.71) |
| R-sq within | | 0.01 | 0.8 | 0.79 | 0.78 | 0.78 |
| R-sq between | | 0.97 | 0.88 | 0.93 | 0.90 | 0.93 |
| R-sq overall | 0.94 | 0.67 | 0.87 | 0.92 | 0.89 | 0.93 |
| Fav | 602.97 0.00 | | | | | |
| Fef | | | 34.35 0.00 | | 18.89 0.00 | |
| sigma_u | | | 279099.4 | 61626.70 | 506685.72 | 69.362.58 |
| rho | | | 0.99 | 0.77 | | |
| rho_ar | | | | | 0.46 | 0.46 |
| Baltagi-Wu | | | | | | |
| LBI | | | 1.71 | 1.71 | | |
| Durbin-Watson | | | 1.27 | 1.27 | | |
| Breusch-Pagan | | | | 319.34 0.00 | | |
| Hausman | | | 132.73 0.00 | | | |

Notas: (1) Entre paréntesis se incluye el estadístico t-ratio del correspondiente al estimador o el p-valor del modelo. (2) rho: fracción de varianza debida a los efectos fijos observables. (3) Fav:

Estadístico F de significatividad de los regresores, exceptuando los efectos fijos. (4) Fef: Estadístico F de significativos de los efectos fijos.

En el **modelo N° 6 (efectos aleatorios AR1)**, el coeficiente de autocorrelación es $\rho_{ar} = 0.46$, y el indicador Baltagi-Wu $LBI = 1.71$ y Durbin-Watson $= 1.27$, lo que nos lleva rechazar el modelo de efectos aleatorios con correlación autorregresiva.

5.2. B. Inmigración:

En el **Cuadro N° 6** se puede observar los modelos estimados para los datos de inmigración y algunos indicadores que ayudan en la toma de decisiones.

CUADRO N° 6
RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO PARA LA INMIGRACIÓN TOTAL
EN ESPAÑA. AÑO 2001-2006

| variables | Modelo N° 1 | Modelo N° 2 | Modelo N° 3 | Modelo N°4 | Modelo N° 5 | Modelo N° 6 |
|---------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| t_paro | 10626.54 (-6.61) | 16051.67 (-4.56) | -2.745 (-2.12) | -393.92 (-0.28) | -596.29 (-0.48) | 374.74 (-0.29) |
| rpc_indice | -940.17 (-2.13) | 424.82 (-0.48) | -753 (-0.64) | -3.133 (-5.42) | -793 (-0.51) | -2.970 (-5.25) |
| dia_sol | 942.78 (-7.08) | 354.00 (-1.36) | -516.42 (-1.99) | 532.82 (-2.77) | 161.41 (-0.75) | 589.51 (-3.40) |
| ipc | 1.208.14 (-0.82) | 14918.98 (-1.18) | -1.470.06 (-1.40) | -460.19 (-0.43) | -1.074.27 (-0.71) | 37.02 (-0.03) |
| tasa | 64.46 (-1.52) | 86.88 (-0.97) | 102.35 (-2.18) | 100.38 (-2.32) | 135.46 (-2.5) | 110.28 (-2.46) |
| sma | 0.10 (-3.58) | 0.52 (-2.59) | 0.03 (-2.45) | 0.04 (-2.85) | -0.00 (-0.19) | 0.04 (-3.02) |
| eat | 22.05 (-1.13) | 926.26 (-4.53) | 74.14 (-5.51) | 8.06 (-0.74) | 88.33 (-10.38) | 45.94 (-5.09) |
| vab_t | 0.03 (21.07) | -0.03 (-2.28) | 0.05 (-21.73) | 0.03 (30.57) | 0.07 (-19.78) | 0.03 (-29.04) |
| const | -259092.9 (-1.57) | -1897491 (-1.38) | 131805.1 (-1.03) | 248422.8 (-2.06) | 221541.6 (-2.06) | 160126.3 (-1.29) |
| R-sq within | | 0.03 | 0.82 | 0.77 | 0.77 | 0.77 |
| R-sq between | | 0.98 | 0.89 | 0.94 | 0.91 | 0.94 |
| R-sq overall | 0.95 | 0.65 | 0.89 | 0.94 | 0.90 | 0.94 |
| Fav | 693.11 (0.00) | | | | | |
| Fef | | | | | 16.33 (0.00) | |
| Fef | | | 28.29 (0.00) | | | |
| sigma_u | | | 281245.6 | 56338.8 | 532084.1 | 65634.2 |
| rho | | | 0.98 | 0.71 | | |
| rho_ar | | | | | 0.46 | 0.46 |
| Baltagi-Wu | | | | | | |
| LBI | | | 1.68 | 1.68 | | |
| Durbin-Watson | | | 1.24 | 1.24 | | |
| Breusch-Pagan | | | | 300.37 (0.00) | | |
| Hausman | | | 69.14 (0.00) | | | |

Notas: (1) Entre paréntesis se incluye el estadístico t-ratio del correspondiente al estimador o el p-valor del modelo. (2) rho: fracción de varianza debida a los efectos fijos observables. (3) Fav: Estadístico F de significatividad de los regresores, exceptuando los efectos fijos. (4) Fef: Estadístico F de significativos de los efectos fijos.

En **modelo N° 1 (MCO)** el R^2 es 0.95 y en el **modelo N° 2 (Between)** el R^2 es 0.98. Otro indicador que debemos tomar en cuenta es el F_{av} es 693.11 cuyo p-valor nos indica el nivel de significación del estadístico asociado al modelo 1 es aceptable. En la relación del **modelo N° 1 (MCO)** y el **modelo N° 3 (Efectos Fijos)** el estadístico F_{ef} es 28.29 y el p-valor es (0.00). El P-value nos indica que se puede rechazar la H_0 , por lo que es preferible usar el método de efectos fijos al modelo agrupado. En la relación del **modelo N° 1 (MCO)** y el **modelo N° 4 (Efectos Aleatorios)**, se aplica el contraste de Breusch y Pagan, $BP=300.37$ cuyo p-valor es (0.00). El p-valor nos indica que podemos rechazar la H_0 , por lo tanto, los efectos aleatorios $\square\square$ son relevantes y es preferible usar la estimación de efectos aleatorios en vez del modelo MCO o Pool. Entre el **modelo N° 3 (efectos fijos)** y el **modelo N° 4 (efectos aleatorios)**, se aplica el contraste de Hausman, $HM=69.14$ y p-valor= (0.000). El p-valor es muy bajo y nos induce a aceptar la hipótesis de que los efectos son fijos. El **modelo N° 5** corrige los problemas de autocorrelación existentes en el modelo de efectos fijos N° 3 $\square\square$ Sin embargo; el contraste de **Durbin Watson** para este modelo produce un valor de 1.24; con $T=6$, $R=50$ y número de regresores igual a 7, los puntos críticos son, $R_{PL}=0.99$ y $R_{PU}=1.09$ donde $1.09 < 1.24 < 2.91$ lo que indica que se acepta la H_0 y no hay autocorrelación. En el **modelo N° 4**, el coeficiente de autocorrelación es $\rho_{ar}=0.46$, y el indicador Baltagi-Wu $LBI=1.68$ y Durbin-Watson=1.24, lo que nos lleva a rechazar el modelo de efectos aleatorio con correlación autorregresiva.

5.2. C. Análisis final de los resultados

En la aplicación econométrica de este estudio se han utilizado técnicas de panel para modelos estáticos. El objetivo consiste en identificar los elementos sobresalientes de la movilidad del

trabajador entre las provincias españolas. El periodo de tiempo en el que se centra el estudio comprende del años 2001-2006.

La movilidad del trabajo se aproxima por los datos de emigración e inmigración de los trabajadores de un sector de actividad, que se mueven en el periodo t de la provincia de origen i a la provincia de destino j . Estas variables endógenas (**emigración e inmigración**) se han hecho depender de un conjunto de variables independientes entre las que figuran: la tasa de paro, la renta per-cápita, día de sol, índice de precio al consumidor, precio del metro cuadrado de construcción residencial, salario medio anual, empleo asalariado por sector de actividad, valor agregado bruto por sector de actividad.

El énfasis de la aplicación econométrica se ha centrado en cinco sectores económicos: **el agrícola, el industrial, la construcción, los servicios de mercado y los servicios de no mercado**. De los diferentes modelos aplicados se desprenden los siguientes puntos a remarcar:

Existen diferencias en los patrones de comportamiento de la movilidad del trabajo entre los cinco sectores económicos considerados. La respuesta de la movilidad del trabajador que emigra o inmigra ante las variables explicativas presenta signos y magnitudes distintas de acuerdo con el sector económico que se trate.

En el **cuadro N° 7**, que introduce los Test de F Efectos Fijos, el test de Breusch-Pagan, el test Hausman y contraste de Durbin-Watson, se establecen algunos indicadores que son útiles a la hora de decidir que modelo es el más adecuado en cada sector.

Cuadro N° 7:

**RESULTADOS SECTORIALES DE LOS CONTRASTES EN LOS MODELOS
CONSIDERADOS**

| CASO | Emigración | | | | | Inmigración | | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| | CONTRASTES | | | | Modelo seleccionado | CONTRASTES | | | | Modelo seleccionado |
| | F _{ef} | BREUSCH- PAGAN | HAUSMAN | DURBIN- WATSON | | F _{ef} | BREUSCH- PAGAN | HAUSMAN | DURBIN- WATSON | |
| Agrícola | 72.66 (0.00) | 523.80 (0.00) | 8.31 (0.2161) | 1.63 | E. A. No-ARI | 66.45 (0.00) | 509.16 (0.00) | 21.4 (0.00) | 1.67 | E. F. No-ARI |
| Industrial | 72.39 (0.00) | 575.61 (0.00) | 4.510 (0.60) | 0.98 | E. A. No-ARI | 65.59 (0.00) | 568.24 (0.00) | 5.4 (0.49) | 0.99 | E. A. No-ARI |
| construcción | 81.17 (0.00) | 466.53 (0.00) | 55.53 (0.000) | 0.97 | E. F. No-ARI | 56.17 (0.00) | 466.5 (0.00) | 10.7 (0.098) | 0.90 | E. A. No-ARI |
| Servicio de mercado | 83.58 (0.00) | 543.77 (0.00) | 25.65 (0.000) | 1.32 | E. F. No-ARI | 78.27 (0.00) | 556.84 (0.00) | 40.41 (0.000) | 1.32 | E. F. No-ARI |
| Servicio de no mercados | 29.13 (0.00) | 482.39 (0.00) | 10.51 (0.1049) | 1.43 | E. A. No-ARI | 25.26 (0.00) | 456.36 (0.00) | 9.07 (0.16) | 1.45 | E. A. No-ARI |
| Total | 34.35 (0.00) | 319.34 (0.00) | 132.73 (0.000) | 1.26 | E. F. No-ARI | 28.29 (0.00) | 300.37 (0.00) | 69.14 (0.00) | 1.24 | E. F. No-ARI |

Fuente: en base a los datos del INE

Por lo tanto, el análisis de los datos de emigración nos lleva a establecer que para los sectores agrícola, industrial y de servicios de no mercado el mejor modelo es de efectos aleatorios y para los sectores de la construcción, y el de servicios de mercado, así como para el total, el más adecuado es el modelo de efectos fijos. En el análisis de inmigración, en los sectores industriales, la construcción y los servicios de no mercado, el mejor modelo es el de efectos aleatorios y para el sector agrícola, los servicios de mercado y la inmigración en su conjunto el mejor modelo es el de efectos fijos.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio ha analizado la movilidad interprovincial de trabajo en España entre los años 2001-2006. Para ello, se han empleado datos sobre contratación laboral del **Instituto Nacional de Empleo y el Instituto Nacional de Estadística**. La información consultada se estructuró en actividades económicas distribuidas por provincias, lo que nos permitió establecer análisis espaciales.

Para concluir este trabajo vamos a prestar atención a cuatro bloques temáticos: la aproximación metodológica utilizada, la instrumentalización aplicada, los hallazgos de la investigación y las perspectivas de nuevos estudios.

El planteamiento metodológico parte de una aproximación al problema de la migración con todas sus connotaciones teóricas. El primer objetivo es profundizar en el gran número de teorías existentes para conocer las diferentes corrientes de investigación que de una u otra forma han tratado la temática de la movilidad y la migración.

En esta vasta literatura encontramos dos bloques teóricos, por un lado, las teorías que afectan la contratación del trabajador desde el punto de vista de la emigración y, por otro, la que la aborda desde el punto de vista de la inmigración, tomando en cuenta la remuneración salarial y las amenidades como condición fundamental en la movilidad laboral.

Los aspectos que sobresalen tienen que ver con los movimientos del trabajador motivados por la atracción de empleo, por las características de la ciudad, por el impacto de la información, por el carácter de los precios de los bienes de consumo, las residencias y otras áreas de investigación. Esto nos llevó a contemplar también los problemas de desarrollo regional y la afectación del capital humano creado por estos procesos.

Después de planteada la etapa teórica de la investigación, se trabajó con una base de datos suministrada por **Instituto Nacional de Empleo (INEM)**. La misma fue diseñada para describir la variable endógena de la investigación, que no es otra que la movilidad del factor trabajo en España. Para ello, tomamos en consideración un enfoque interprovincial, las actividades económicas, el nivel de escolaridad, tipo de sexo, temporalidad, nacionalidad, edad del trabajador contratado dentro y fuera de España.

La aplicación del enfoque espacial se ve reflejado por la instrumentalización del índice de Moran con el cual se logra medir la autocorrelación espacial, lo que nos lleva a establecer que es uno de los aportes de esta investigación.

En el desarrollo posterior del estudio decidimos mantener por separado la emigración y la inmigración. La magnitud en ambas funciones en España es equilibrada, pero no homogénea, lo que nos lleva a ver que existen provincias que tiene una mayor participación. Cuando se cruza con la actividad económica el efecto es mayor. Por lo tanto, procedimos a especificar una serie de modelos econométricos que nos dieran más elementos de discusión sobre el impacto de la migración en los mercados locales.

Los modelos aplicados en este estudio se instrumentalizaron bajo metodología econométrica de datos de panel observándose que los modelos de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) son rechazados con carácter general. En general predomina una preferencia por modelos de efectos fijos frente a los modelos de efectos aleatorios. No se han detectado estructuras de autocorrelación temporal en los diferentes modelos estimados.

La variable que más influencia ha tenido dentro del modelo, tanto de emigración como de la inmigración, ha sido el salario medio anual. Lo cual indica que el efecto de la remuneración sigue

siendo una variable importante y decisiva en la hora que un trabajador se movilice de un lugar a otro.

En cuanto a las perspectivas de trabajos futuros, este estudio puede extenderse al análisis de casos de regiones y provincias específicas en especial la **aragonesa** y la región **centroamericana** (Centroamérica y Panamá). Adicionalmente, valdría la pena desarrollar alguna variante metodológica en el tratamiento del tema, tomando en cuenta variables sociales y su impacto en los modelos. Todo esto indica que son diversas las líneas de trabajo que podrían seguirse en las siguientes etapas de este estudio.

BIBLIOGRAFIA

Abellán, C. (1998): *La ganancia salarial esperada como determinante de la decisión individual de emigrar*. Investigaciones Económicas, 22, 93-117.

Bentolila, S. (1992): *Migración y ajuste laboral en las regiones españolas*. CEMFI, Documento de Trabajo No. 9204.

Bentolila, S. (2001): *Las migraciones interiores en España*. FEDEA, Documento de Trabajo 2001-07.

Faura, M. U. y Gómez, G. J. (2001): *Modelos migratorios: una revisión*. Revista Asturiana de Economía, 21, 209-235.

Faura, M. U., Gómez, G. J. y Aranda, J. (2000): *Estudio de la migración interregional en España*, a través de la Ecuación Master. *Estudios de Economía Aplicada*, 16, 63-92.

González, P. J. M. (1991): *Modelo explicativo de los flujos migratorios en España: incidencia en la dispersión del desempleo interregional 1960-85*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de la Laguna. Documento de Trabajo No. 33.

González, P. J. M. (1992): *Análisis del comportamiento de los migrantes españoles: una aproximación empírica*, *Información Comercial Española*, 712, 121-132.

Juárez, J. P. (2000): *Análisis of Interregional Labor Migration in Spain Using Gross Flows*. *Journal of Regional Science*, 40, 377-399.

Martínez, T. M. (2006): *Evaluación de las migraciones interregionales en España, 1996-2004*. Fundación de las Cajas de Ahorros, Documento de Trabajo No. 258/2006.

Maza, F. A. y Villaverde, C. J. (2004): Determinantes de la migración interregional en España: nuevas técnicas de análisis. *Investigaciones Regionales*, 4, 133-142.

Rodenas, C. (1994a): *Migraciones interregionales en España (1960-1989): cambios y barreras*. *Revista de Economía Aplicada*, II(4), 5-36.

Rodenas, C. (1994b): *Emigración y economía en España*. Madrid: Editorial Civitas.

Rodenas, C. y Martí, M. (1997): *¿Son bajos los flujos migratorios en España?*. *Revista de Economía Aplicada*, 5, 155-171.

Rodenas, C. y Martí, M. (2002): *Migraciones 1990-1999: ¿Qué ha sucedido en la última década?*. Revista Valenciana de Economía y Hacienda, III(6), 37-58.

Rodenas, C. y Martí, M. (2005): *El nuevo mapa de las migraciones interiores en España: los cambios en el patrón de los sesenta*. Investigaciones Regionales, 6, 21-39.

Serrano, L. (1998): *Capital humano y movilidad especial del trabajo en la economía española*. Documento WP-EC 98-06, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.

Tiebout, Charles. 1956. "A Pure Theory of Local Expenditures." Journal of Political Economy 64: 418-24.

**EVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA DE COCLÉ:
MODELO EDUCATIVO DE GÉNERO Y ECOTURISMO.**

DEVELOPMENTS IN THE ECONOMY OF COCLE: EDUCATIONAL
MODEL OF GENDER AND ECOTOURISM.

Por: Viedma E. Luzcando V.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé.

Email: amigaluzcando@gmail.com

Págs.: 85-94

Recibido: 14/ago/2017

Aprobado: 01/sep/2017

Artículo

4

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objetivo de conocer los motores que mueven el desarrollo económico de la Provincia de Coclé y el potencial eco y agro turístico, para mejorar las condiciones de vida de la provincia y la equiparación de los derechos económicos de las mujeres en el mercado laboral.

Las estadísticas de la Contraloría General de la República evidencian que el PIB de Coclé es mayor en el Sector Terciario (55.4%). Sector Secundario (36.3%). Sector Primario (24.3).

Las actividades económicas relevantes en dichos sectores son: Gobierno (14.4%). Agricultura, ganadería y silvicultura (12.2%). Hoteles y restaurantes (11.3 %). Transporte, almacenamiento y comunicaciones (10.2%). Comercio al por mayor y al por menor (9.6%).

El Potencial turístico se evidencia con su contribución al PIB y la diversidad de hoteles en las hermosas playas de la costa pacífica y la gran concurrencia de turistas. La rica colección de fotos y testimonios muestran la riqueza para el desarrollo ecológico, y los proyectos eco turístico en existencia. El apoyo a fincas agro turísticas es creciente, generando beneficios económicos a la población. Persiste la desigualdad de salario en el mercado laboral coclesano, por igual trabajo las mujeres no reciben igual salario.

Los resultados indican que la provincia de Coclé tiene un gran potencial turístico, que necesita de políticas de incentivo para desarrollar negocios turísticos en áreas con belleza ecológica, pero sin recursos para su explotación.

Es importante la divulgación, la enseñanza en todos los niveles educativos, la reglamentación de las oportunidades de empleo con enfoque de género y equidad. Focalizar políticas públicas para el turismo ecológico regional.

Actualizar las estadísticas para resultados más actualizados. Reglamentar los apoyos institucionales con estudios de proyectos que contemplen la mano de obra femenina con equidad de salario. Considerar la capacidad de profesionales de la economía, en la Universidad de Panamá de Coclé, para coadyuvar a los proyectos eco y agro turísticos que redunden en beneficio para las comunidades marginales de la Provincia de Coclé.

Palabra Clave: Sector primario, secundario y terciario, ganadería, turismo ecológico

ABSTRACT

The research was conducted with the objective of learning about the factors that holds the economic activity in the province of Coclé and its potential eco and agro tourism development, in order to foster improved live and enhances the economic rights of women in the labor market.

The statistics of the Office of the Comptroller-General evidence that Coclé GDP is higher in the tertiary Sector with 55.4%, having in the secondary sector 36.3% and the primary Sector 24.3, respectively.

The relevant economic activities in these sectors are: Government (14.4%). Agriculture and forestry (12.2%). Hotels and restaurants (11.3%). Transport, storage and communications (10.2%). Trade to the wholesale and the retail (9.6%).

The tourism potential is evident with its contribution to GDP and the diversity of hotels on the beautiful beaches of the Pacific coast and the large number of visiting tourists. The rich collection of photos and testimonies show the wealth for eco-development, and ecotourism in current projects. Support to farms and agro tourism is on the rise, generating economic benefits for the population. Persistence of wage inequality in the labor market prevents women from receiving coclesano, equal pay.

The results indicate that the province of Coclé has great tourist potential; it needs good incentive policies to develop tourism businesses in areas with ecological beauty, but lack the resources for exploitation.

Dissemination, teaching at all levels of education, the regulation of employment with focus on gender and equal opportunities is important. Focus on public policies for the regional eco-tourism is strongly required.

Update statistics for more up-to-date results. Regulate the institutional support with studies of projects covering the women workers with pay equity. Consider the capacity of professionals in economics, at the Coclé's University of Panama, to contribute to with econ and agro tourism projects result in benefit for marginal communities of the province of Coclé.

Keyword: Primary, secondary and tertiary sector, cattle raising, ecotourism

Las raíces coclesanas de la autora y su actual trabajo en calidad de Catedrática de la Facultad de Economía en el Centro Regional Universitario de la Universidad de Panamá, Dr. Bernardo Lombardo, la motivaron al estudio de las actividades que generan producción de bienes y servicios en la provincia, para conocer los motores de desarrollo de la misma; y el potencial turístico de la Provincia de Coclé. Se logran los objetivos iniciales propuestos, verificar la composición del PIB, en la Provincia de Coclé y las actividades relevantes, para cada sector económico en la misma, sus motores de desarrollo. Así como también se exploró el potencial turístico de la Provincia de Coclé y sus principales atractivos turísticos, con una rica ilustración de fotografías. Se incursionó en el mercado laboral confirmando la desigualdad de género.

La Economía mundial, aún rezagada por el impacto de la crisis financiera genera en los Estados Unidos en 2007 y bajo fuertes políticas de recuperación, creció en 2013 a una tasa de 2.7%. Y, la economía Latinoamérica en 3%, en comparación con el 3.5% de 2012, según informe de la CEPAL. Las grandes economías de Latinoamérica: Brasil y México, desaceleraron su crecimiento, pese al crecimiento acelerado de Chile, Panamá y Perú. La República de Panamá creció a una tasa de 7.5% según un boletín del Gobierno Nacional, que cita fuentes oficiales de la CEPAL. Las proyecciones para 2014 indican que: “Panamá encabezará el repunte de la economía de la región en 2014 con un crecimiento de 7%, seguido por Bolivia y Perú (5,5%), Nicaragua y

República Dominicana (5%) Colombia, Haití, Ecuador y Paraguay (4,5%), Chile y Costa Rica (4%), Guatemala, México y Uruguay (3,5%), Argentina y Brasil (2,6%), y Venezuela (1%)” (CEPAL. En línea).

Dentro del entorno de desarrollo económico del mundo y de la República de Panamá, el marco teórico económico permitió el desarrollo de la metodología utilizada para distribuir las actividades económicas que componen la generación del PIB global del país y de la Provincia de Coclé, para ambos el Sector Terciario es el que más contribuye a la generación de su PIB. Para la Provincia de Coclé el Sector Servicio representó un 55.4%, en color verde en la Figura 1..

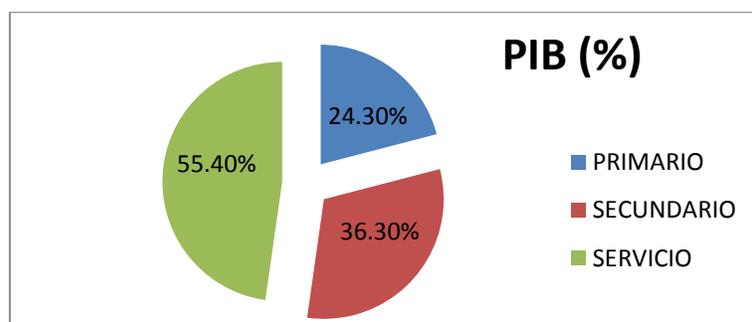


Figure 1. Sector servicio en la Provincia de Coclé

Y, dentro de dichos sectores económicos que componen el PIB de la Provincia de Coclé, las actividades, motores de desarrollo de la provincia se muestran en la figura 2.



Figura 2. Sectores económicos de la Provincia de Coclé

La investigación presenta una rica colección de fotografías de la Provincia de Coclé, que evidencian su potencial ecológico- turístico, los proyectos que desarrollan el eco-turismo y el naciente agro-turismo. Entre los principales atractivos de la provincia se encuentran las hermosas playas en la costa pacífica del Distrito de Antón, su Ecología en el Valle de Antón, las montañas de Penonomé, La Pintada y Olá, la rica arqueología indígena en el Caño del Distrito de Natá, las riquezas minerales de sal y explotación de la caña de azúcar en el Distrito de Aguadulce. Costumbres y tradiciones de la Provincia de Coclé, complementan su riqueza cultural, folclórica y turística.

Se evidencia una vez más la desigualdad de género, por la discriminación que son objeto las mujeres en todo el país, la Provincia de Coclé no es una excepción. Se aboga por una equiparación de salario por igual trabajo, para el respeto a los derechos económicos de la mujer coclesana.

La investigación recomienda al Ministerio de Economía y Finanzas un estudio provincial que detecte las reales oportunidades de desarrollo turístico y apoye a todas las comunidades que lo sustenten, a través de partidas circuitales, municipales, del gobierno central y descentralizado, con un presupuesto justo, que redunde en futuros beneficios para el país y la provincia de Coclé. Que se consideren las partidas para la formulación, análisis y evaluación de todos los proyectos con potencial turístico en las regiones marginales de la provincia de Coclé a Ecónsult en la Universidad de Panamá. Que a través de los Consejos Provinciales se soliciten las partidas para el desarrollo turístico en proyectos previamente seleccionados por el Consultorio Económico y Empresarial de la Universidad de Panamá, Ecónsult Panamá Internacional, con sede en la Provincia de Coclé. Que aparezcan en el Presupuesto de 2016, todas las partidas requeridas para explotar el turismo ecológico y agro-turismo en la Provincia de Coclé, a través de todas las instituciones del sector público: gobierno central y descentralizado, vinculado a cada proyecto de inversión turística con su debido perfil, previamente recomendado por Ecónsult-CRU-Coclé. Que tramite con organismos internacionales los apoyos para el desarrollo de proyectos turísticos rurales con enfoque de género.

Se recomienda a la Contraloría General de la República, INEC, actualizar los sistemas de levantar las estadísticas económicas y sociales por provincia, para que la información de las

variables económicas de las mismas salga anualmente, para el beneficio de la investigación científica, que busca hacer extensión en las provincias, a través de la Universidad de Panamá, para que se de un desarrollo humano económicamente sostenido, ecológicamente sustentable, con respeto a los derechos humanos, solidario y dentro de una economía de paz.

Se recomienda al Ministerio de Educación, que incluya en los planes de estudio del nivel secundario una asignatura obligatoria: Principios de Economía turística y ambiental, para que tengan una visión holística de la necesidad de ser valorar la riqueza ecológica y el potencial que se tiene, cuidando el ambiente, del desarrollo de proyectos turísticos. Proyectos en que pueden participar las mujeres, las familias e incrementar sus ingresos, su visibilidad y aspirar a una mejor calidad de vida. Y, con ello una mejor distribución del ingreso en todo el país. Ecóconsult, el Consultorio Económico y Empresarial de la Universidad de Panamá, en la Provincia de Coclé, puede hacer el estudio de dicha nueva carrera: Estudio de Mercado, justificación, desarrollo del contenido capitular por competencias, con un módico presupuesto.

Se le recomienda también, la publicación de esta investigación, impresión y distribución a las bibliotecas de todos los colegios secundarios del país; y su recomendación, para diversas asignaturas vinculada con los temas que ella trata. Incluir una partida en el Presupuesto de MEDUCA, 2015.

Se solicita al MITRADEL, una equiparación de salario por igual trabajo, para el respeto a los derechos económicos de la mujer coclesana. Levantando encuestas de salarios pagados y las funciones en todos los lugares de trabajo: públicos y privados. Exigir a todas las autoridades y gerentes equipar los salarios en un término no mayor de dos años calendario.

La investigación recomienda a la Caja del Seguro Social, el pago de las prestaciones sociales en función de la equiparación salarial. Al MICI, exigir la presentación de la organización administrativa de todas las empresas con los salarios y funciones. Exigir para la constitución de una empresa, salarios equiparados por igual función. A la AMPYME, incluir en sus capacitaciones, para apoyo de capital semilla de micro, pequeñas y medianas empresas: presentar el organigrama de la empresa con todos (as) los (as) empleados (as) a contratar y sus planillas, equiparando igual salario para igual trabajo, por género. Y finalmente recomienda a la Universidad de Panamá que apoye con financiamiento todos los esfuerzos de investigadores

(as) en proyectos turísticos de impacto comunitario, en las provincias, en especial la Provincia de Coclé, pues dan extensión a la Universidad de Panamá y redundan en potenciales beneficios económicos que mejorarán el nivel de vida de las provincias. Se aspira que esta investigación se publique y repose en todas las bibliotecas que existan en la Universidad de Panamá en el territorio Nacional.

También recomienda a la Autoridad Nacional de Turismo y a la Autoridad Nacional del Ambiente, que utilicen el presente manual educativo canalizado al sector turismo de la provincia de Coclé, como capital semilla para los planes de desarrollo turístico que desarrollan en todo el país. Que ayuden a su divulgación, publicando la investigación y hacerla visible a través de sus canales de distribución a promotores de turismo, inversionistas en turismo, hoteles, entre otras empresas vinculadas a la industria sin chimenea, que cada día crece y contribuye al PIB del país. A los inversionistas privados, promotores de turismo se les recomienda que estudien el presente manual educativo, para que conozcan todas las potencialidades del Sector Turismo en la Provincia de Coclé. Programen sus inversiones, vendan un producto de calidad. Conversen con los (as) moradores de áreas con potencial turístico ecológico y agro-turismo, para que desarrollen la calidad del servicio que busca el nuevo turista y puedan incluirlos en sus paquetes promocionales o invertir directamente en el desarrollo de potenciales proyectos que se generan de los atractivos ecológicos que presenta la investigación.

La literatura disponible, teoría económica, presupuestos, proyectos turísticos en fuentes primarias y secundarias enriquecieron la investigación, que consultó una vasta bibliografía, la cual testimonia la seriedad y responsabilidad de la investigación, con los créditos por la consulta realizada. La autora agradece a todas las personas que investigaron previamente, profesionales y estudiantes que lograron que esta investigación llegara a su feliz término. Viedma Luzcando. Panamá. 2014.



Figura 3. La Pintada de Coclé, con su hermosa belleza ecológica.

Fuente: Museo Arte. Penonomé. 2014. Face Book.

BIBLIOGRAFÍA

Contraloría General de la República. INEC. (2013). Metodología de las Cuentas Nacionales Anuales, para el

cálculo del PIB. [en línea]. Panamá. Disponible en:

<http://www.contraloria.gob.pa/inec/Archivos/P2631metodologia.pdf>

Gobierno Nacional. CONADES. (2013). Estrategia para el Desarrollo Sostenible de Coclé. [en línea].

Disponible en:

<http://www.conades.gob.pa/admin/gal/107/files/ESTRATEGIADESARROLLOSOSTENIBLECOCLE.pdf> Panamá. (2015).

Stiglitz, J. (2010). Aparece en Jované, J. Introducción a la Economía. (1a. ed.). Panamá: CIFE- UP. [2015].

La Medición de la Actividad Económica. (2012). [en línea].

https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:vBOWQsWKfrkJ:www.uam.es/personal_pdi/economicas/cllano//economicas_teoría_macro/apuntes/tema%25201_la%2520medicion%2520de%2520la%2520actividad%2520economica.ppt+&hl=es&pid=bl&srcid=ADGEESiDzcZDNqPROyabN1enNJcAymqxMfZJ6_D-KsIvNfsTpQkqY17qIbDicY5x2Vjytv-bFivvzbzJP476H0FMFLIRSeCxveSeLVKFWQ2jTNTcxadb-DWKaZunnofULFHH7PreJu9pn&sig=AHIEtbQdW3EVqL7FfnxAHtwl5VrXf6p_hA&pli=1 Panamá. [2015].

Luzcando, Viedma. (2015). La Investigación Científica. (S/E). Panamá: Editora Velmarí.

La Prensa. (2012). Economía y Negocios. Promueven la ruta de la naranja en Coclé. (en línea). Disponible

en: <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2009/09/03/hoy/negocios/1910371.asp> [2015].

Municipio de Penonomé. (2012). Economía. [en línea]. Disponible en:

http://www.municipiopenonome.gob.pa/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=56 Panamá. [2015].

Panamá América. González, Elsa. Fincas promueven el agro turismo en Coclé. (2013). [en línea].

Disponible en: <http://www.panamaamerica.com.pa/notas/898834-fincas-promueven-el-agroturismo-en-cocle> Consultada por Viedma Luzcando. Panamá. [2015].

Panama Economy Insiqh. (2013). (en línea). Disponible en:

<http://www.panamaeconomyinsight.com.pa/0217071202.html> Panamá. [2015].

Proyecto Panamá. (2012). [en línea]. Disponible en:

<http://www.proyectospanama.com/panablog/proyecto-provincia-de-cocle/> Panamá. [2015].

Samuelson, Paul. William Nordhaus. Objetivos e instrumentos de la Macroeconomía...

Medición del éxito económico. (1996). [en línea]. Disponible en: <https://nohernandezcortez.files.wordpress.com/.../2-6-objetivos-e-instrumentos-de-la-...> Panamá. [2015].

Tropic's Tours. Turismo Agro cultural. (2001). [en línea]. Disponible en:

http://www.tropictourspanama.net/index.php?option=com_content&task=view&id=84&Itemid=64

[2015].

UAM. La Medición de la Actividad Económica. (2012). [en línea]. Panamá. Disponible en:

www.uam.es/.../economicas/.../economicas.../tema%201_... [2015].

UNICEF. La niña indígena y el adolescente urbano: Entre riesgos y oportunidades Una agenda para la

acción. (2011). [en línea]. Panamá. Disponible en:

<http://www.unicef.org/panama/spanish/Sitan2011-web.p> [2013].

Universidad de Costa Rica. Turismo Ecológico. (2012). [en línea]. Disponible en:

http://www.srl.ucr.ac.cr/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=59 [2015].

EXPRESIÓN DIFERENCIAL DE PROTEÍNAS POR *Rhodobacter capsulatus* B10S EN RESPUESTA A LA PRESENCIA DE 2,4-DINITROFENOL.

DIFFERENTIAL EXPRESSION OF PROTEINS BY *Rhodobacter capsulatus* B10S IN RESPONSE TO THE PRESENCE OF 2,4-DINITROPHENOL.

**Por: Rito Herrera¹, Eva Pérez-Reinado², Víctor Luque-Almagro²,
Conrado Moreno-Vivián², María Dolores Roldán²**

¹ República de Panamá, Universidad de Panamá, Departamento de Genética y Biología Molecular. Email: rhhv76@yahoo.es

² España, Córdoba, Universidad de Córdoba, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular.

Págs.: 95-117

Recibido: 01/ago/2017

Aprobado: 01/sep/2017

Artículo

5

RESUMEN

Los compuestos nitrofenólicos son utilizados como intermediarios en la producción de fármacos, colorantes, pesticidas, conservantes de la madera y explosivos. El 2,4-dinitrofenol (2,4-DNP) es un compuesto tóxico y persistente considerado contaminante prioritario por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Se ha seleccionado la cepa bacteriana *Rhodobacter capsulatus* B10S, perteneciente al grupo de las bacterias rojas fotosintéticas (*Rhodospirillales*), este microorganismo fotorreduce el 2,4-dinitrofenol a 2-amino-4-nitrofenol (ANP) en anaerobiosis, mediante una actividad nitrofenol reductasa que se induce en presencia de nitrofenoles y se reprime en células cultivadas con amonio. El 2,4-DNP es un desacoplante energético que inhibe fuertemente la fijación de nitrógeno en *R. capsulatus*. De hecho, esta bacteria sólo puede crecer diazotróficamente (condiciones de fijación de nitrógeno), cuando el 2,4-DNP se ha transformado casi en su totalidad en ANP. El objetivo del presente estudio es determinar la expresión diferencial de proteínas (inducción, represión, sobreexpresión) mediante electroforesis bidimensional en *R. capsulatus* B10S, en presencia de 2,4-DNP, en células cultivadas en amonio y en condiciones diazotróficas.

Palabras clave: 2,4-DNP, amonio, expresión diferencial, proteínas.

Abstract

The Nitrophenol compounds are used as intermediates in the production of pharmaceuticals, dyes, pesticides, wood preservatives and explosives. 2,4-dinitrophenol (2,4-DNP) is a toxic and persistent pollutant compound considered a priority by the Agency for Environmental Protection (EPA). Is selected *Rhodobacter capsulatus* B10S bacterial strain belonging to the group of the red photosynthetic bacteria (Rhodospirillales), this organism fotorreduce 2,4-dinitrophenol, 2-amino-4-nitrophenol (ANP) under anaerobic conditions, using a nitrophenol reductase activity which is induced in the presence of nitrophenols and repressed in cells cultured with ammonium. 2,4-DNP is an uncoupling energy that strongly inhibits nitrogen fixation in *R. capsulatus*. In fact, this bacteria can only grow diazotrofically (nitrogen fixation conditions) when the 2,4-DNP has become almost entirely in ANP. The aim of this study is to determine the differential expression of proteins (induction, repression, overexpression) by two-dimensional electrophoresis *R. capsulatus* B10S, in the presence of 2,4-DNP, in cultured cells and ammonium daizotrofic conditions. For cells grown in ammonium (RCVNH₄) ammonium and more DNP (RCVNH₄DNP) gels and 17 cm pH range 5-8, thirteen patches (protein) were detected, which once identified, are expected to provide information on the effect of the consumption of ammonium 2,4-DNP, regulating their transport into the cell, expression of gene (s) of nitroreductase (s), nitroreductase activity and the electron donor (s) nitroreductase (s) .

Keywords: 2,4-DNP, ammonium, differential expression, proteins

INTRODUCCIÓN

Las bacterias usan una amplia variedad de compuestos orgánicos como fuentes de energía y/o carbono. A parte de compuestos biogénicos, muchas especies bacterianas son capaces de atacar xenobióticos, compuestos sintetizados por los humanos, que presentan una estructura más o menos diferente a los compuestos naturales o sintetizados por los seres vivos. Sin embargo, su papel en los procesos de biorremediación está a menudo limitado por las bajas tasas de conversión, las cuales pueden estar afectadas por condiciones ambientales desfavorables como temperaturas adversas, deficiencias nutricionales, falta de aceptores de electrones y los efectos tóxicos de los xenobióticos. Diferentes compuestos de este tipo, tienen efectos deletéreos en numerosos sitios dentro de las células. Dependiendo de sus propiedades físicas y químicas, diferentes xenobióticos provocan un incremento en la fluidez de la membrana (Isken y de Bont, 1998), disminución de la síntesis de ATP (Loffhagen *et al.*, 1997) y modificación o desnaturalización de biomoléculas en bacterias (Tamarit *et al.*, 1998). Diversos tipos de respuestas, como cambios en la composición de los lípidos de la membrana (Loffhagen *et al.*, 1995), modificación de la hidrofobicidad de la célula (Isken y de Bont, 1998), e incremento en los niveles de proteínas específicas, manifestándose una en la inestabilidad de las células.

El análisis de las respuestas bacterianas a diversos hidrocarburos aromáticos por proteómica, ha demostrado como observación general, la regulación completa de proteínas específicas de rutas metabólicas, junto con varias proteínas de estrés asociadas con calor, adaptación al frío, estrés oxidativo, choque osmótico y falta de nutrientes (Methe *et al.*, 2005). Se sugiere que un número de elementos están involucrados en la respuesta a estos químicos tóxicos: (i) enzimas implicadas en el metabolismo de hidrocarburos tóxicos, las cuales pueden contribuir a su transformación en compuestos no tóxicos.; (ii) rigidez de la membrana celular por alteración de la composición de los fosfolípidos; (iii) alteraciones en la superficie celular que hacen que las células pierdan permeabilidad; (iv) flujo de un compuesto tóxico en los procesos dependientes de energía y (v) formación de vesículas que remueven solventes de la superficie celular (Ramos *et al.*, 1998). Se ha reportado la identificación de diversas proteínas inducidas por hidrocarburos poliaromáticos en *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1, incluyendo una catalasa-peroxidasa, una monoxigenasa, una dioxigenasa, una pequeña subunidad de dioxigenasa inducible por naftaleno

y una aldehído deshidrogenasa. Así como proteínas relacionadas con el metabolismo de carbohidratos, transcripción del ADN, proteínas de choque térmico y de producción de energía (Kim *et al.*, 2004).

El análisis del proteoma de bacterias involucradas en biorremediación, nos permite comprender cómo las bacterias reaccionan ante la presencia de sustratos hidrocarbonados aromáticos tóxicos. La degradación aromática en bacterias es un complejo fenómeno que engloba no sólo enzimas catabólicas, sino también proteínas de choque térmico y proteínas de membrana. El análisis proteómico de la respuesta de los microorganismos a los hidrocarburos aromáticos, lo cuales inducen estrés, puede proveer una visión más global de los mecanismos involucrados en la respuesta adaptativa a químicos con una toxicidad establecida. La identificación de las proteínas implicadas puede ayudar a elucidar mecanismos de defensa, detoxificación y adaptación. El papel de σ^{54} en la respuesta fisiológica de *Pseudomonas alcaligenes* P25X a la inducción por gentisato (2,5- dihidroxibenzoato) fue estimado por comparación de los perfiles de expresión proteica de la cepa silvestre P25X con el mutante *rpoN* de la cepa G54 (Zhao *et al.*, 2005). La identificación de las proteínas por MALDI-TOF/TOF revela que una amplia diversidad de las mismas fue afectada por la mutación de σ^{54} , el grupo más grande de proteínas que están involucradas en el metabolismo del carbono. Esto incluye la estrictamente inducible gentisato 1,2-dioxigenasa, una de las dos enzimas isofuncionales claves en la vía del gentisato y enzimas del ciclo de Krebs, del metabolismo del piruvato y de la gluconeogénesis. Otras proteínas que son parte del regulón σ^{54} incluyen enzimas implicadas en el metabolismo del nitrógeno, transporte de proteínas, proteínas de respuesta a estrés y otras involucradas en la motilidad celular. Los resultados de este estudio muestran que σ^{54} tiene un papel regulador global en la expresión de una amplia variedad de genes de diversas funciones en *Pseudomonas pseudoalcaligenes* (Zhao y Poh, 2008).

Además, la electroforesis bidimensional es una poderosa herramienta para investigar los mecanismos empleados por las bacterias para degradar hidrocarburos aromáticos y las respuestas fisiológicas asociadas. Desde que se desarrolló la electroforesis bidimensional, mostrándose todas las proteínas bacterianas solubles expresadas bajo condiciones específicas de cultivo, se ha logrado un mejor entendimiento de las proteínas de transporte involucradas y de las enzimas empleadas por los microorganismos para degradar hidrocarburos aromáticos. Las herramientas proteómicas

han ido incrementando su uso en el estudio de la degradación de hidrocarburos aromáticos por especies bacterianas como *Acinetobacter* sp. KS-1 (Kim *et al.*, 2003), *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1 (Kim *et al.*, 2007), *Pseudomonas putida* KT2420/2442 (Lupi *et al.*, 1995 y Kim *et al.*, 2006), *P. alcaligenes* NCIMB 9867 (Zhao *et al.*, 2004) y más recientemente la bacteria Gram-positiva *Rhodococcus* sp. Cepa TFB (Tomas-Gallardo *et al.*, 2006).

En el caso de los organismos unicelulares, una variedad de cambios en el ambiente celular (choque térmico, baja temperatura, presencia de metales pesados) han sido usados para inducir cambios en el proteoma existente. El primer reconocimiento de la riqueza molecular, en cuanto a respuesta bacteriana mediante proteínas de estrés, tuvo lugar con la introducción en 1975, de la electroforesis en geles de acrilamida en dos dimensiones para resolver complejas mezclas de proteínas celulares (O' Farrell, 1975). Esta tecnología introdujo una fase de cambios en el estudio de la fisiología bacteriana por ajuste de nuevas aproximaciones experimentales básicas.

Esta claro ahora, que además de la regulación de la expresión de genes específicos, hay sistemas de regulación global que controlan expresiones simultáneas de un gran número de genes en respuesta a una variedad de estreses ambientales. El primero de estos sistemas de control global, y de sustancial importancia, es la respuesta al estrés por calor. El primer estudio de la respuesta de una bacteria a estrés por calor con análisis de electroforesis en dos dimensiones, comparó el proteoma de *E. coli* creciendo a 28°C o 37°C con su crecimiento a temperaturas altas de 42°C a 50°C (Neidhardt *et al.*, 1981 y Van Bogelen *et al.*, 1987). Estudios similares han sido desarrollados en otras bacterias (ejemplo, *Bacillus subtilis*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Brucella melitensis*, *Agrobacterium tumefaciens* y cepas de *Vibrio* sp S14), determinando las proteínas involucradas en la respuesta al estrés por calor, y cuántas de ellas estaban inducidas cuando las células estuvieron sujetas a más de una condición de estrés (Richter y Hecker, 1986 y Bernhardt *et al.*, 1997). Solamente un reducido número de proteomas bacterianos en respuesta al estrés por calor han sido definidos con la electroforesis en dos dimensiones.

La respuesta al estrés por calor se caracteriza por la inducción de un conjunto grande de proteínas (llamadas proteínas de respuesta al calor o *Hsp*), bajo exposición a altas temperaturas y a condiciones en que normalmente las proteínas se desnaturalizan, por ejemplo en presencia de alcoholes y metales pesados (Schumann, 2003 y Chhabra *et al.*, 2006). Perturbaciones como la exposición de las células a hidrocarburos aromáticos tóxicos y condiciones de estrés, fácilmente

producen respuestas celulares *in vivo* que pueden ser sujeto de análisis proteómicos y que consideramos son los primeros ejemplos de proteómica funcional. El resultado del análisis del proteoma funcional es la identificación de muchas *Hsp* que son inducidas en respuesta a varios estímulos (Chen *et al.*, 2000; Monahan *et al.*, 2001 y Giard *et al.*, 2002).

Los compuestos nitroaromáticos se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente y han sido detectados en efluentes líquidos, ríos y suelos tratados con pesticidas. Son liberados al ambiente principalmente a través de actividades antropogénicas. Los nitrofenoles son utilizados como intermediarios en la producción de fármacos, colorantes, pesticidas, conservantes de la madera y explosivos (Spain, 1995; Zablutowicz *et al.*, 1999; She *et al.*, 2005). Estos compuestos son altamente tóxicos para el ser humano y mamíferos dado que son sustancias que pueden llevar a la formación de metahemoglobina y son potentes desacoplantes de la fosforilación oxidativa (Karim y Gupta, 2002). El 2,4- dinitrofenol (2,4-DNP) es un compuesto persistente en el ambiente considerado contaminante prioritario por la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (US EPA), que recomienda un nivel guía en aguas naturales menor de 10 ng/L (Korol *et al.*, 2008). Dentro de las bacterias fotosintéticas (clase Fotobacterias) se encuentra una subclase que contiene a las bacterias fotosintéticas oxigénicas (las cianobacterias), y otra subclase en que se encuentran las bacterias fotosintéticas anoxigénicas. Estas últimas se clasifican en tres grupos: bacterias verdes (azufradas y no azufradas), bacterias rojas (azufradas y no azufradas) y heliobacterias. Las bacterias rojas (*Rhodospirillales*) poseen unas membranas intracitoplasmáticas características, producidas por invaginaciones de la membrana plasmática. En estas membranas se encuentra el aparato fotosintético con los pigmentos, la bacterioclorofila *a* y *b* y los carotenoides.

Las Rodospiriláceas asimilan el nitrógeno orgánico fundamentalmente a través de la glutamato deshidrogenasa, mientras que el amonio se incorpora a los esqueletos carbonados mediante la ruta glutamina sintetasa/glutamato sintasa (GS/GOGAT). También poseen nitrogenasa, y algunas especies, nitrato y nitrito reductasas. *Rhodobacter capsulatus* E1F1 utiliza como fuente de carbono para el crecimiento diversos compuestos aromáticos como benzoato, catecol, 1,2,3-trihidroxibenceno y 3,4-dihidroxibenzoato, tanto en luz y anaerobiosis como en luz y microaerobiosis, coincidiendo con lo descrito para otras Rodospiriláceas. Por otro lado, *R. capsulatus* E1F1 utiliza escasamente diversos nitrofenoles como fuente de carbono, aunque sí

como fuente de nitrógeno, en presencia de una fuente de carbono adecuada, tanto en condiciones de luz/anaerobiosis como en luz/microaerobiosis, ya que es capaz de fotoasimilar nitrato y nitrito.

R. capsulatus E1F1 fotorreduce el 2,4-dinitrofenol a 2-amino-4-nitrofenol (ANP) en anaerobiosis, mediante una actividad nitrofenol reductasa que se induce en presencia de nitrofenoles y se reprime en células cultivadas con amonio. Mientras que en anaerobiosis el 2,4-dinitrofenol se reduce casi estequiométricamente a 2-amino-4-nitrofenol, en condiciones microaeróbicas éste último desaparece del medio de cultivo, dando lugar a nitrito y a otros metabolitos prácticamente indetectables por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

El 2,4-DNP es un desacoplante energético que inhibe fuertemente la fijación de nitrógeno en *R. capsulatus*. De hecho, esta bacteria sólo puede crecer diazotróficamente cuando el 2,4-DNP se ha transformado casi en su totalidad en ANP, de ahí que la fotorreducción de 2,4-DNP sea un proceso cometabólico. Por otro lado, cuando se estudia la inducción de la nitrogenasa se observa que se induce a medida que el 2,4-DNP va desapareciendo del medio de cultivo. En presencia de amonio, el metabolismo del 2,4-DNP se inhibe fuertemente.

Por otra parte, la estirpe B10 es fácil de estudiar genéticamente y además se conoce la secuencia completa del genoma de la estirpe SB1003, muy similar a B10, que se ha publicado recientemente (Haselkorn *et al.*, 2001). Por todo ello, se caracterizó la utilización de 2,4-DNP por *R. capsulatus* B10. Esta bacteria fotorreduce el 2,4-dinitrofenol (2,4-DNP) a 2-amino-4-nitrofenol, que es liberado al medio de cultivo casi estequiométricamente en condiciones anaeróbicas, igual que en la estirpe E1F1 (Pérez Reinado, 2005).

El presente estudio, tiene el propósito de determinar la expresión diferencial de proteínas en *R. capsulatus* B10S frente a la presencia de 2,4-DNP, en células cultivadas en amonio y bajo condiciones diazotróficas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos

Para llevar a cabo el presente estudio se empleó la cepa de *Rhodobacter capsulatus* B10S, mutante espontáneo de *R. capsulatus* B10, resistente a estreptomicina (Pérez-Reinado, 2005).

Compuestos químicos

Se empleó 2,4- dinitrofenol (DNP) de grado analítico provisto por Fluka (Riedel de Haën). Todos los reactivos químicos fueron de grado analítico provistos por Sigma Chemical Company (St. Louis, USA), Merck (Darmstadt, Alemania) y Panreac (Barcelona, España). La solución de 2,4-DNP 200 mM, se preparó asepticamente disolviendo la cantidad necesaria en 50 mL de dimetilsulfóxido (DMSO).

Medios de Cultivo

Los medios de cultivo utilizados se esterilizaron en autoclave durante 20 min a 126 °C, se suplementaron con el antibiótico sulfato de estreptomicina con una concentración en el medio de 200 mg/mL. Como medio mínimo para el cultivo rutinario de la estirpe de *R. capsulatus* B10S se empleó RCV (cuadro 1) (Pérez-Reinado, 2005).

Cuadro 1. Composición medio RCV

| Medio RCV | |
|---|-----------------|
| MgSO₄ · 7H₂O 20% | 200 mg |
| CaCl₂ · 2 H₂O 7.5% | 75 mg |
| FeSO₄ · 7H₂O 0.4% | 12 mg |
| Clorhidrato de pirofosfato de tiamina 0.1% | 1 mg |
| Tampón fosfato potásico pH 6,8 | 640 mM |
| Solución de trazas | 1 mL |
| L-malato 20%, 30 mM | 40 mL |
| H₂O | hasta 1L |

La solución de trazas (cuadro 2) se preparó disolviendo en 250 mL de agua los siguientes componentes:

Cuadro 2. Solución de trazas

| Trazas | |
|--|---------------|
| MnSO₄·H₂O | 400 mg |
| H₃BO₃ | 700 mg |
| CuSO₄·5H₂O | 10 mg |
| ZnSO₄·7H₂O | 60 mg |
| Na₂MoO₄·2H₂O | 190 mg |

Como fuente de carbono se utilizó D,L-malato (30 mM) añadiéndose 20 mL/L a partir de una solución preparada al 20% ajustada a pH 6,8. Como fuente de nitrógeno se empleó glutamato sódico (1 g/L) y cloruro amónico (10 mM) o el dinitrógeno molecular disuelto en el medio (16 mg/L).

En cuanto a las condiciones de cultivo, *R. capsulatus* se cultivó a 30 °C en condiciones de luz y anaerobiosis (condición fototrófica), utilizando frascos de cristal Pyrex® del volumen adecuado (entre 8 mL y 1.5 L), cerrados herméticamente. Los frascos se llenaron completamente con medio de cultivo para crear las condiciones anaeróbicas. Los cultivos se iluminaron de forma continua con lámparas de wolframio para obtener condiciones saturantes de luz (240 W·m⁻²).

Análisis Proteómico

- Fraccionamiento subcelular** Para la realización de geles 2D se partió aproximadamente de 1150 mL de cultivos de *R. capsulatus* que se recogieron en fase de crecimiento exponencial, el crecimiento de las estirpes se siguió mediante turbidimetría a 680 nm (densidad óptica 0.5-0.6), utilizando para ello un espectrofotómetro UV-Vis ThermoSpectronic, Helios Epsilon. Las células de *R. capsulatus* se recogieron por centrifugación a 10.000 g durante 10 min a 4 °C, en una centrífuga Beckman J2-21. Se desechó el sobrenadante y las células se resuspendieron en tampón Tris-HCl 50 mM pH 8,0 para volverlas a centrifugar, eliminar nuevamente el sobrenadante y guardar a -80°C. Una vez descongeladas las células, las mismas fueron resuspendidas en tampón de solubilización (urea 7 M, tiourea 2 M, CHAPS 4% (p/v), se les añadió DNAsa 65 µg/mL

y RNAsa 40 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Posteriormente se rompieron mediante 3 ciclos de 5 s a 90 W, con un sonicador Vibra Cell de Sonics & Materials, manteniendo las células en todo momento a 4 °C. A los extractos obtenidos se les añadió además, una mezcla de inhibidores de proteínas (PMSF 7 $\mu\text{g}/\text{mL}$, Leupeptina 2 $\mu\text{g}/\text{mL}$, y Pepstatina 2.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$), incubándose posteriormente 1 h a temperatura ambiente. Seguidamente se centrifugaron a 11000 g (centrífuga Sigma 6k 15) por 1 h, guardándose el sobrenadante para el análisis proteómico.

- **Determinación de la concentración de proteínas:** Para la determinación de proteínas se utilizó el método de Bradford (1976). A 0,8 mL de muestra se le añadieron 0,2 mL de reactivo “Bio-Rad Dye reagent concentrate”, referencia (500-0006 Bio-Rad). Transcurridos 5 min se determinó la absorbancia a 595 nm y el valor obtenido se interpoló en una recta patrón obtenida con seroalbúmina bovina (BSA).
- **Isoelectroenfoque:** La primera dimensión se llevó a cabo usando el sistema IEF Cell de Bio-Rad. Las tiras de isoelectroenfoque fueron de 7 y 17 cm (Bio-Rad), con intervalos de pH de 3-10 y 5-8. Las muestras previamente centrifugadas a 12000 g durante 1 h, se aplicaron a los sarcófagos y encima de cada una se colocó, hacia abajo, un gel de isoelectroenfoque, luego los geles se cubrieron con aceite mineral. Para una completa absorción de las proteínas y rehidratación de los geles se realizó una rehidratación pasiva (sin voltaje) durante 12 h para los geles de 7 cm; para los de 17 cm, se realizó una rehidratación pasiva durante 1 h y seguido una rehidratación activa (30 V) durante 12 h. En ambos casos tanto la rehidratación como el isoelectroenfoque se llevaron a cabo a 20°C y una corriente de 50 μA por gel.
- **Preparación de la muestra:** de la fracción soluble se tomaron volúmenes con cantidades comprendidas entre 100 a 125 μg de proteínas, se completaron hasta 125 μL (para los geles de 7 cm) y 300 μL (para los geles de 17 cm) con tampón de solubilización, que contenía urea 7 M, tiourea 2 M, CHAPS 4% (p/v), DTT 50 mM, tampón IPG (anfolitos 0.8% (p/v) y trazas de azul de bromofenol.
- **Equilibrado de tiras de isoelectroenfoque:** antes del inicio de la segunda dimensión, los geles de isoelectroenfoque se equilibraron durante 15 min en tampón de equilibrado (urea 6 M, glicerol 30% (v/v), azul de bromofenol, todo esto preparado en tampón Tris-HCl 50 mM (pH 8,8), conteniendo DTT (10 mg/mL) y seguidamente otros 15 min en tampón de equilibrado conteniendo yodoacetamida 25 mg/mL.

- **Segunda dimensión:** la electroforesis bidimensional (segunda dimensión), se llevó a cabo usando el sistema Protean® Plus Mini Dodeca® Cell de Bio-Rad para los geles de 7 cm y Proten® Plus Dodeca® Cell para los de 17 cm ambos de Bio-Rad. Todo el material se lavó cuidadosamente con agua destilada y etanol. Los geles de isoelectroenfoque equilibrados se colocaron posteriormente sobre geles de poliacrilamida al 12% para la segunda dimensión. Los marcadores de peso molecular se aplicaron en trozo de papel Whatmann, el cual se colocó al lado del gel de isoelectroenfoque y sobre el gel de poliacrilamida. Por último, tanto el gel de isoelectroenfoque como el papel con los marcadores se sellaron con agarosa al 0.5%. Las condiciones de electroforesis fueron de 200 V para los geles de 7 cm por 2 h y 60 V por 22 h para los de 17 cm, a 10°C.
- **Tinción de geles:** el revelado de los geles bidimensionales se realizó únicamente mediante la tinción de Sypro® Ruby (Bio-Rad). Los geles se lavaron con agua destilada, y se colocaron 30 min en solución de fijación (10% metanol y 7% ácido acético glacial), seguidamente se incubaron toda la noche con Sypro® Ruby, agitando suavemente. El tiempo de incubación fue de aproximadamente 20 h. A continuación se retiró la tinción fluorescente, se colocaron en solución de fijación por 30 min y finalmente en agua destilada por otros 30 min. Los geles de electroforesis se escanearon con el ImageScanner de Amersham-Pharmacia y posteriormente se analizaron utilizando el programa ImageMaster 2D v3.1 de Amersham-Pharmacia. En dicho análisis se identificaron aquellas manchas (proteínas resueltas en la electroforesis bidimensional) cuyos cambios, tanto cualitativos como cuantitativos, se consideraron más significativos.
- **Aislamiento de proteínas y análisis mediante espectrometría de masas:** las proteínas (manchas) de interés se enviaron al SCAI-Universidad de Córdoba para ser recortados, digeridos con tripsina e identificados mediante huella peptídica (MALDI-TOF/TOF).
- **Identificación de proteínas a partir de los resultados de espectrometría de masas:** las huellas de mapas de péptidos generadas por MALDI-TOF/TOF se utilizaron para identificar las proteínas mediante diversas herramientas bioinformáticas o *motores* búsqueda disponibles en Internet como Mascot y Sequest.

RESULTADOS

Metabolismo de 2,4-Dinitrofenol en *Rhodobacter capsulatus* B10S:

La bacteria *Rhodobacter capsulatus* B10S se cultivó en anaerobiosis en medios RCV con malato 30 mM como fuente de carbono, utilizando glutamato sódico (1 g/L), cloruro amónico (10 mM) o el dinitrógeno molecular disuelto en el medio (16 mg/L) como fuente de nitrógeno y en presencia de 2,4-dinitrofenol (DNP) 200 μ M. Como puede verse en la figura 1, la bacteria transformó rápidamente todo el 2,4-DNP en Aminonitrofenol (ANP). Mientras que en condiciones diazotróficas (condiciones de fijación de nitrógeno) como se observa en la figura 2, la degradación del 2,4-DNP fue más lenta.

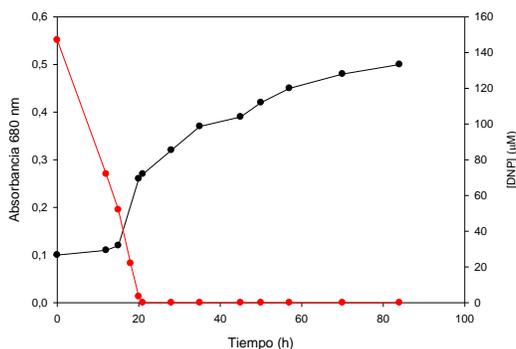


Figura 1. Degradación anaerobia de 2,4-DNP (puntos rojos) por *Rhodobacter capsulatus* B10S en medios con glutamato. Cinética de crecimiento (puntos negros).

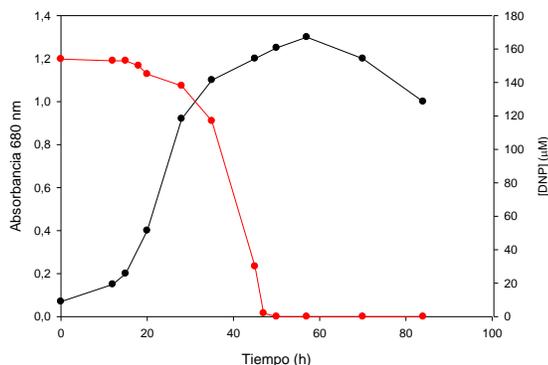


Figura 2. Degradación anaerobia de 2,4-DNP (puntos rojos) por *Rhodobacter capsulatus* B10S en condiciones diazotróficas. Cinética de crecimiento (puntos negros).

Obtención de los extractos proteicos:

Para la obtención de la fracción soluble de proteínas se partió de cultivos en tubos de 8 mL, pasando por 125 mL y finalmente en frascos de aproximadamente 1150 mL (figura 3). La densidad óptica inicial de crecimiento (a 680 nm) fue de 0.129 para estos últimos y cuando alcanzaron 0.500, se le añadió el 2,4-DNP, tanto a los medios con cloruro de amonio (fuente de nitrógeno) como a los de condiciones diazotróficas. Las células que estaban creciendo en medio RCVNH₄DNP se recogieron antes de que se formara el ANP, mientras que las de los medios RCVDNP (condición diazotrófica) cuando se hubiera transformado al menos un 25% de 2,4-DNP a ANP. Estas condiciones se determinaron mediante HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) utilizando un cromatógrafo Beckman System Gold Diode Array Detector Module 168 (figura 4).

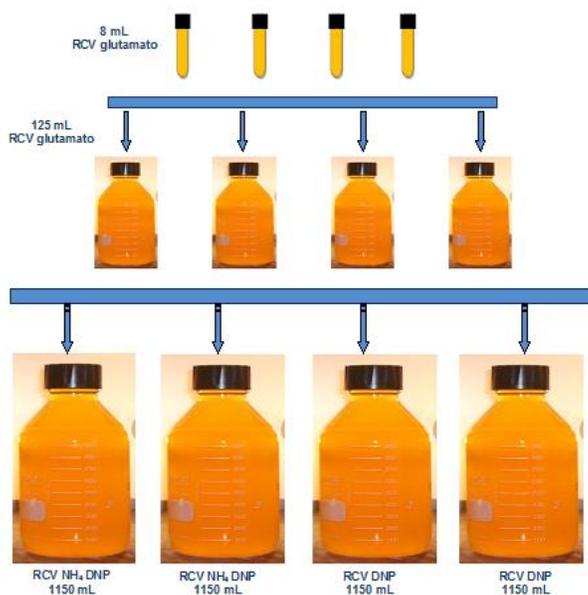


Figura 3. Condiciones de cultivo con glutamato, NH₄ y diazotrófica más 2,4-DNP.

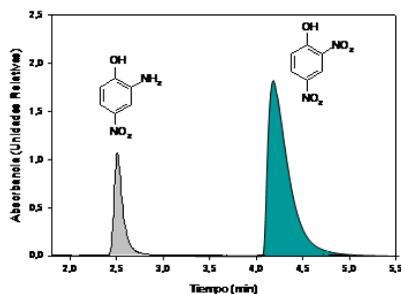


Figura 4. Cromatograma de ANP y DNP obtenido mediante HPLC.

Optimización de la fracción proteica para la electroforesis bidimensional:

Al llevarse a cabo los geles de 7 cm la resolución de las proteínas no fue la esperada, sugiriéndose la presencia de impurezas (sales o pigmentos propios de la bacteria) en los extractos proteicos obtenidos figura 5. Para mejorar estos resultados se le añadió a los extractos proteicos 4 volúmenes de metanol, luego 1 volumen de cloroformo, seguidamente se le añadió 3 volúmenes de agua miliQ (luego de cada paso se agitó la muestra), en este punto la muestra debe tener aspecto lechoso. Se centrifugó a 12000 g durante 5 min y se eliminó la fase superior (las proteínas se quedan en la interfase formando un anillo blanco), luego se añadieron 3 volúmenes de metanol y se agitó, se centrifugó a 12000 g durante 5 min y se eliminó el sobrenadante, finalmente se dejó secar por 10-15 min y se resuspendió en el tampón de solubilización. Se llevó a cabo nuevamente la electroforesis bidimensional en los geles de 7 cm obteniéndose una mejor resolución y enfoque de las manchas (proteínas) como se aprecia en la figura 6.

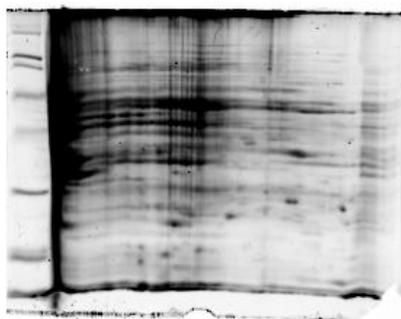


Figura 5. RCV

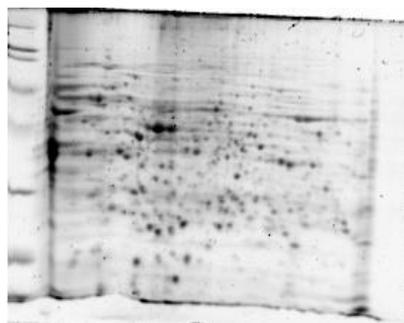


Figura 6. RCV

Una vez se optimizaron los geles de 7 cm en cuanto al enfoque de las proteínas y resolución de los mismos, se procedió con geles de 17 cm. En este punto se realizaron geles por duplicado para las condiciones RCVNH₄ (geles control), RCVNH₄DNP 3h (exposición de la bacteria a 2,4-DNP por 3 h) y RCVNH₄DNP 6h (exposición de la bacteria a 2,4-DNP por 6 h), como se muestra en las figuras 7,8 y 9. No fue posible realizar geles de 17 cm para las condiciones diazotróficas, pues no se contaba con la cantidad de proteína requerida.

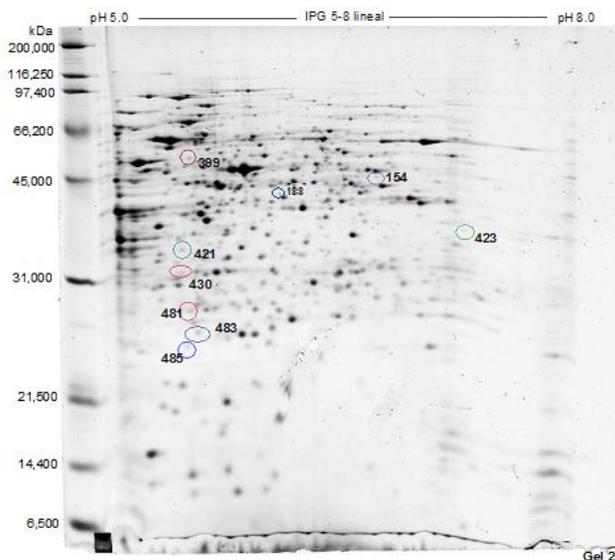


Figura 7. RCV NH₄.

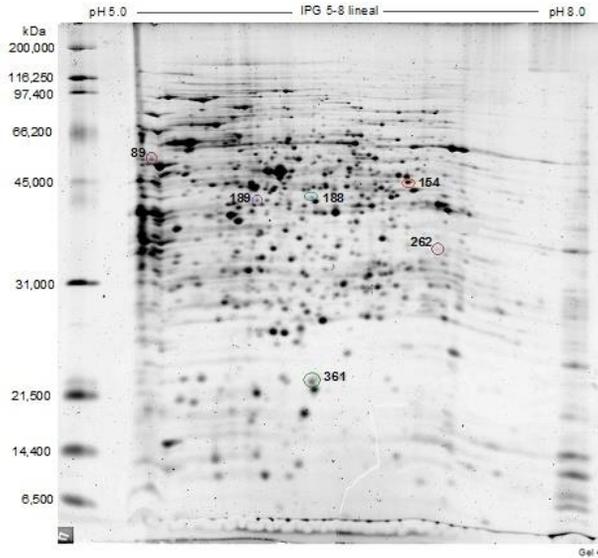


Figura 8. RCV NH₄ DNP 3 h.

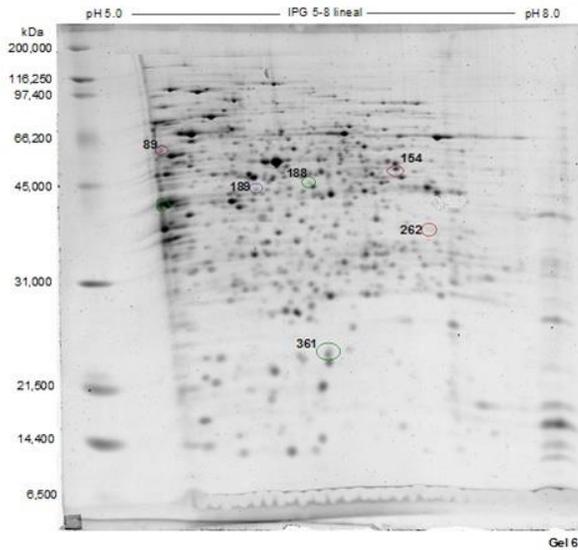
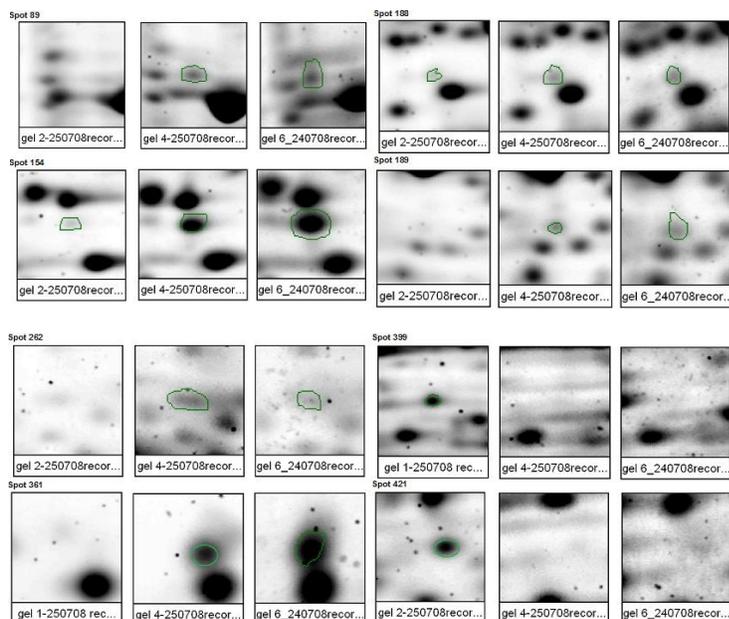


Figura 9. RCV NH₄ DNP 6 h.

En la Tabla 1 se presentan las manchas (proteínas), que se inducen, reprimen o sobreexpresan en las distintas condiciones experimentales, así como su punto isoeléctrico y peso molecular en kDa.

Tabla 1. Inducción y represión de manchas (proteínas). Los puntos negros indican la presencia de las manchas en los distintos geles.

| Nº de Mancha | Gel 1-2 RCVNH ₄ | Gel 3-4 RCVNH ₄ DNP 3h | Gel 5-6 RCVNH ₄ DNP 6h | Peso Molecular (kDa) | Punto Isoeléctrico (pI) |
|--------------|-------------------------------|---|---|-------------------------|----------------------------|
| 89 | | • | • | 54,42 | 5,15 |
| 154 | • | • | • | 44,83 | 7,11 |
| 188 | • | • | • | 42,71 | 6,37 |
| 189 | | • | • | 42,27 | 5,95 |
| 262 | | • | • | 35,64 | 7,34 |
| 361 | • | | | 22,44 | 6,19 |
| 399 | • | | | 54,39 | 5,53 |
| 421 | • | | | 35,70 | 5,44 |
| 423 | • | | | 34,84 | 7,48 |
| 430 | • | | | 32,07 | 5,48 |
| 481 | • | | | 28,68 | 5,54 |
| 483 | • | | | 29,95 | 5,59 |
| 485 | • | | | 25,90 | 5,51 |



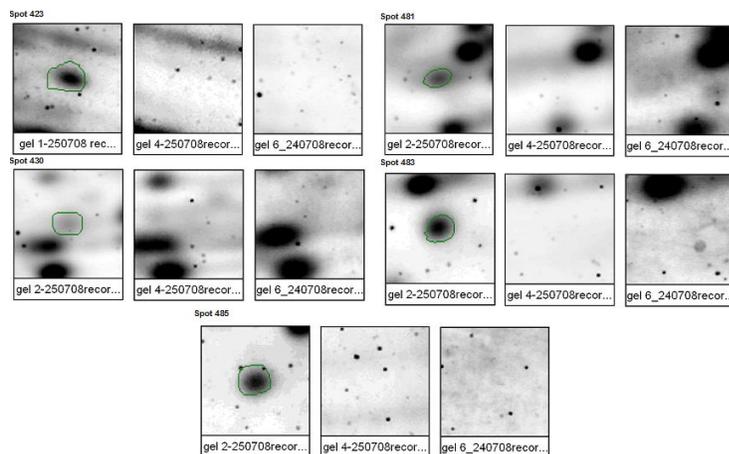


Figura 10. Comparación de las manchas (proteínas) sugeridas como posibles diferencias entre las distintas condiciones experimentales. Los geles 1-2 corresponden a RCV NH₄, los geles 3-4 a RCV NH₄ DNP 3 h y los 5-6 a RCVNH₄ DNP 6 h.

DISCUSIÓN

Cuando las células de *R. capsulatus* se cultivan en condiciones fototróficas y de anaerobiosis, utilizando L-glutamato como fuente de nitrógeno carecen de actividad nitroreductasa (enzima capaz de transformar el 2,4-DNP en ANP). Sin embargo, cuando se le transfiere a medios con 2,4-DNP, se comienza a inducir la actividad de la enzima. Esta respuesta metabólica no ocurre en presencia de amonio, pues éste bloquea instantánea y reversiblemente el consumo de 2,4-DNP en *R. capsulatus* B10S. Experimentos previos demuestran que la fotorreducción de 2,4-DNP depende de la presencia de fuentes alternativas de carbono o nitrógeno. En cuanto a su cultivo en condiciones diazotróficas, en presencia de 2,4-DNP, la fijación de nitrógeno está fuertemente inhibida y no se produce la liberación de amonio al medio. La fijación de nitrógeno es un proceso que requiere gran cantidad de energía, y dado que el 2,4-DNP es un desacoplante energético, la bacteria sólo puede crecer diazotróficamente cuando el 2,4-DNP se ha transformado prácticamente en su totalidad en ANP (Pérez-Reinado, 2005).

Estos datos experimentales explican porque las células de *R. capsulatus* B10S, que se cultivaron en glutamato más DNP crecían más rápidamente que cultivadas con amonio más DNP y en condiciones diazotróficas más DNP, y también porque la degradación del DNP es mucho más

rápida en medios con glutamato que en cultivos que se encuentran en condiciones diazotróficas (ver figuras 1 y 2).

En cuanto a la obtención de los extractos proteicos para la electroforesis bidimensional, las células cultivadas en amonio más DNP, se recogen antes de que se inicie la reducción de DNP a ANP, para detectar mediante el análisis proteómico posterior, aquellas proteínas que se reprimen, inducen o sobreexpresan ante la presencia de DNP, para ello se toman muestras del cultivo y se verifica mediante HPLC, si se ha comenzado a formar el ANP. Por esta razón, a partir de que se añade el DNP se toman muestras hasta que se inicia la actividad nitroreductasa y el proceso reductivo del DNP, lo que indica que se ha iniciado el consumo del mismo. En *R. capsulatus* E1F1, la inhibición causada por el amonio no afecta *in vitro* la actividad nitroreductasa, e *in vivo* sólo a largo plazo, lo que indica que muy probablemente debe actuar a nivel de expresión génica (Pérez-Reinado, 2005). En relación a la obtención del extracto proteico de *R. capsulatus* B10S cultivada en condiciones diazotróficas a las que se le añadió DNP, las mismas se recogen cuando al menos un 25% del DNP se ha reducido a ANP (verificación mediante HPLC), pues el DNP ejerce un fuerte inhibición sobre la fijación de nitrógeno como ya se mencionó, lo que pudiera explicar su lento crecimiento. En este caso se intenta detectar inducción, represión o sobreexpresión de proteínas cuando la bacteria se encuentra nuevamente fijando nitrógeno, condición que se presenta cuando el DNP se ha transformado en ANP. Es por ello que se requiere partir de una densidad óptica apropiada de células en condiciones diazotróficas, para obtener suficiente cantidad de proteínas una vez añadido el DNP, lo que permite hacer los geles de mayor tamaño (17 cm). Para la optimización de la fracción proteica a emplearse en la electroforesis bidimensional, una vez obtenido el extracto proteico de las diferentes condiciones de cultivo, las muestras se someten a una eliminación de posibles contaminantes basada en un protocolo de metanol-cloroformo, que interfieren en la obtención de una fracción proteica soluble, que permita obtener una buena resolución de los geles y enfoque de las proteínas.

Finalmente para las células cultivadas en amonio (control) y en amonio más DNP, se identificaron en total trece manchas (proteínas) de expresión diferencial (inducción, represión y sobreexpresión) basándose en el programa informático ImageMaster 2D v3.1 de Amersham-Pharmacia, a partir de los geles de 17 cm, con sus correspondientes pesos moleculares y puntos isoeléctricos, en donde se espera observar en el proteoma el efecto del amonio sobre el consumo

de 2,4-DNP y sobre la regulación de procesos de transporte de 2,4-DNP al interior celular; expresión del (los) gen (es) de la (s) nitroreductasa (s), actividad nitroreductasa y los donadores de electrones a la (s) nitroreductasa (s).

BIBLIOGRAFÍA

- Bernhardt, J., Volker, U., Volker, A., Antelmann, H. et al.** 1997. Specific and general stress proteins in *Bacillus subtilis* – a two-dimensional protein electrophoresis study. *Microbiology*, **143**: 999–1017.
- Bradford, MM.** 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.* **72**:248-256.
- Chen, H., Higgins, J., Kondorosi, E., Kondorosi, A. et al.** 2000. Identification of nol regulated proteins in *Sinorhizobium meliloti* using proteome analysis. *Electrophoresis*, **21**: 3823–3832.
- Chhabra, S. R., He, Q., Huang, K. H., Gaucher, S. P. et al.** 2006. Global analysis of heat shock response in *Desulfovibrio vulgaris* Hildenborough. *J. Bacteriol.* **188**: 1817–1828.
- Giard, J. C., Verneuil, N., Auffray, Y., Hartke, A.** 2002. Characterization of genes homologous to the general stress-inducible gene *gls24* in *Enterococcus faecalis* and *Lactococcus lactis*. *FEMS Microbiol. Lett.* **206**: 235–239.
- Isken, S., de Bont, J. A. M.** 1998. Bacteria tolerant to organic solvents. *Extremophiles*, **2**: 229–238.
- Karim, K., Gupta, S.K.** 2002 Effect of alternative carbon source on biological transformation of nitrophenols. *Biodegradation*. **13**: 353-360.
- Kim, S. I., Song, S. Y., Kim, K. W., Ho, E. M., Oh, K. H.** 2003. Proteomic analysis of the benzoate degradation pathway in *Acinetobacter* sp. KS-1. *Res. Microbiol.* **154**: 697–703.
- Kim, S. J., Jones, R.C., Cha, C. J., Kweon, O. et al.** 2004. Identification of proteins induced by polycyclic aromatic hydrocarbon in *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1 using twodimensional polyacrylamide gel electrophoresis and *de novo* sequencing methods. *Proteomics*, **4**: 3899–3908.

- Kim, S. J., Kweon, O., Jones, R. C., Freeman, J. P. *et al.* 2007. Complete and integrated pyrene degradation pathway in *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1 based on system biology. *J. Bacteriol.* **189**: 464–472.
- Kim, Y. H., Cho, K., Yun, S. H., Kim, J. Y. *et al.* 2006. Analysis of aromatic catabolic pathways in *Pseudomonas putida* KT 2440 using a combined proteomic approach: 2DE/MS and cleavable isotope-coded affinity tag analysis. *Proteomics*, **6**: 1301–1318.
- Korol, S., Gemini, V., Correa, E., Gallego, A. 2008. Degradación microbiana de 2,4-dinitrofenol en efluentes líquidos: efecto de factores bióticos y abióticos. *Higiene y Sanidad Ambiental*, **8**: 320-324.
- Loffhagen, N., Hartig, C., Babel, W. 1995. Fatty acid pattern of *Acinetobacter calcoaceticus* 69-V indicate sensitivity against xenobiotics. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **44**: 526–531.
- Loffhagen, N., Hartig, C., Babel, W. 1997. The toxicity of substituted phenolic compounds to a detoxifying and an acetic acid bacterium. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **36**: 269–274.
- Lupi, C. G., Colangelo, T., Mason, C. A. 1995. Two-dimensional gel electrophoresis analysis of the response of *Pseudomonas putida* KT 2442 to 2-chlorophenol. *Appl. Environ. Microbiol.* **61**: 2863–2872.
- Methe, B. A., Nelson, K. E., Deming, J. W., Momen, B. *et al.* 2005. The psychrophilic lifestyle as revealed by the genome sequence of *Colwellia psychrerythraea* 34H through genomic and proteomic analyses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **102**: 10913–10918.
- Monahan, I. M., Betts, J., Banerjee, D. K., Butcher, P. D. 2001. Differential expression of mycobacterial proteins following phagocytosis by macrophages. *Microbiology*, **147**: 459–471.
- Neidhardt, F. C., Phillips, T. A., van Bogelen, R. A., Smith, M. W. *et al.* 1981. Identity of the B56.5 protein, the A-protein, and the *groE* gene product of *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.* **145**: 513–520.
- O'Farrell, P. H. 1975. High resolution two-dimensional electrophoresis of proteins. *J. Biol. Chem.* **250**: 4007–4021.

- Pérez-Reinado, E.** 2005. Bases Moleculares de la Degradación de Polinitrofenoles en *Rhodobacter capsulatus*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Ramos, J. L., Duque, E., Godoy, P., Segura, A.** 1998. Efflux pumps involved in toluene tolerance in *Pseudomonas putida* DOTT1E. *J. Bacteriol.* **180**: 3323–3329.
- Richter, A., Hecker, M.** 1986. Heat-shock proteins in *Bacillus subtilis*. A two-dimensional gel electrophoresis study. *FEMS Microbiol. Lett.* **36**: 69–71.
- Schumann, W.** 2003. The *Bacillus subtilis* heat shock stimulon. *Cell stress chaperones*, **8**: 207–217.
- She, Z., Gao, M., Jin, C., Chen, Y., Yu, J.** 2005. Toxicity and biodegradation of 2,4-dinitrophenol and 3-nitrophenol in anaerobic systems. *Process Biochem.* **40**: 3017-3024.
- Spain, J.C.** 1995. Biodegradation of nitroaromatic compounds. *Annual Review of Microbiology*, **49**: 523-555.
- Tamarit, J., Cabiscol, E., Ros, J.** 1998. Identification of the major oxidatively damaged proteins in *Escherichia coli* cells exposed to oxidative stress. *J. Biol. Chem.* **273**: 3027–3032.
- Tomas-Gallardo, L., Canosa, I., Santero, E., Camafeita, E. et al.** 2006. Proteomic and transcriptional characterization of aromatic degradation pathways in *Rhodococcus sp.* strain TFB. *Proteomics*, **6**:119–132.
- Van Bogelen, R.A., Acton, M.A., Neidhardt, F. C.** 1987. Induction of the heat-shock regulon does not produce thermotolerance in *Escherichia coli*. *Genes Dev.* **1**: 525–531.
- Zablotowicz, R.M., Leung, K.T., Alber, T., Cassidy, M.B., Trevors, J.T., Lee, H., Veldhuis, L., Hall, J.C.** 1999. Degradation of 2,4-dinitrophenol and selected nitroaromatic compounds by *Sphingomonas sp.* UG30. *Can. J. Microbiol.* **45**: 840-848.
- Zhao, B., Poh, C. L.** 2008. Insights into environmental bioremediation by microorganisms through functional genomics and proteomics. *Proteomics*, **8**: 874-881.
- Zhao, B., Yeo, C. C., Lee, C. C., Geng, A. L. et al.** 2004. Proteome analysis of gentisate-induced response in *Pseudomonas alcaligenes* NCIB 9867. *Proteomics*, **4**: 2028–2036

-**Zhao, B., Yeo, C. C., Poh, C. L.** 2005. Proteome investigation of the global regulatory role of sigma 54 in response to gentisate induction in *Pseudomonas alcaligenes* NCIMB 9867. *Proteomics*, **5**: 1868–1876.