

**AGRO**  
PRODUCTIVIDAD

**AP**

 **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**  
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Identificación de  
organismos plaga del  
**Piñón**  
(*Jatropha curcas* L.)

pág. 67

Año 9 • Volumen 9 • Número 11 • noviembre, 2016

UN MODELO ECONÓMTRICO PARA LA VALORACIÓN DE LA TIERRA EN MÉXICO	3
MÉTODOS ECONÓMTRICOS DE VALORACIÓN DE LA TIERRA: EL CASO DEL MERCADO DE TIERRAS EN URUGUAY	8
EL VALOR DE LOS INTANGIBLES DE LAS FRANQUICIAS DE LA INDUSTRIA RESTAURANTERA EN MÉXICO	18
UN MODELO DE VALORACIÓN PARA EMPRESAS HOTELERAS	25
ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS EMPRESAS AGROALIMENTARIAS QUE COTIZAN EN EL MERCADO CONTINUO ESPAÑOL	32
LA VALORACIÓN ECONOMICA EN GANADERÍA	41
y más artículos de interés...	

PRECIO AL PÚBLICO \$75.00 PESOS

  
COLEGIO DE  
POSTGRADUADOS

## Estructura

Agroproductividad es una revista de divulgación científica y tecnológica, auspiciada por el Colegio de Postgraduados de forma mensual para entregar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias agrícolas y afines. En ella se publica información original y relevante para el desarrollo agropecuario, social y otras disciplinas relacionadas, en formato de artículo, nota o ensayo. Las contribuciones son arbitradas y la publicación final se hace en idioma español. La contribución debe tener una extensión máxima de 15 cuartillas, incluyendo las ilustraciones. Deberá estar escrita en Word a doble espacio empleando el tipo Arial a 12 puntos y márgenes de 2.5 cm. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las ilustraciones serán de calidad suficiente para su impresión en offset a colores, y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW.

## La estructura de la contribución será la siguiente:

1) Artículos: una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Resumen, abstract, objetivos, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada; 2) Notas, Ensayos y Relatorías: deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten o proponen.

## Formato

**Título.** Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en *itálicas*.

**Autor o Autores.** Se escribirán él o los nombres completos, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Al pie de la primera página se indicará el nombre de la institución a la que pertenece el autor y la dirección oficial, incluyendo el correo electrónico.

**Cuadros.** Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro.

**Figuras.** Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW.

**Unidades.** Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

### Citas libros y Revistas:

- Bozzola J. J., Russell L. D. 1992. Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists. Ed. Jones and Bartlett. Boston. 542 p.
- Calvo P., Avilés P. 2013. A new potential nano-oncological therapy based on polyamino acid nanocapsules. *Journal of Controlled Release* 169: 10-16.
- Gardea-Torresdey J. L., Peralta-Videa J. R., Rosa G., Parsons J. G. 2005. Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. *Coordination Chemistry Reviews* 249: 1797-1810.

Agro productividad. Año 9, Volumen 9, número 11, noviembre 2016, Agro productividad es una publicación mensual editada por el Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. Tel. 5959284427. www.colpos.mx. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-022412450500-102. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Impresa en México por LIBROS EN DEMANDA, S. DE R. L. DE C. V. Calle 3 No. 1000, Zona Industrial, Guadalajara, Jalisco, México. CP. 44940. Este número se terminó de imprimir el 31 de noviembre de 2016 con un tiraje de 3000 ejemplares.



# Contenido

3	UN MODELO ECONOMÉTRICO PARA LA VALORACIÓN DE LA TIERRA EN MÉXICO
8	MÉTODOS ECONOMÉTRICOS DE VALORACIÓN DE LA TIERRA: EL CASO DEL MERCADO DE TIERRAS EN URUGUAY
18	EL VALOR DE LOS INTANGIBLES DE LAS FRANQUICIAS DE LA INDUSTRIA RESTAURANTERA EN MÉXICO
25	UN MODELO DE VALORACIÓN PARA EMPRESAS HOTELERAS
32	ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS EMPRESAS AGROALIMENTARIAS QUE COTIZAN EN EL MERCADO CONTINUO ESPAÑOL
41	LA VALORACIÓN ECONOMICA EN GANADERÍA
48	DE LA TASACIÓN DE LA TIERRA A LA VALORACIÓN AGRARIA Y RURAL
57	AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PRODUCTORES DE LIPASAS PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL EN MÉXICO
61	EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL DE PROYECTOS DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL SURESTE DE MÉXICO
67	IDENTIFICACIÓN DE ORGANISMOS PLAGA DEL PIÑÓN ( <i>Jatropha curcas</i> L.)
72	ACLIMATACIÓN DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE <i>Vanilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews, OBTENIDOS <i>in vitro</i>
78	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO ( <i>Thymus vulgaris</i> L.)
83	¿PARA QUIÉN PRODUCIR CAÑA DE AZÚCAR? DIFERENCIAS A NIVEL MUNICIPAL EN MÉXICO
89	TERMOESTABILIDAD DE LA MEMBRANA Y TOLERANCIA A CALOR EN VARIEDADES DE <i>Saccharum</i> spp.
94	RELACIÓN DEL TIPO DE FERMENTACIÓN CON LA CALIDAD FÍSICA Y DE TAZA DEL CAFÉ

**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**  
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



**Corrección de estilo:** Hannah Infante Lagarda

**Maquetación:** Alejandro Rojas Sánchez

**Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:**

Guerrero 9, esquina Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.

**Teléfono:** 01 (595) 928 4703    [jocadena@colpos.mx](mailto:jocadena@colpos.mx); [jocadena@gmail.com](mailto:jocadena@gmail.com)

Impresión 3000 ejemplares.

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni de la Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

## Directorio

Said Infante Gil  
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessoro†  
Director Fundador

Jorge Cadena Iñiguez  
Director de Agroproductividad

### Comité Técnico-Científico

Colegio de Postgraduados—Montecillo  
Ma. de Lourdes de la Isla  
Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopollución

Ángel Lagunes T.  
Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología

Enrique Palacios V.  
Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias

Colegio de Postgraduados—Córdoba  
Fernando Carlos Gómez Merino  
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

Colegio de Postgraduados—San Luis Potosí  
Fernando Clemente Sánchez  
Dr. Ing. Agr. Fauna Silvestre

Luis Antonio Tarango Arámbula  
Dr. Ing. Agr. Fauna Silvestre

Instituto de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias  
Pedro Cadena I.  
Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

Carlos Mallen Rivera  
M. C. Director de Promoción y Divulgación

Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura  
Victor Villalobos A.  
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura  
(Guatemala)  
Manuel David Sánchez Hermosillo  
Dr. Ing. Agr. Nutrición Animal y manejo de Pastizales

Servicio Nacional de Inspección y  
Certificación de Semillas  
(SNICS-SAGARPA)  
Manuel R. Villa Issa  
Dr. Ing. Agr. Economía Agrícola.  
Director General

## Editorial

Volumen 9 • Número 11 • noviembre, 2016.

Con la reforma al artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, en los años noventa, se inició una rápida comercialización de ejidos y comunidades agrarias, sobre todo en áreas con potencial turístico y uso industrial. Bajo los esquemas de pobreza ancestral de sus habitantes, la negociación comercial se realizó en la generalidad de los casos sin procesos serios de valoración, y tasar el valor de la tierra, por su uso tradicional, no siempre fue justo para los ejidatarios y comuneros, pero sí para los nuevos propietarios, considerando su uso potencial, y es el caso que en la actualidad se han desarrollados en muchos ejidos costeros grandes centros empresariales con uso turístico e inmobiliario de gran plusvalía.  entrega en este número una serie de trabajos de investigación acerca de la valoración o tasación, de los bienes rurales y agrícolas, que involucra sus valores tangibles e intangibles, productos, y se acerca a identificar los beneficios de las franquicias y denominaciones de origen. Se incluyen además, resultados de investigación relacionados con vainilla, café, aceites esenciales, caña de azúcar y biodiesel. La perspectiva de las actividades y productos que se generan en el medio rural, deben ser, a nuestra opinión, reconsideradas bajo la premisa de la tasación por su valor actual y potencial, aplicando los modelos desarrollados y conciliados por los especialistas para distribuir de manera justa y equitativa sus beneficios.

# UN MODELO ECONOMETRICO PARA LA VALORACIÓN DE LA TIERRA EN MÉXICO

## AN ECONOMETRIC MODEL FOR LAND ASSESSMENT IN MEXICO

Hernández-Plascencia, J.A.<sup>1</sup>; Segura-García del Río, B.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla, Km 125.5, Santiago Momoxpan, 72760. Puebla, Méx. <sup>2</sup>Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n 46022 Valencia. España

### RESUMEN

En México, se necesitan formular métodos de valoración confiables que proporcionen mayor eficacia en la asignación de valores que ayuden a eliminar las desviaciones provocadas por informaciones desafortunadas. De formular un método que ayude a eliminar las distorsiones de tiempo y que proporcione ayuda eficaz acerca de que variables son imprescindibles, para la determinación del valor de los inmuebles rústicos. Se realizó un estudio en 55 fincas de naturaleza agraria de secano, ubicadas en la mejor zona agraria del área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural de Libres, Puebla, México. Se identificaron y cuantificaron los efectos de las variables que afectan el valor de la tierra de secano y se propuso una metodología que incluyera un modelo econométrico que además de cuantificar los efectos de las variables sobre el valor de la tierra agrícola de secano, cumpla el papel de ser una metodología apropiada para el desarrollo de la práctica valorativa con equidad y subjetividad. El modelo obtenido satisface la finalidad de la valoración en el sentido de estimar un valor justo de mercado, satisface los casos más frecuentes o modalidades de valoración para obtener el valor justo de mercado y proceder a la toma de decisiones.

**Palabras clave:** Valoración agraria, inmuebles rústicos, secano, econometría.

### ABSTRACT

In México, there is a need to formulate reliable assessment methods that provide a greater efficacy in the allotment of values which help to eliminate the deviations caused by mistaken information. A method needs to be formulated to help eliminate time distortions and provide effective help regarding which variables are essential, to determine the value of rustic properties. A study was performed in 55 non-irrigated agricultural farms, located in the best agrarian zone within the influence area of the Development District Rural de Libres, Puebla, México. The effects of the variables that affect the value of non-irrigated land were identified and quantified, and a methodology that included an econometric model was proposed, which, in addition to quantifying the effects of the variables on the value of non-irrigation agricultural land, fulfills the role of being an appropriate methodology for the development of the assessment practice with equity and subjectivity. The model obtained satisfies the aim of the assessment in the sense of estimating a fair market value, it satisfies the most frequent cases or assessment modalities to obtain the fair market value and to proceed in making decisions.

**Keywords:** land evaluation, rural property, rainfed, econometric model.

## INTRODUCCIÓN

**Hoy en día** la actividad profesional vinculada a la valoración de activos reales requiere de mejores procedimientos y métodos. En México a pesar de que hace 18 años se inició un esfuerzo académico en pro de mejorar esta práctica, lo cierto es que la valoración y tasación sigue siendo una actividad profesional sin grandes avances, esto es, el desarrollo de la práctica profesional sigue realizándose igual, no hay sensibles avances en la metodología, lo que si hay, son formatos que cada vez son más complicados y cerrados; también hay algunas normas que tratan de buscar la unicidad de valor sin éxito. Si bien la valoración de inmuebles urbanos en México, carece de métodos apropiados, en la valoración agraria, es todavía más delicada la situación. Los métodos que se aplican normalmente, sobre todo los sintéticos, son totalmente subjetivos en su elaboración, no existen métodos de homologación de mercado que sustenten realmente un valor, no se aplica ninguna metodología que parta de algún problema, hipótesis, ni nada que se le parezca. Todos los problemas de valoración se tratan por igual, así se trate de terrenos dedicados a agostadero, regadío, frutales o secano. Con el presente trabajo se pretende contribuir a aliviar esta situación en el ejercicio profesional de la valoración, estableciendo bases para la aplicación de una metodología de valoración agraria basada en la información del mercado real de fincas agrarias, que evite, en primer lugar, gran parte de la subjetividad que incorpora la metodología actualmente empleada por los profesionales y, en segundo lugar, sentar bases para la explotación de una posible estructura informativa que sirva de soporte al trabajo de los profesionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de selección de la información para efectuar el estudio de mercado, que sirviera de base para el presente estudio, se ajustó de acuerdo a lo siguientes pasos:

### Revisión y análisis de la información disponible

La información disponible para el presente estudio era poca o escasa y la que existía era muy opaca y poco confiable; en consecuencia se optó por revisar trabajos de valoración que existían en la mejor zona maicera del estado de Puebla, México, y la cual se ubica en el área que conforma el Distrito de Desarrollo Rural de Libres. Toda vez que la mejor zona productora de granos en el estado es el Distrito de Desarrollo Rural de Libres, Puebla y que dentro de este la agricultura de secano es la que

predomina, se determinó en consecuencia trabajar en este tipo de agricultura. De acuerdo con lo analizado anteriormente, así como la información disponible y sobre todo confiable para el propósito del presente estudio, se determinó trabajar en todos los municipios que conforman este Distrito de Desarrollo Rural.

### Definición de variables

El estudio se realizó en 55 fincas de naturaleza agraria de secano ubicadas como ya se señaló en la mejor zona agraria del área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural de Libres, Puebla, y donde destacan entre otros, los municipios de Ciudad Serdán, San Salvador el Seco, Zacatepec, Oriental, Libres y Cuyuaco. Esta zona se eligió en función a la posibilidad de obtener con cierto grado de seguridad, los valores de las fincas en estudio y en los que se supone a priori una cierta homogeneidad, en cuanto al conjunto de problemas que afectan a las explotaciones agrarias. De conformidad a lo señalado anteriormente se tiene que el valor de la tierra está en función de un gran número de variables de carácter económico, geográficos y físicos, sin embargo, se partió de la premisa de que no existe información fidedigna del valor de fincas seleccionadas, ya que es muy opaca y la que existe es poco confiable, de ahí que la información que se utiliza son avalúos realizados en la zona por valuadores agrarios; esta situación limitó la información que normalmente se plasma en un informe de valoración, por lo que inicialmente se planteó que las variables a utilizar fueran las siguientes: Valor por hectárea; Superficie de la finca; Ubicación; Acceso; Rendimiento por hectárea; Costo de producción; Topografía; Forma; Drenaje; Erosión; Pedregocidad; Latitud norte; Longitud oeste; Equipamiento; Altura sobre el nivel del mar; Textura; Profundidad; Clima; Precipitación; Índice de siniestralidad; Vías de comunicación; Servicios públicos; Restricciones. El tipo y el cultivo no se consideraron toda vez que se analizaron fincas de secano dedicadas por lo regular al cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Esta zona seleccionada es la mejor del estado de Puebla, en la producción de maíz para grano. El valor por hectárea es en pesos mexicanos, a la fecha existe un tipo de cambio alrededor de \$11.00 por cada dólar americano (USD). La variable superficie esta en hectáreas (10,000 m<sup>2</sup>), y todo el análisis fue realizado en valores unitarios, es decir en una hectárea.

### Visita a los inmuebles rústicos y tipificación de variables

Una vez definidas las variables se procedió a la visita de las fincas valuadas con objeto de verificar y tipificar de

forma totalmente independiente, las variables elegidas que explicaran el valor por hectárea procediendo a su vez a estimar nuevamente dicho valor. Posteriormente y después de que se efectuó la verificación y tipificación de las primeras fincas, se procedió a contrastar los resultados obtenidos para comprobar que se estaban utilizando las mismas variables cuantitativas y cualitativas en todas las estimaciones. De lo anterior, resultó que todos los valoradores hacían una interpretación de todas las variables, que a juicio de él eran correctas; sin embargo, la cuantificación de las variables cualitativas no mostraba un patrón definido, ya que predios relativamente cercanos entre sí eran muy disímbolos en la aplicación de los factores de homologación, por ejemplo, mientras a uno se le reconocía ciertas características como acceso, al otro predio con las mismas características de acceso se le castigaba y lo mismo se podría decir de casi todas las variables cualitativas en mención. Los trabajos de campo realizados dieron como resultado la obtención de un conjunto de datos para cada una de las variables explicativas elegidas. De conformidad con esto se obtuvieron datos de 44 fincas (11 menos que la muestra inicial) con 23 variables, de las cuales todas fueron explotaciones de secano con cultivo de maíz.

Se procedió a realizar una depuración de datos y variables, de la cual resultó que sólo algunas de las variables eran confiables, siendo estas: Valor por hectárea; Distancia o ubicación, tomando como referencia la ciudad de Puebla; Rendimiento o ingreso bruto; Índice de siniestralidad; Superficie; Costo de producción.

### Agrupación de los datos para el estudio

Caballer (1998), señala que una vez elegidas las variables exógenas que van a intervenir en el modelo econométrico, se debe de proceder al establecimiento de la función que las relaciona con la variable endógena. Toda vez que la base de datos se conformó de cinco variables exógenas y una endógena, su agrupamiento es en un solo fichero. El propio Caballer (1998), señala que sin lugar a dudas, la función más utilizada es la lineal con término independiente, que para cinco variables exógenas se reduce a:

$$V = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5$$

### Análisis de los datos obtenidos en el estudio de mercado

Dada las características de la base de datos conformados en el estudio de mercado, basado en valoraciones realizadas en la zona de estudio, sólo se procedió a graficar los mismos y a partir de ahí se desecharon aquellos datos que por su ubicación en la gráfica los hacían anómalos. Caballer (1998), señala que los métodos econométricos hubieran tenido un mejor desarrollo en Valoración Agraria, a no ser por la dificultad, insalvable en muchas comarcas, que supone la toma de datos fiables en cantidad suficiente para aplicar con un mínimo de garantía estos métodos. Precisamente tratando de superar el problema que representa lo señalado por Caballer, fue como se planteó desarrollar la investigación con base a los trabajos de valoración de la zona sobre las variables cuantitativas, porque las variables cualitativas producto del trabajo de valoración, suministraban una información desigual.

## RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con lo señalado en la toma de datos, en el proceso del mismo se tuvo que tomar la decisión de eliminar aquellas variables exógenas que no mostraban consistencia en su comportamiento, ya que su manera de clasificación en el proceso de valoración, específicamente en la homologación, dejaba mucho que desear y en consecuencia, se optó por trabajar con las variables rendimiento o ingreso bruto, así como, las variables distancia a la ciudad de Puebla, índice de siniestralidad, superficie y costo de producción. De esta manera el modelo establecido inicialmente fue

$$V = \beta + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \varepsilon$$

Dónde:  $V$ =Valor/ha;  $X_1$ =Rendimiento o Ingreso bruto/ha;  $X_2$ =Distancia a la ciudad de Puebla;  $X_3$ =Índice de siniestralidad;  $X_4$ =Superficie;  $X_5$ =Costo de producción;  $\beta$ =Ordenada al origen;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ =Parámetros de la regresión;  $\varepsilon$ =Término de error.

Anteriormente se había señalado que García y Segura (1993) señalaban que para seleccionar las variables que deben de introducirse al modelo se debe de "Introducir una a una las variables en el modelo, empezando por aquella cuyo coeficiente de correlación con la variable dependiente sea mayor, pues al mismo tiempo ello permitirá obtener mayor porcentaje de explicación de la variable dependiente. Este procedimiento es el utilizado en la regresión Stepwise". El análisis anterior fue necesario realizarlo para conocer

el comportamiento de las variables explicativas en su conjunto y poder determinar mediante este proceso que variables deberían de incluirse en el modelo. Las pruebas establecidas para el análisis del modelo anterior mostraron que éste debería reducirse a su mínima expresión y considerando sólo la variable rendimiento. Las pruebas señalan que existe una fuerte correlación entre el rendimiento e índice de siniestralidad, es decir, una de las dos debe salir del modelo. En el análisis previo se observó que la variable índice de siniestralidad resultó con un  $R^2$  mayor que la  $R^2$  de la variable rendimiento; esta diferencia no es significativamente diferente y dado que la variable rendimiento o ingreso bruto (Es indistinto utilizar Rendimiento o Ingreso bruto) es más fácil en su medición y más exacta, se concluyó que la variable rendimiento es la que debe de incluirse en el modelo. Por lo anterior el modelo de estudio es el siguiente:

$$V = \beta + \beta_1 X_1 + \varepsilon$$

Al respecto Caballer (1998), menciona que *"para algunas valoraciones pueden dar mejor resultado otro tipo de funciones, como las utilizadas en la teoría de producción agraria. Entre ellas hay que señalar la función cuadrática y la Cobb Douglas"*.

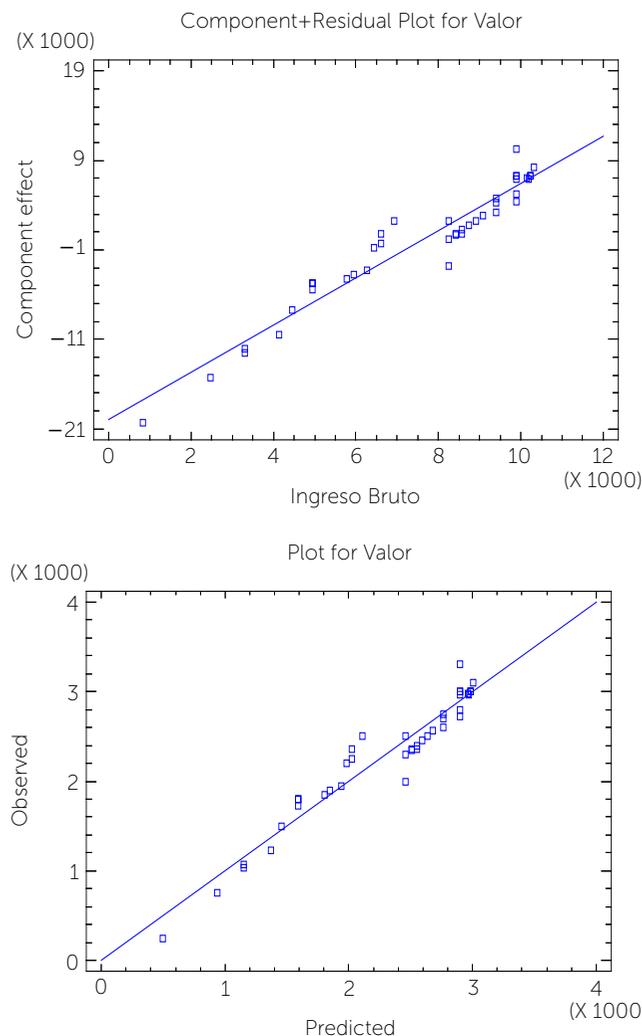
La función cuadrática permite recoger efectos de las variables exógenas sobre las endógenas que no sean constantes, sino crecientes en un intervalo y decrecientes en otro. Asimismo recoge efectos producidos por las variables de manera sinérgica, donde éstas actúan multiplicando sus efectos. Pero también hay que tomar en cuenta que no todos los términos de la regresión cuadrática resultan significativos. Por el contrario en la mayor

parte de los casos se puede suprimir uno o varios términos simplificando así la expresión, sin que el coeficiente de correlación, disminuya apenas. La simplificación hacia fórmulas más operativas se puede realizar a través del **test t** que permite eliminar aquellos términos que resulten poco significativo. En los análisis establecidos se pudo observar que el modelo que mejor da respuesta fue el lineal (Figura 1 A, B).

### Validación del modelo

A partir de la información descrita anteriormente se obtuvieron valores de los parámetros que afectan la variable valor. Para determinar si estos parámetros son eficientes y a su vez permiten obtener el máximo partido a la información es necesario proceder a la validación de los modelos. Relacionado con lo anterior, García y Segura (1996), mencionan que se tiene que efectuar una serie de comprobaciones a partir de los residuos. Se debe de comprobar si siguen una distribución normal, pues

es necesario para que los test de significación sean fiables y permitan obtener los adecuados intervalos de confianza para los parámetros, así como para que éstos sean eficientes. También se debe comprobar la linealidad de la relación entre la variable dependiente y las variables explicativas o regresores, ya que si el modelo suministra una relación lineal no siendo ésta adecuada a la realidad, el modelo perdería generalidad y solamente sería aplicable a la muestra. De igual manera se constata la existencia, o no, de multicolinealidad, ya que los residuos puedan estar bien definidos y las predicciones ser acertadas, sin embargo, presentarse efectos de colinealidad entre variables, lo cual afecta principalmente a la precisión de algunos parámetros,



**Figura 1.** A: Modelo de regresión lineal. B: Modelo de construcción de predicciones.

que tienen que ver con el peso que cada una de ellas tenga dentro del modelo. Esto es muy importante para la investigación realizada, pues si resulta indispensable disponer de uno o varios modelos econométricos con capacidad y potencia para predecir los valores reales en una determinada zona, también lo es conocer el efecto concreto que cada variable aporta al valor medio, y así interpretar mejor dicho valor y su adecuación a la realidad que se pretende conocer. Finalmente, todo ello redundará en una mejor y más acertada explicación del valor real de las fincas agrarias en la zona/zonas objeto de estudio. Teniendo en cuenta que la superficie de secano en el Distrito de Desarrollo Rural de Libres es de aproximadamente 226,854 ha y de las cuales el 70% se siembra con cultivo de maíz grano, es decir, 161,474 ha., entendemos que con la determinación de modelos aplicables a la valoración de este tipo de explotaciones, se ha dado un paso importante para el conocimiento científico en el campo de la valoración, que permita determinar valores más exactos de esta cuantía de superficie.

## CONCLUSIONES

Se demostró que es factible aplicar métodos más confiables en la determinación del valor comercial. Ante la liberación total del mercado de las tierras agrarias, se puso a punto una metodología que permite el desarrollo de la práctica valorativa con equidad y objetividad, para dar respuesta adecuada a la demanda de información de los agentes económicos que intervienen en el mercado. Se demostró que, es posible cuantificar los efectos de las variables que afectan el valor de la tierra de secano en una relación econométrica. Los avalúos utilizados en la presente investigación permitieron conocer el comportamiento de los valores de las fincas valoradas y las variables que lo afectan. A partir de estos se pudieron tener las bases para obtener un modelo econométrico de valoración que hace posible interpretar y justificar el valor de las fincas de aprovechamiento de secano dedicadas a la producción del cultivo del maíz, cuantificando el peso de las variables, que explican dicho valor. El modelo obtenido permite comprobar diferentes escenarios ante los incrementos o disminuciones en el precio del producto y que afecten el nivel de ingreso bruto. El modelo obtenido permite comprobar que más de 90% de la variabilidad del valor de la tierra, es explicado básicamente por el nivel de ingreso bruto de la finca, lo cual es acorde al conocimiento empírico que se tiene de las mismas. Se recomienda trabajar en el diseño de más y mejores bases de datos que permitan identificar otras variables que tengan un efecto sobre la determinación de los valores de la tierra, y trabajar arduamente en otros aprovechamientos agrícolas, ya que con la metodología de los métodos econométricos es factible estimar valores de la tierra más confiables; y en la búsqueda del diseño anterior, se debe explorar la introducción de variables ajenas a la valoración agraria, pero relacionadas con la misma desde el punto de vista económico.

## LITERATURA CITADA

- Caballer M.V. 1998. Valoración Agraria. Teoría y práctica. 4ª Edición. Mundi Prensa.
- García R., Segura B. 1993. Modelos econométricos de valoración: Aplicación de la valoración fiscal. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Segura B. 1998. Valoración de cosechas y daños Agrícolas Ed. Centro de Ingeniería Económica. U.P.V. Coordinador: Colección Papeles de Tasación y Valoración.



# MÉTODOS ECONOMÉTRICOS DE VALORACIÓN DE LA TIERRA: EL CASO DEL MERCADO DE TIERRAS EN URUGUAY

## ECONOMETRIC METHODS FOR LAND ASSESSMENT: THE CASE OF THE LAND MARKET IN URUGUAY

**Caballer-Mellado, V.<sup>1</sup>; Castelló-Fos, D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Catedrático emérito por la Universitat Politècnica de València, España. <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo por la Universitat Politècnica de València, (España).

\***Autor de correspondencia:** dacasfo@gmail.com

### RESUMEN

En el presente trabajo se realiza una aplicación de los métodos econométricos y la valoración analógica al caso del mercado de la tierra en Uruguay. Mediante una base de datos de valores medios de la tierra por departamento; se proponen tres modelos, un primer modelo de regresión lineal mediante una variable, un segundo aplicando un análisis factorial completo, y un tercer mediante un análisis factorial simplificado, consiguiendo explicar en más de 75% la variación del precio de la tierra en Uruguay.

**Palabras clave:** Valor, Econometría, Análisis Factorial, Valoración, Tierra.

### ABSTRACT

In this study, an application of econometrics methods and the analogical assessment to the case of the land market in Uruguay were carried out. Through a database of mean values of land by department, three models are proposed, a first linear regression model through a variable, a second one applying a complete factorial analysis, and a third one through a simplified factorial analysis, managing to explain in more than 75 % the assessment of the land price in Uruguay.

**Keywords:** value, econometrics, factorial analysis, assessment, land.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre, 2016. pp: 8-17.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

**Los métodos** econométricos de valoración aplicados al cálculo del valor de mercado de la tierra fueron introducidos en el primer tercio del siglo XX por Haas (1922), Wallace (1926), Ezequiel (1926) y George (1939), como señala Murray (1973) en su manual clásico de Valoración Agraria *Farm Appraisal and Valuation*, siendo escasa su aplicación como consecuencia de las necesidades de un aparato matemático relativamente complejo hasta entonces, así como la falta de datos sobre transacciones de suelo rural suficientemente explícitas y numerosas en el contexto de un mercado no transparente. Introducidos en España por Caballer (1973) mediante la aplicación a la tasación de una parcela de naranjos en Gandía (Valencia) para explicar, el probable mercado de una parcela en función de la distancia al núcleo urbano, la producción bruta, el índice de calidad de la tierra, marco de plantación, índice de riesgo de heladas e índice de riesgo de pedrisco. Apenas se extendió en otras áreas de la valoración como la Valoración Inmobiliaria Urbana o la Valoración Financiera de Empresas, tal como recoge el libro "Métodos de Valoración de Empresas" de Caballer (1998) y no figura aun en las disposiciones de la normativa valorativa, tanto legal, como profesional o corporativa sobre la materia. El avance de la informática, así como la relativa mejora en disposición de datos sobre valores de mercado en la compraventa de suelo agrícola ha generado numerosos trabajos donde

aparece la variable "valor de mercado" como variable endógena o a explicar, mediante diversas variables explicativas o exógenas pero dirigidas hacia un conocimiento más general del mercado de la tierra que a su aplicación como instrumento para el profesional de la tasación; en parte por la utilización de un excesivo número de variables exógenas, en parte por la introducción de variables cualitativas, o por problemas de autocorrelación entre variables exógenas, heterocedasticidad en los resultados, Y falta de formulación de hipótesis verosímiles. La disponibilidad de la información es la principal restricción en las actividades valorativas. Esta evolución de los métodos de valoración aplicables a cada situación según la disponibilidad de información, expuesta por Caballer en el Primer Congreso Internacional de Avaluaciones de Uruguay en el año 2014, viene representada en la Figura 1.

Extensos son los estudios en Latinoamérica, como el realizado por Donoso *et al.* (2001) para estudiar los precios de alquiler de tierra en Argentina, empleando un total de 86 muestras e incluyendo en el modelo 32 variables, tales como la superficie, tipo de contrato, ubicación, superficie, pendiente, estado de la parcela, rendimientos, tipo de fertilización, etcétera. Otro trabajo realizado en Argentina por Choumert *et al.* (2014) que a partir de 338 observaciones estudió que factores influyen en el precio de la tierra, creando un extenso modelo con más de 30 variables, en su mayoría cualitativas. También en Uruguay, mediante trabajos como



**Figura 1.** Evolución de métodos de valoración aplicables en función de la disponibilidad de información. Fuente: Elaboración propia.

el de Lanfranco *et al.* (2010) en el cual a partir de datos de 1407 transacciones se buscaba comprender la incidencia del CONEAT (Índice creado por la Comisión Nacional de Estudio Agronómico de la Tierra de Uruguay, cuyo objetivo fue definir la productividad de las tierras del país) junto a otros factores, creando un modelo de más de 35 variables. Entre las cuales se encuentran el tipo de actividad, provincia a la que pertenecen, el CONEAT, superficie, precio del gasoil y ganado, entre otras principales. En Chile, mediante la investigación realizada por Troncoso *et al.* (2010) mediante el estudio de 92 datos, se propuso un modelo explicativo del precio de la tierra, formado por 12 variables, siete de las cuales se definieron como cualitativas de pertenencia a una determinada provincia, siendo el resto, la superficie, la calidad del suelo, derechos sobre los recursos hídricos, y acceso. En Estados Unidos de América, más concretamente en el estado de Kansas, se realizó un trabajo (Nivens *et al.*, 2002) en el cual se empleaban imágenes satelitales para conocer el valor de la tierra y mediante el estudio de más de 8,178 parcelas se formuló un modelo con 28 variables. Por último a nivel europeo se han realizado también trabajos para desarrollo de un modelo de valoración para la aplicación del valor catastral de fincas rústicas (García, 2000), en el cual se trabajó con 320 parcelas y una serie de variables de tipo catastral y fiscal, tales como el tipo de cultivo, y situación de arrendamiento, entre otras, y variables de carácter técnico como el clima, el suelo, el desnivel, y accesos. En la República Checa, Sklenicka *et al.* (2013) emplearon 286 observaciones con el objetivo de formular un

modelo de explicación del precio de la tierra, con ocho variables, incluida la población, superficie de la parcela, fertilidad, tiempo de viaje hasta la capital y a otros núcleos poblacionales, y accesibilidad. Por último en Reino Unido, Maddison en 2000 y 2009 realizó dos investigaciones para formular modelos de explicación del precio de la tierra agrícola en Gales, con 400 y 601 transacciones respectivamente, creando un modelo de 22 variables en primer lugar, y de 14 variables en segundo lugar. Maddison empleó variables como la dimensión, cuotas lácteas, tenencia de la tierra, variables climáticas, y altura, entre otras. No obstante y desde la perspectiva de la valoración muchos de estos trabajos presentan cierta contradicción ya que utilizan numerosas variables cuya aplicación requiere grandes bases de datos y por consiguiente partir de la hipótesis de mercados transparentes, alejados de la práctica valorativa. Debido al uso de muchas variables, aparecen relaciones de multicolinealidad entre variables exógenas o explicativas, como lo demuestra la contradicción de los signos. Las variables más utilizadas son la superficie, disponibilidad de agua, pertenencia a un estado, provincia o región, distancia a núcleos urbanos, población de la zona, acceso a las parcelas y variables climáticas, tales como las precipitaciones y días de helada entre otras. En el presente trabajo se presenta una aplicación de los Métodos Econométricos y la Valoración Analógica a la tasación de parcelas y fincas de suelo rural en Uruguay, elección debida a la dimensión del país y relativa homogeneidad, así como, al peso de la actividad agrícola, ganadera y forestal, y disponibilidad de datos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Formulación general del método econométrico de valoración

La estimación del valor de mercado de una finca o parcela agrícola dada en un contexto determinado, en el que se conocen las transacciones de algunas fincas y una serie de características cuantificables que pueden influir sobre dicho valor de mercado, se puede formular mediante la expresión, en un contexto estocástico, como:

$$V = f(X_i, \varepsilon)$$

Donde:  $V$ =Valor de mercado, preferiblemente en unidades monetarias por unidades de superficie;  $X_i$ =Variables explicativas o exógenas que reflejan cuantitativamente las características positivas o negativas que influyen en el valor de mercado;  $\varepsilon$ =Error de la estimación.

En el presente caso, y con carácter general, la variable exógena suele denominarse precio de la tierra o valor de la tierra cuya diferencia carece de importancia cuando se trata de analizar el comportamiento del mercado de ésta, pero es fundamental cuando se sitúa el modelo de regresión en el ámbito de la Valoración o Tasación, ya que se pretende obtener el precio de la tierra en un contexto de mercado no transparente mediante un estimador que es el valor de mercado. La elección de las variables se realiza a partir de la experiencia, del comportamiento de los precios disponibles, tales como en sentido positivo, la renta, calidad del suelo, clima favorable, etcétera; y como sentido negativo, la tasa de paro, distancia, días de helada, etcétera.

### Multicolinealidad

Cuando se utilizan un número alto de variables explicativas o exógenas con el fin de disminuir el error estándar, se producen problemas de multicolinealidad, en el sentido de que dos variables explicativas están correlacionadas entre sí y por lo tanto en la ecuación general pueden aparecer signos que no corresponden con el efecto positivo o negativo que la variable explicativa ejerce sobre la variable a explicar. Por otra parte, el **error**  $\varepsilon$  representa la parte de la variable explicativa que queda por explicar en cada ecuación y se produce así, un efecto contradictorio, ya que el aumento de la capacidad explicada de la variable **Y** puede ser aumentada por la incorporación de nuevas variables explicativas. Añadiéndose al problema de la multicolinealidad el contexto propio de la tasación, la escasez de datos. Todo ello se traduce en que, mientras en los estudios de mercado de la tierra de carácter general pueden utilizarse muchas variables explicativas sin necesidad de estudiar el problema de la autocorrelación, tanto espaciales o territoriales como cronológicas o temporales, y se suele disponer de mayor número de datos en la aplicación de los modelos de regresión a efectos de establecer un criterio de tasación, utilizando menos variables preferentemente espaciales y excepcionalmente temporales porque se dispone de menor número de datos. Contradictorios a la hipótesis de partida para la elección de variables. Con el fin de subsanar este problema, conviene proceder de dos maneras: Primero limitar a un número de variables pequeño, con lo cual el coeficiente de correlación múltiple tiene poca capacidad explicativa de la ecuación, o bien, utilizar el análisis factorial mediante el cual las variables explicativas se agrupan en factores de acuerdo con la autocorrelación de cada factor y la menor correlación entre factores. Con ello se consiguen métodos econométricos de valoración operativos aplicables en la práctica con pocas variables o factores explicativos. Se trata de un caso particular de los modelos más generales como los citados en la introducción, de mayor facilidad en la aplicación y eliminando el factor de correlación.

### Aplicación a la estimación del valor de mercado de la tierra en Uruguay

Uruguay presenta condiciones idóneas para la aplicación de estos métodos dado que es un país relativamente pequeño y homogéneo y cuenta con base de datos importante sobre los precios medios de la tierra, una serie de datos estadísticos sobre variables demo-

gráficas, agrarias, económicas, climáticas, etcétera. Por otra parte, la importancia de la actividad ganadera, agraria y forestal, posibilita la aplicación de estos métodos que en otros países están de alguna manera contaminados por los valores hedónicos (población, usos alternativos del suelo, etcétera). Una aplicación estricta de los métodos necesita contar con una base de datos de transacciones reales sobre terrenos con distinta capacidad agrícola, clima y situación, que no es fácil conseguir. Por ello se utilizó una base de datos analógica disponible en el Ministerio de Agricultura, partiendo de la hipótesis de que dichos datos medios y tratados desde la institución, tienen un comportamiento análogo a los precios de compraventa, y por lo consiguiente se utilizarán como tales (Cuadro 1). La variable Precio2013 (precio medio de cada departamento en U\$S por hectárea), actuará como la variable endógena y representa el valor medio de la tierra en cada departamento, y como variables exógenas, aquellas que la experiencia demuestra que puedan influir en el precio de compra-venta estimado como valor de mercado, en este caso, Canon2013 (renta de la tierra para el año 2013) SuperficieDepartamento (la superficie de cada departamento en Km<sup>2</sup>), SuperficieExplotada (Porcentaje de tierra de cada departamento que esta en uso), OcupaciónRural (Porcentaje de la tierra que está calificada como rural), CONEATpromedio (valor promedio del CONEAT en cada departamento), DensidadPob (la densidad de población de cada departamento en habitantes por Km<sup>2</sup>), TasaParo2012 (representa el desempleo de cada departamento en porcentaje), RentaCapita (Renta per cápita mensual media en U\$S por habitante), DistColonia (distancia en kilómetros desde la capital de cada departamento hasta Colonia de Sacramento), Tmedia (Temperatura media de cada departamento en °C), DiasHelada (Días de helada medios anuales por cada departamento), PPAuales (Precipitaciones anuales medias en mm), Transacciones (Número de transacciones de tierra en un año por departamento). A primera vista, se observa que existe autocorrelación entre algunas de estas variables, por lo tanto se construyó la matriz de correlaciones, con el fin de evitar problemas de multicolinealidad, presentada en el Cuadro 2. La variable que está más correlacionada y por tanto la más importante, es la distancia a Colonia en km, tomando como punto de partida la capital de cada departamento, calculado mediante programas de cartografía. Para calcular una función del tipo:

$$Y = a + b \cdot X$$

**Cuadro 1.** Base de datos empleada en el estudio. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Uruguay.

Departamento	Precio2013	Canon2013	SuperficieDepartamento	SuperficieExplotada	OcupacionRural	CONEATpromedio	DensidadPob	TasaParo2012	RentaCapita	DistColonia	Tmedia	DiasHelada	PPAnuales	Transacciones
Artigas	1624	98	1192800	96,0	96,0	79	6,15	7	10578	432,81	19,65	19,5	1482,75	434
Canelones	5229	184	453600	74,3	74,3	107	114,68	7,4	14320	141,81	16,8	0,01	1057,8	67
Cerro Largo	2785	109	1364800	97,1	97,1	84	6,21	4,5	10465	412,31	17,8	37,5	1341,95	653
Colonia	6079	263	610600	92,2	92,2	100	20,18	3,5	15747	0,1	17,15	23	1122,05	239
Durazno	3352	174	1164300	94,4	94,4	104	4,9	9,5	12413	166,21	17,2	42,5	1317,7	580
Flores	4894	227	514400	97,8	97,8	119	4,87	5,6	15049	124,85	17,1	0,01	1245	234
Florida	4311	181	1041700	93,4	93,4	108	6,44	4,7	14495	153,38	16,7	0,01	1295,06	376
Lavalleja	2843	102	1001600	94,3	94,3	77	5,87	5,2	14314	270,35	17	0,01	1313,13	430
Maldonado	4730	67	479300	80,8	80,8	70	34,28	4,9	15766	269,43	16,9	0,01	1251,26	109
Paysandú	3238	165	1392200	96,9	96,9	97	8,13	6,4	13435	231,98	18,4	23,5	1265,7	743
Río Negro	5122	291	928200	98,5	98,5	131	5,9	8,5	13785	200,93	18,1	0,01	1288,8	559
Rocha	2934	155	1055100	87,3	87,3	81	6,45	7,8	12877	324,61	19,8	33	1238	437
Salto	2385	85	1416300	90,4	90,4	88	8,82	7,9	13390	341,54	19,4	23,5	1342,85	506
Soriano	6565	293	900800	93,2	93,2	142	9,17	4,5	14533	100,94	17,7	43,5	1210,4	435
Tacuarembó	3269	91	1543800	96,6	96,6	85	5,83	7,8	11687	338,95	18,2	42	1368,27	707
Treinta y Tres	2591	88	952900	91,5	91,5	67	5,05	7,5	12788	345,49	17,4	29	1408,9	409
San José	5974	227	499200	88,7	88,7	136	21,7	6	13705	102,94	18	0,01	900	209

**Cuadro 2.** Matriz de correlaciones.

Correlaciones														
	Precio2013	Canon2013	SuperficieDepartamento	SuperficieExplotada	OcupacionRural	CONEATpromedio	DensidadPop	TasaParo2012	RentaCapita	DistColonias	Tmedia	DiasHelada	PPAnuales	Transacciones
Precio2013	1	.798**	-.711**	-.255	-.255	.762**	.347	-.418	.705**	-.875**	-.501*	-.294	-.771**	-.528*
Canon2013	.798**	1	-.427	.149	.149	.892**	.059	-.174	.435	-.804**	-.206	-.127	-.552*	-.171
SuperficieDepartamento	-.711**	-.427	1	.556*	.556*	-.346	-.529*	.337	-.710**	.640**	.526*	.626**	.682**	.920**
SuperficieExplotada	-.255	.149	.556*	1	1.000**	.129	-.841**	-.011	-.373	.154	.201	.303	.494*	.716**
OcupacionRural	-.255	.149	.556*	1.000**	1	.129	-.841**	-.011	-.373	.154	.201	.303	.494*	.716**
CONEATpromedio	.762**	.892**	-.346	.129	.129	1	.084	-.081	.322	-.717**	-.174	-.173	-.586*	-.132
DensidadPop	.347	.059	-.529*	-.841**	-.841**	.084	1	.019	.288	-.272	-.330	-.362	-.520*	-.615**
TasaParo2012	-.418	-.174	.337	-.011	-.011	-.081	.019	1	-.429	.326	.408	.205	.261	.336
RentaCapita	.705**	.435	-.710**	-.373	-.373	.322	-.429	1	1	-.751**	-.555*	-.545*	-.532*	-.642**
DistColonias	-.875**	-.804**	.640**	.154	.154	-.717**	-.751**	.326	1	1	.559*	.292	.727**	.468
Tmedia	-.501*	-.206	.526*	.201	.201	-.174	-.330	.408	.559*	.559*	1	.364	.288	.424
DiasHelada	-.294	-.127	.626**	.303	.303	-.173	-.362	.205	-.545*	.292	.364	1	.372	.620**
PPAnuales	-.771**	-.552*	.682**	.494*	.494*	-.586*	-.520*	.261	-.532*	.727**	.288	.372	1	.576*
Transacciones	-.528*	-.171	.920**	.716**	.716**	-.132	-.615**	.336	-.642**	.468	.424	.620**	.576*	1

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Donde:  $Y$ =Variable a explicar;  $a$  y  $b$ =Constantes;  $X$ =Variable explicativa.

Ya que sólo se puede utilizar una variable, dado que esta variable está altamente correlacionada con todas las demás. Los resultados son:

$$\text{Precio} = 6.451,04 - 10,55 \cdot \text{DistColonia}$$

lo que quiere decir que, existe un valor inicial máximo de la tierra en Colonia del Sacramento de 6.541,04 U\$S por hectárea, y el precio de la tierra va disminuyendo a medida que la situación de la parcela se aleja de dicho punto de referencia en 10.55 U\$S por cada kilómetro. Pudiéndose construir una familia de isoprecios para todo el país. Con una capacidad explicativa del 75.1 %, explica el valor de la tierra en Uruguay en función de su distancia a Colonia del Sacramento, así como el decremento del mismo, cometiendo un error estándar del 24.9% (Cuadro 4, 5).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Aplicación del análisis factorial a la valoración analógica

Una posibilidad de abordar el problema de la autocorrelación de las variables exógenas o explicativas, consiste en agrupar, las variables más correlacionadas entre sí en forma de factores, a tal efecto, se han calculado las componentes de cada factor (Cuadro 3), que presenta la matriz de componentes rotados, del cual se pueden extraer las variables formadoras de cada factor representadas en la columna 1.

El modelo de regresión donde el valor medio de mercado de cada departamento como variable endógena y los factores que agrupan a las variables, que figuraban en el cuadro tal, como variables exógenas o explicativas explicaron el 85.6% del valor con un error del 14.4%, representado por la siguiente expresión:

$$\text{Precio} = 3.995,59 - 352,13 \cdot \text{Factor1} + 1.166,33 \cdot \text{Factor2} - 656,61 \cdot \text{Factor3}$$

### Simplificación operativa del análisis factorial

Una vez presentado el modelo de regresión construido a partir del análisis factorial, se pudo simplificar el modelo, con el objetivo de ofrecer al valorador poder replicar el modelo con un menor número de variables con el fin de hacerlo más operativo, así como conseguir una disminución de los costos económicos y temporales derivados de la búsqueda de datos. Se puede extraer de cada factor la constante con el valor más elevado de la matriz de componentes rotados (Cuadro 3), tales como las variables SuperficieExplotada, Canon2013 y TasaParo2012, y construir un modelo por regresión con el siguiente resultado:

$$\text{Precio} = 10.985,76 - 87,33 \cdot \text{SuperficieExplotada} + 15,87 \cdot \text{Canon2013} - 242,08 \cdot \text{TasaParo2012}$$

Mediante la anterior expresión se logra explicar el 82.4% de la variable precio, cometiendo un error estándar del 18.6%.

## CONCLUSIONES

Se ha aplicado por primera vez el análisis de regresión utilizando factores que agrupan variables auto correlacionadas entre sí para conseguir una explicación de 85% con error estándar del 15% con tres factores. Supone una mejora respecto a

otros métodos en el sentido tanto de la dimensión de la regresión del número de variables explicativas, como la capacidad explicativa del modelo, y sienta las bases de una línea de investigación del estudio del valor de mercado de las tierras en Uruguay.

## LITERATURA CITADA

Caballer V. 1973. Una contribucion a los metodos estadisticos de valoracion y su aplicacion en el levante español. Revista de Estudios Agrosociales, 85.

**Cuadro 3.** Factores construidos de la matriz de componentes rotado.

Matriz de componente rotado				
Factor	Variable	Componente		
		1	2	3
1	SuperficieExplotada	.972	.072	.104
	OcupacionRural	.972	.072	.104
	DensidadPob	-.886	.120	-.075
	Transacciones	.709	-.153	.577
2	Canon2013	.102	.949	-.140
	CONEATpromedio	.062	.948	-.033
	DistColonia	.151	-.812	.464
	PPAnuales	.525	-.671	.241
3	TasaParo2012	-.149	-.032	.772
	Tmedia	.138	-.153	.730
	RentaCapita	-.297	.386	-.719
	SuperficieDepartamento	.571	-.392	.612

**Cuadro 4.** Base de datos empleada en el estudio. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Uruguay.

Departamento	Precio2013	Canon2013	Superficie Departamento	SuperficieExplotada	OcupacionRural	CONEATpromedio	DensidadPob	TasaParo2012	RentaCapita	DistColonía	Tmedia	DiasHelada	PPAnuales	Transacciones
Artigas	1624	98	1192800	96,0	96,0	79	6,15	7	10578	432,81	19,65	19,5	1482,75	434
Canelones	5229	184	453600	74,3	74,3	107	114,68	7,4	14320	141,81	16,8	0,01	1057,8	67
Cerro Largo	2785	109	1364800	97,1	97,1	84	6,21	4,5	10465	412,31	17,8	37,5	1341,95	653
Colonia	6079	263	610600	92,2	92,2	100	20,18	3,5	15747	0,1	17,15	23	1122,05	239
Durazno	3352	174	1164300	94,4	94,4	104	4,9	9,5	12413	166,21	17,2	42,5	1317,7	580
Flores	4894	227	514400	97,8	97,8	119	4,87	5,6	15049	124,85	17,1	0,01	1245	234
Florida	4311	181	1041700	93,4	93,4	108	6,44	4,7	14495	153,38	16,7	0,01	1295,06	376
Lavalleja	2843	102	1001600	94,3	94,3	77	5,87	5,2	14314	270,35	17	0,01	1313,13	430
Maldonado	4730	67	479300	80,8	80,8	70	34,28	4,9	15766	269,43	16,9	0,01	1251,26	109
Paysandú	3238	165	1392200	96,9	96,9	97	8,13	6,4	13435	231,98	18,4	23,5	1265,7	743
Río Negro	5122	291	928200	98,5	98,5	131	5,9	8,5	13785	200,93	18,1	0,01	1288,8	559
Rocha	2934	155	1055100	87,3	87,3	81	6,45	7,8	12877	324,61	19,8	33	1238	437
Salto	2385	85	1416300	90,4	90,4	88	8,82	7,9	13390	341,54	19,4	23,5	1342,85	506
Soriano	6565	293	900800	93,2	93,2	142	9,17	4,5	14533	100,94	17,7	43,5	1210,4	435
Tacuarembó	3269	91	1543800	96,6	96,6	85	5,83	7,8	11687	338,95	18,2	42	1368,27	707
Treinta y Tres	2591	88	952900	91,5	91,5	67	5,05	7,5	12788	345,49	17,4	29	1408,9	409
San José	5974	227	499200	88,7	88,7	136	21,7	6	13705	102,94	18	0,01	900	209

**Cuadro 5.** Base de datos empleada en el estudio. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Uruguay.

	Precio2013	Canon2013	SuperficieDepartamento	SuperficieExplotada	OcupacionRural	CONEATpromedio	DensidadPob	TasaParo2012	RentaCapita	DistColonias	Tmedia	DiasHelada	PPAnuales	Transacciones
Precio2013	1	,798**	-,711**	-,255	-,255	,762**	,347	-,418	,705**	-,875**	-,501*	-,294	-,771**	-,528*
Canon2013	,798**	1	-,427	,149	,149	,892**	,059	-,174	,435	-,804**	-,206	-,127	-,552*	-,171
SuperficieDepartamento	-,711**	-,427	1	,556*	,556*	-,346	-,529*	,337	-,710**	,640**	,526*	,626**	,682**	,920**
SuperficieExplotada	-,255	,149	,556*	1	1,000**	,129	-,841**	-,011	-,373	,154	,201	,303	,494*	,716**
OcupacionRural	-,255	,149	,556*	1,000**	1	,129	-,841**	-,011	-,373	,154	,201	,303	,494*	,716**
CONEATpromedio	,762**	,892**	-,346	,129	,129	1	,084	-,081	,322	-,717**	-,174	-,173	-,586*	-,132
DensidadPob	,347	,059	-,529*	-,841**	-,841**	,084	1	,019	,288	-,272	-,330	-,362	-,520*	-,615**
TasaParo2012	-,418	-,174	,337	-,011	-,011	-,081	,019	1	-,429	,326	,408	,205	,261	,336
RentaCapita	,705**	,435	-,710**	-,373	-,373	,322	,288	-,429	1	-,751**	-,555*	-,545*	-,532*	-,642**
DistColonias	-,875**	-,804**	-,501*	,154	,154	-,717**	1	,326	-,751**	1	,559*	,292	,727**	,468
Tmedia	-,501*	-,206	,526*	,201	,201	-,174	-,330	,408	-,555*	,559*	1	,364	,288	,424
DiasHelada	-,294	-,127	,626**	,303	,303	-,173	-,362	,205	-,545*	,292	,364	1	,372	,620**
PPAnuales	-,771**	-,552*	,682**	,494*	,494*	-,586*	-,520*	,261	-,532*	,727**	,288	,372	1	,576*
Transacciones	-,528*	-,171	,920**	,716**	,716**	-,132	-,615**	,336	-,642**	,468	,424	,620**	,576*	1

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

- Caballer V. 1998. Métodos de Valoración de Empresas. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Donoso G., Vicente G. 2001. A hedonic price model of Argentinean land prices. *Ciencia e Investigación Agraria*, 28, 73-81.
- Maddison D. 2000. A hedonic analysis of agricultural land prices in England and Wales. *European Review of Agriculture Economics*, 27, 519-532.
- Maddison D. 2009. A Spatio-temporal Model of Farmland Values. *Journal of Agricultural Economics*, 60, 171-189.
- Nivens H.D., Kastens T.L., Dhuyvetter K.C., Featherstone A.M. 2002. Using Satellite imagery in predicting Kansas farmland values. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 464-480.
- Sklenicka P., Molnarova K., Pixova K.C., Salek M.E. 2013. Factors affecting farmland prices in the Czech Republic. *Land Use Policy*, 30, 130-136.
- Troncoso J.L., Aguirre M., Manriquez P., Labarra V., Ormazábal Y. 2010. Influence of physical attributes on the price of land: the case of the Province of Talca, Chile. *Ciencia e investigación Agraria*, 37.



# EL VALOR DE LOS INTANGIBLES DE LAS FRANQUICIAS DE LA INDUSTRIA RESTAURANTERA EN MÉXICO

## THE VALUE OF INTANGIBLES IN FRANCHISES OF THE RESTAURANT INDUSTRY IN MÉXICO

Guadalajara-Olmeda, N.<sup>1</sup>; Rodríguez-Batres, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ingeniería Económica de la Universitat Politècnica de València, España. <sup>2</sup>Universidad de las Américas, Puebla, México.

**Autor de correspondencia:** nguadala@omp.upv.es

### RESUMEN

En los sistemas de franquicias se producen unas relaciones de intercambio de recursos intangibles entre franquiciante y franquiciado, a cambio de un canon de entrada y unas cuotas periódicas. En el presente artículo se determinan los recursos intangibles transmitidos mediante estos pagos, a través de una encuesta. La imagen de marca determinada por las ventas, el tamaño de la franquicia, definido por el número de sucursales, y la pertenencia a la Asociación Mexicana de Franquicias, resultan clave en este intercambio.

**Palabras clave:** Restaurantes, valor de intangible, cuota de entrada, royalties.

### ABSTRACT

In the franchise systems, exchange relationships are produced for the exchange of intangible resources between franchiser and franchisee, in exchange for an entry cannon and periodical quota. In this study, the intangible resources transmitted through these payments are determined by performing a survey. The brand image determined by sales, the size of the franchise, defined by the number of offices, and their belonging to the Mexican Franchise Association, turn out to be key in this exchange.

**Keywords:** restaurants, value of intangibles, entry quota, royalties.



**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 18-24.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de franquicias ha llegado a ser la forma organizacional más común en la industria de servicios, como hoteles y restaurantes, donde la producción y el consumo ocurren simultáneamente. Desde que la empresa McDonalds empezó a franquiciar en la década de los años cincuenta, el sistema de franquicia se ha ido extendiendo por todo el mundo (Madanoglu *et al.*, 2013). A mediados de 2004, según el Consejo Mundial de Franquicias/Word Franchise Council (WFC) ([www.worldfranchisecouncil.org](http://www.worldfranchisecouncil.org)) había en el mundo 17,500 empresas franquiciando, que generaban 12.5 millones de empleos, con tendencia creciente en todo el mundo. Este crecimiento del sistema de franquicias a nivel mundial, también tiene lugar en los mercados emergentes de América Latina, con un despliegue más generoso en Brasil y México (Dant y Kaufmann, 2003), donde el primero, acapara casi 45% del total de centrales y más de 50% del número de establecimientos, y en México se encuentran más del 25% y 42% de las centrales y establecimientos de Latinoamérica, respectivamente. El sistema de franquicias se introdujo en México a finales de los años ochenta, y según cifras de la Asociación Mexicana de Franquicias (AMF) existen en el año 2008 más de 500 negocios y alrededor de 32 mil sucursales o puntos de venta, que facturan aproximadamente 85,000 millones de pesos anuales y generan más de medio millón de empleos directos. Su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) de México es 5%. En el 2009, México ocupaba el octavo lugar del ranking internacional de países franquiciando. En un principio, los empresarios mexicanos tenían escasa participación en el modelo de franquicias, pero en el año 2009, 68% de las franquicias que operan en México son de origen mexicano, 27% de Estados Unidos de América (EUA), 3% de España y 2% de Canadá y otros países. De acuerdo con la AMF, en la distribución de franquicias por giros, el 24% corresponde al sector de la educación, 23% al de restaurantes, 21% al de retail y 14% a educación. Pero si a los restaurantes se les añade las cafeterías y los negocios de comida rápida, es decir alimentos y bebidas, que en la clasificación de la AMF y de la Secretaría de Economía es lo que se conoce como industria restaurantera, el porcentaje de franquicias alcanza 60% del total. También en España el sector restaurantera es el más importante en cuanto a volumen de facturación y lo mismo

ocurre en los EUA, lo que ha generado numerosos estudios en el sector (Choi *et al.*, 2011; Park y Jang, 2012; Madanoglu *et al.*, 2013). Generalmente, en las relaciones de franquicia, el franquiciado está dispuesto a pagar al franquiciador una cuota o canon de entrada al inicio de la relación, y unas cuotas periódicas que comprenden regalías o royalties y un canon de publicidad, a cambio de recibir del franquiciante la explotación de una marca con prestigio en el mercado y un conjunto de recursos intangibles. En este sentido, Álvarez (2007) define a las cadenas de franquicias como negocios intensivos en activos intangibles, que no se deterioran con el uso y son difíciles de comercializar. El canon de entrada es considerado por López *et al.* (2001) como un medio de cubrir los costos que soporta el franquiciador al abrirse un nuevo establecimiento de franquicia, que engloba, entre otros, asistencia técnica, objetos promocionales y diseño de establecimiento. Harmon y Griffiths (2008) consideran que el canon de entrada representa el valor relacional percibido por el franquiciado a través de los beneficios tangibles e intangibles. Esto es, el franquiciado accede al pago del canon de entrada a cambio de recibir el *know-how* del franquiciador, es decir, el activo intangible que le va a permitir poner en marcha un negocio con garantía de éxito. Los franquiciados valoran la transferencia del conocimiento por parte del franquiciador para explotar la marca, a través de los manuales de explotación, como se demuestra de la relación positiva que existe entre el grado de detalle de los manuales y las ventas del franquiciado (Rodríguez *et al.*, 2008), lo que les permite llevar a cabo un negocio con garantía de éxito; y este valor de los intangibles cambia con el tiempo (O'Neill y Carlback, 2011). Pero las estrategias de las franquicias difieren según los sectores y el grado de madurez de la franquicia. Así, Bordonaba *et al.* (2008)

observaron un mayor canon de entrada y royalties en el sector de restauración que de moda, y también una elevada expansión en las franquicias más jóvenes en la fase de mayor crecimiento. En este contexto, el objetivo del trabajo es identificar las variables operativas de las firmas, su agrupación y su contribución al valor de los intangibles de las franquicias que operan en la industria restaurantera en México. Con base en lo anterior, se determinaron los recursos intangibles transmitidos mediante estos pagos en la industria restaurantera de México.



## MATERIALES Y MÉTODOS

Según la AMF en el año 2005 había en México alrededor de 300 franquicias en el área restaurantera, que quedaron reducidas a 270 empresas después de un primer contacto. El método empleado para la recogida de la información se diseñó una encuesta con un conjunto de variables operativas definitorias de la franquicia, que se agruparon en tres tipos: identificación de la franquicia; datos generales de la franquicia, que van desde su inversión inicial, la cuota de entrada requerida hasta su ubicación y pertenencia a asociaciones; y datos económicos financieros de la empresa. Las encuestas se realizaron durante los cinco primeros meses del año 2006, mediante entrevistas personales a los gestores de las empresas franquiciadas, y se tuvo respuestas válidas de 160 franquicias (nacionales y extranjeras), lo que supone una tasa de respuesta de 60%, y que fueron las que constituyeron el objeto de estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la información obtenida en la encuesta se comprobó cómo el monto total del canon de entrada oscila entre USD\$3,000 y USD\$190,000, siendo su valor medio y modal de USD\$43,100 y USD\$20,000 respectivamente. Dicho canon de entrada recoge el valor de los intangibles transmitidos con la franquicia. La mitad de las cadenas no cobran cuotas periódicas de publicidad, y el 4% tampoco los royalties, que se basan en las ventas, como ocurre normalmente en América (Jeon y Park, 2002). Los pagos periódicos llegaron a alcanzar en algunos casos los USD\$146,850 anuales, que corresponden USD\$40,140 para la publicidad y el resto para royalties. Su valor medio es de USD\$25,921, de los cuales USD\$5,089 son en concepto de publicidad. Las regalías totales son, por término medio, 6% de las ventas y los royalties 5%. Estas cuotas periódicas reflejaron las condiciones del acuerdo y los recursos organizativos, que se transmiten a través de los manuales de explotación. Con el resto de la información recopilada en la encuesta, se definió un total de 36 variables, que explican el valor de los intangibles de las franquicias (Cuadro 1).

Como se puede observar, del total de las variables, 16 son variables dummy y se refieren a si la franquicia está registrada, su origen, pertenencia a las AMF, expansión en México y en otros países, y localización óptima en locales comerciales, centros comerciales o isletas. Toman el valor 1 si la cadena posee la característica y 0 en caso contrario. Del total de las 160 redes de franquicias analizadas, sólo 3 estaban certificadas o registradas, 90

eran de origen mexicano, y 45 pertenecían a la AMF. En cuanto a su expansión geográfica, 156 tenían presencia en la zona centro de México, 149 en el noroeste, 150 en el noreste, 149 en el suroeste 149 en el sureste, 39 en Centroamérica, 41 en Sudamérica, 32 en los EUA, 23 en Europa y 33 en Canadá. Las 20 restantes variables fueron de carácter cuantitativo y hacen referencia a la antigüedad de la empresa y franquicia, al número de establecimientos, inversión realizada por el franquiciado, tiempo de recuperación de la inversión, resultados del franquiciador, balance, así como a algunos ratios económicos (Cuadro 2).

Es muy probable que varias variables cuantitativas respondan a un mismo intangible, por lo que es preciso identificar factores que expliquen el valor de los recursos intangibles que subyacen dentro de un conjunto de características en las cadenas de franquicias. La metodología empleada para el análisis de los factores intangibles subyacentes fue el análisis factorial. La técnica se realizó con rotación varimax y con el método de extracción de componentes principales. Desde la matriz de componentes rotados, se seleccionaron los factores cuyos eigenvalues resultaron ser mayores que la unidad. Una vez determinados los factores intangibles, para determinar los componentes del valor de los intangibles se aplicó la regresión de precios hedónicos, por mínimo cuadrados ordinarios. En términos generales, la ecuación de la regresión a estimar fue la siguiente:

$$V_i = \alpha + \beta * X_{i1} + \gamma * X_{i2} + \dots + \delta * X_{in} + \epsilon_i \quad (1)$$

Donde la variable dependiente  $V_i$  es el canon de entrada o los royalties de la cadena de franquicia  $i$ , y las variables independientes ( $X_{i1}, \dots, X_{in}$ ) fueron el valor de las características (1...n) de la franquicia  $i$ , sustitutas de cada factor. El término  $\epsilon_i$  es el término de error.

Los coeficientes de la ecuación (1) recogen la valoración marginal que otorgan los franquiciados a cada característica particular de la franquicia. Con el fin de conseguir los supuestos de normalidad del análisis multivariante, se realizaron las transformaciones logarítmicas de las variables cuantitativas, a excepción de las variables definidas por ratios, obteniéndose mejores resultados en los modelos de regresión en todos los casos, tal y como proceden algunos autores (Haufmann y Dant, 2001; Castrogiovanni *et al.*, 2006). En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de componentes principales con rotación varimax, aplicado a las variables cuantitativas.

**Cuadro 1.** Variables utilizadas para explicar el valor de los intangibles.

Variable	Clave	Definición
<b>Variables cualitativas:</b>		
Registro comercial	certi	Indica si la franquicia está certificada o no.
Origen	mex	Indica si la franquicia es de origen mexicano o no.
Acreditación	amf	Indica si la franquicia pertenece a la Asociación Mexicana de Franquicias.
Expansión	Ctro	Indica si tiene presencia en la zona centro de México.
	Noest	Indica si tiene presencia en la zona noroeste de México.
	Noe	Indica si tiene presencia en la zona noreste de México.
	So	Indica si tiene presencia en la zona suroeste de México.
	Se	Indica si tiene presencia en la zona sureste de México.
	Ca	Indica si tiene presencia en Centroamérica.
	Sa	Indica si tiene presencia en Sudamérica.
	Eua	Indica si tiene presencia en Estados Unidos de América.
	Eur	Indica si tiene presencia en Europa.
	Can	Indica si tiene presencia en Canadá.
Localización óptima	lc	Localización óptima para el establecimiento de la empresa (Local comercial).
	Cen	Localización óptima para el establecimiento de la empresa (Centro comercial).
	Isl	Localización óptima para el establecimiento de la empresa (Isleta).
<b>Variables cuantitativas:</b>		
Antigüedad	am	Número de años transcurridos desde el momento en que se abrió o inauguró la primera sucursal o punto de venta.
	af	Número de años transcurridos desde que la empresa se constituyó como franquicia.
Tamaño	suc_04	Número de sucursales o establecimientos totales registrados de la cadena en el año 2004.
	suc_05	Número de sucursales o establecimientos totales registrados en el año 2005.
Económicas	in_inic	Coste de la inversión inicial necesaria para el establecimiento de la franquicia, en miles de dólares.
	ret	Número de meses promedio requeridos para el retorno de la inversión inicial.
	vtas	Ventas medias obtenidas por sucursal o punto de venta durante el año 2005, en miles de dólares.
	cto_vtas	Costo medio de las ventas de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares. Es lo que le costó a la empresa adquirir la mercancía vendida.
	rb	Resultado bruto medio de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	go	Gastos medios de operación de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	cf	Costo global medio de financiamiento de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	r_at	Resultado medio antes de impuestos de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	tax	Impuestos pagados por la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	rn	Resultados netos de la empresa durante el año 2005, y expresado en miles de dólares.
	act	Activo total de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	pas	Pasivo total de la empresa durante el año 2005, expresado en miles de dólares.
	cap	Suma de capital contribuido y ganado de la empresa durante el año 2005, en miles de dólares.
	rmu	Razón de margen de utilidad. Es el cociente entre los resultados netos y las ventas netas.
rri	Razón de rendimiento de la inversión o rentabilidad económica. Es el cociente entre los resultados netos y el total del activo. Muestra el poder de generar ganancias que tiene la inversión de los accionistas, de acuerdo con su valor en libros.	
rat	Razón de rotación de activos totales. Es el cociente entre las ventas y los activos totales.	

**Cuadro 2.** Resumen estadístico de las variables explicativas cuantitativas.

Variable	Clave	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.
Años de la empresa franquiciadora	am	20.4	17.4	2	76
Años como franquicia	af	9.9	8.4	1	34
Número de sucursales año 2004	suc_04	25	38.5	1	304
Número de sucursales año 2005	suc_05	29.6	43.3	1	342
Inversión inicial (miles de dólares)	in_inic	94.2	79.5	3.2	375
Tasa de retorno (meses)	ret	10.9	6.8	0	36
Ventas (miles de dólares)	vtas	436.4	373.6	21.6	2285.6
Coste de las ventas (miles de dólares)	cto_vtas	301.2	262.6	15	1600
Resultado bruto (miles de dólares)	rb	137.0	124.2	6.48	685.7
Gastos de operación (miles de dólares)	go	32.9	27.9	1.51	173.7
Costo financiamiento (miles de dólares)	cf	2.4	5.15	0	46
Resultado antes de impuestos (miles de dólares)	r_at	101.8	96.6	4.6	587.7
Impuestos (miles de dólares)	tax	37.3	54.4	0	493.9
Resultado neto (miles de dólares)	rn	64.5	54.1	3.1	331.3
Activo (miles de dólares)	act	297.9	255.7	18	1600
Pasivo (miles de dólares)	pas	190.5	170.1	9	1120
Capital ganado (miles de dólares)	cap	107.4	96.6	6	480
Razón de margen de utilidad	rmu	0.1498	0.0129	0.1201	0.1843
Razón de rendimiento de la inversión	rri	0.2339	0.0825	0.0062	0.8886
Razón de rotación de activos totales	rat	1.567	0.532	0.048	5.515

La matriz de componentes rotados, después de cuatro iteraciones, reveló la existencia de tres factores cuyos eigenvalues fueron mayores que la unidad. El índice KMO y el de esfericidad de Barlett aconsejan la utilización de este análisis factorial para reducir el número de variables utilizadas e identificar los intangibles.

El primer factor agrupó todas las variables relativas al costo de la inversión inicial del franquiciador, la tasa de retorno de la inversión, resultados del franquiciador y años de la cadena como empresa y como franquicia. Indica la imagen de marca (inversión inicial), la experiencia y reputación (años) y las capacidades para generar beneficios y el éxito del franquiciado (resultados). En resumen, se podría denominar a dicho factor como la **marca** de la empresa, debido que la imagen de marca se consolida con la experiencia y es una fuente segura de resultados futuros para el franquiciado. El segundo factor reunió el número de unidades que posee la enseña a nivel nacional e internacional, incluyendo tanto unidades propias como franquiciados. Dicho factor indica el **tamaño** de la franquicia. Como afirma Sen (1998), un mayor tamaño permite a la cadena alcanzar economías de escala en la promoción y, por tanto, una estructura de costos más

competitiva, al mismo tiempo que contribuye también un crecimiento del nombre de la marca de la cadena. El tercer y último factor explicó la **eficiencia** de la enseña, que está recogido por los ratios de rentabilidad y rotación sobre los activos de las empresas. Posteriormente se realizó el análisis de regresión tomando como variable dependiente el Logaritmo neperiano del canon de entrada. En primer lugar se realizó la regresión con los tres factores, de los cuales el tercero no fue significativo. Esto indica que la rentabilidad de los negocios de franquicias no influye en la cuota de entrada, a pesar de que algunos trabajos (Madanoglu *et al.*, 2013; Moon y Sharma, 2014) afirman que las empresas con franquicias tienen mejor comportamiento financiero que las no franquiciadas. Luego se eligió una variable dentro de cada factor como sustituta del mismo y se obtuvo el modelo (1), al que se le añade una tercera variable no incluida en el análisis factorial, obteniéndose el mejor resultado en el modelo (2).

Al identificar los factores *marca* y *tamaño* por las variables *ventas* y *número de sucursales*, el nivel de explicación fue de 80.2%. Esto coincide con Caves y Murphy (1976) que afirman que el contrato de franquicia incluye

**Cuadro 3.** Resultados del análisis factorial de las variables cuantitativas.

Variable	Clave	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Ln Años de la empresa franquiciadora	am	0.857		
Ln Años como franquicia	af	0.822		
Ln Inversión inicial (miles de dólares)	in_inic	0.928		
Ln Tasa de retorno (meses)	ret	0.835		
Ln Ventas (miles de dólares)	vtas	0.979		
Ln Coste de las ventas (miles de dólares)	cto_vtas	0.969		
Ln Resultado bruto (miles de dólares)	rb	0.982		
Ln Gastos de operación (miles de dólares)	go	0.974		
Ln Costo financiamiento (miles de dólares)	cf	0.931		
Ln Resultado antes de impuestos (miles de dólares)	r_at	0.976		
Ln Impuestos (miles de dólares)	tax	0.748		
Ln Resultado neto (miles de dólares)	rn	0.976		
Ln Activo (miles de dólares)	act	0.963		
Ln Pasivo (miles de dólares)	pas	0.951		
Ln Capital ganado (miles de dólares)	cap	0.917		
Ln Número de sucursales año 2004	suc_04	0.957		
Ln Número de sucursales año 2005	suc_05	0.974		
Razón de margen de utilidad	rmu			
Razón de rendimiento de la inversión	rri			0.986
Razón de rotación de activos totales	rat			0.989
Eigenvalues		15.06	2.115	1.807
Varianza explicada		71.715	10.070	8.603
Varianza acumulada		71.715	81.786	90.389
Pruebas de idoneidad				
Índice KMO	0,841			
Esfericidad de Bartlett	3,716,739			
Nivel de significación	0,000			

**Cuadro 4.** Estimación del valor del canon de entrada.

		(1)	(2)
Factor 1 marca	Ln Ventas	0.778 (21.384)**	0.776 (21.727)**
Factor 2 tamaño	Ln n° sucursales 2004	0.100 (3.925)**	0.109 (4.426)**
Factor 3 eficiencia			
	Pertenencia a la AMF		0.238 (3.625)**
Constante		-1.236 (-6.38)**	-1.254 (-6.711)**
N		159	159
R <sup>2</sup> ajustado		0,802	0,816
F		323.392	236.649

la parte del capital intangible, especialmente la marca y el fondo de comercio, entre dos agentes (franquiciador y franquiciado) independientes, y con Harmon y Griffiths (2008) que consideran el canon de entrada como el valor de los intangibles de la franquicia y se le asocia con las capacidades de la empresa, la imagen de marca o el fondo de comercio de la empresa, como unos recursos intangibles. Igualmente, Álvarez (2007) afirma que el tamaño de la cadena afecta positivamente al reconocimiento de la marca; y éste, junto con la inversión inicial, el canon de entrada, el porcentaje de royalties y ventas esperadas determinan el atractivo del negocio para los potenciales franquiciados. También, Bordonaba et al. (2006) observaron cómo en el sector de la hostelería y de la moda, los recursos intangibles más valorados positivamente son los relacionados

con las capacidades (expansión o tamaño), con los recursos organizacionales (términos contractuales) y con la reputación (la participación en la Asociación Española de Franquiciadores, inversión inicial y tiempo empleado en la creación del negocio). Esto último se ha podido ratificar en el presente estudio, dado que al introducir la variable cualitativa pertenencia a la AMF, como intangible relacionado con la *acreditación externa* de la franquicia, se obtuvo finalmente un nivel de explicación de 81.6%. La pertenencia a la AMF, indicó que la asociación avala una buena actuación de los franquiciadores en la ética y la moral, lo que supone una garantía para el franquiciado. Se realizó el mismo proceso anterior con los pagos periódicos, obteniéndose los resultados (Cuadro 5).

En lo que respecta a los pagos variables, igualmente, el factor 3 no salió significativo como explicativo del logaritmo neperiano del valor de los pagos periódicos. Al

**Cuadro 5.** Estimación del valor de los pagos periódicos.

		Pagos royalties	Pagos publicidad	Regalías totales
Factor 1	Ln Ventas	1,039 38,01**	1,044 14,664**	1,035 30,9**
Factor 2				
Factor 3				
Constante		-3,270 -20,630**	-4,209 -10,166**	-3,082 -15,889**
N		159	77	152
R <sup>2</sup> ajustado		0,908	0,735	0,863
F		1444,74	215,04	954,89

sustituir las variables representativas de los factores, únicamente fue significativo el volumen de ventas, explicando hasta 86.3% de las regalías totales. Ello se puede explicar por el hecho de que el franquiciado acepta pagar cuotas periódicas a cambio de recibir un asesoramiento continuado si esto repercute en los mayores resultados, al margen del tamaño de la empresa y su acreditación por la AMF. Las implicaciones del estudio para franquiciadores y franquiciados resultan de suma importancia para el desarrollo y mejora del sistema de franquicia en México. Para los futuros o potenciales franquiciados, les aporta información sobre las cadenas de franquicias de la industria restaurantera en México, identificando sus rasgos característicos y las estrategias llevadas a cabo, para la toma de decisiones futuras. Para los franquiciadores les permite conocer cuáles deben ser sus principales líneas de acción para mejorar sus relaciones con los franquiciados y conseguir mayores éxitos futuros en el manejo de la cadena y aumentar su competitividad.

## CONCLUSIONES

La presente investigación sobre la franquicia de la industria restaurantera en México es el primer estudio empírico con rigor científico realizado en México, con datos procedentes de encuestas realizadas a los gestores de las franquicias. Se explican los rasgos principales que caracterizan al sistema de franquicias en el sector restaurantera y que pueden ser agrupadas en: marca, tamaño y eficiencia, de los cuales, sólo los dos primeros determinan el valor de los intangibles transmitidos en la franquicia, y en mayor grado el primero. La principal conclusión del análisis es que el valor del canon de entrada viene determinado en primer lugar por la *marca*, definida por el conjunto de variables: inversión inicial,

tasa de retorno, antigüedad y resultados. En segundo lugar, por el *tamaño* y en último lugar por la pertenencia a la AMF. Se valora más positivamente los recursos intangibles relacionados con las capacidades de obtener beneficios, que es el objetivo de cualquier empresa, así como con las economías de escala generadas en las grandes empresas y con la reputación reconocida por la pertenencia a la AMF, aunque en menor grado, que con las mayores eficiencias definidas con el rendimiento de la inversión y la rotación de los activos.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez Y. 2007. Análisis dinámico de la cadena de franquicia. *Revista de Dinámica de Sistemas*, 3(1), 48-74.
- Bordonaba V., Lucía L., Polo Y. 2008. Análisis del ciclo de vida de la franquicia en los sectores de moda y restauración. *Universia Business Review*, 19. 42-59.
- Castrogiovanni G., Combs J., Justis R. 2006. Resource scarcity and agency theory predictions concerning the continued use of franchising in multi-outlet networks. *Journal of Small Business Management*, 44 (1), 27-44.
- Caves R., Murphy W. 1976. Franchising: firms, markets and intangible assets. *Southern Economic Journal*, 42(4), 572-586.
- Choi K., Kang KH., Lee S., Lee K. 2011. Impact of brand diversification on firm performance: a study of restaurant firms. *Tourism Economics*, 17(4), 885-903.
- Dant R., Kaufmann P. 2003. Structural and strategic dynamics in franchising. *Journal of finance*, 79, 63-75.
- Harmon T.R., Griffiths M.A. 2008. Franchisee perceived relationship value. *Journal of Business and Industrial Market*, 23(4), 256-263.
- Kaufmann P.J., Dant R.P. 2001. The pricing of franchise rights. *Journal of Retailing*, 77, 537-545.
- Jeon S., Park C.S. 2002. A comparative analysis of two royalty structures in franchising under demand uncertainty. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 9(1), 37-43.
- López J.M., Martínez M.R., Ridao J.M. 2001. El canon de entrada en la cadena de franquicia. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 7(2), 63-76.
- Madanoglu M., Lee K., Castrogiovanni G. 2013. Does franchising pay? Evidence from restaurant industry. *The Service Industries Journal*, 33(11), 1003-1025.
- Moon J., Sharma A. 2014. Franchising effects on the lodging industry: optimal franchising proportion in terms of profitability and intangible value. *Tourism Economics*, 20(5), 1027-1045.
- O'Neill J.W., Carlbäck M. 2011. Do brands matter? A comparison of branded and independent hotels' performance during a full economic cycle. *International Journal of Hospitality Management*, 30, 515-521.
- Park K., Jang S. 2012. Duration of advertising effect: Considering franchising in the restaurant industry. *International Journal of Hospitality Management*, 31, 257-265.
- Rodríguez M.C., Minguela B., López J.I. 2008. Transferencia de conocimiento e la creación y en el funcionamiento de los sistemas de franquicia: un estudio empírico. *Economía Industrial*, 368, 227-237.

# UN MODELO DE VALORACIÓN PARA EMPRESAS HOTELERAS

## AN ASSESSMENT MODEL FOR HOTEL COMPANIES

**Fueyo-Mac Donald, N.<sup>1</sup>; Rodríguez-Batres, A.<sup>2</sup>; De la Poza-Plaza, E.<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Universidad de las Américas, Puebla, México. <sup>3</sup>Centro de Investigación en Ingeniería Económica de la Universitat Politècnica de València, España.

**Autor de correspondencia:** elpopla@esp.upv.es

### RESUMEN

El turismo es una actividad económica importante que genera riqueza en el mundo. En concreto en el año 2011 su importancia económica alcanzó 9.1% del PIB mundial. Uno de los principales componentes que explica el crecimiento del turismo, es el sector hotelero, en el cual se ha generalizado en los últimos años el modelo organizativo de franquicia. Las fuertes inversiones que requiere la industria hotelera han propiciado que las empresas acudan a los mercados bursátiles en busca de financiamiento. En este artículo se propone un modelo de valoración para las compañías del sector hotelero que cotizan en bolsa, teniendo en cuenta variables económico financieras y variables estratégicas o cualitativas de la industria hotelera, representando la expansión geográfica de estas empresas en distintas regiones del mundo.

**Palabras clave:** Sector hotelero, mercado bursátil, turismo, variable cualitativa

### ABSTRACT

Tourism is an important economic activity that generates wealth in the world. Concretely, in the year 2011 its economic importance reached 9.1 % of the global GDP. One of the main components that explains the growth of tourism is the hotel sector, in which the organizational model of franchise has been generalized. The strong investments required by the hotel industry have fostered for companies to turn to stock markets in search of financing. In this article, an assessment model is proposed for the companies in the hotel sector that are listed in the stock market, taking into account economic financial variables and strategic or qualitative variables in the hotel industry, representing the geographical expansion of these companies in different regions of the world.

**Keywords:** hotel sector, stock market, tourism, qualitative variable.



**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 25-31.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.



## INTRODUCCIÓN

**El sector** hotelero es uno de los principales ejes del turismo (Häussle, 1930). Así, la industria hotelera cumple la función de proveer alojamiento a las personas en áreas de destino o en tránsito en el contexto del turismo (Ramírez, 2006). A pesar de la recesión económica-financiera mundial que comenzó en el año 2008, el sector hotelero ha mostrado una tendencia creciente (Jiménez, 2008). Según la Organización Mundial de Turismo de Naciones Unidas (OMT, 2013), se estima que el inventario mundial de habitaciones de hotel crece anualmente alrededor de 2.5%. De hecho, sólo en el año 2012 se produjo la apertura de 1,270 hoteles en todo el mundo, mientras que en el año 2013 se encontraban en fase de desarrollo 4,500 hoteles (Top Hotel Projects, 2013). Asimismo, aunque las tasas de ocupación hotelera varían, se mantiene un promedio global de 65%; lugares como Londres, Beijing, Nueva York, San Francisco, Hawaii, el área del Caribe y ciudad de las Vegas Nevada, son notables por tener las tasas de ocupación más altas del mundo, (Goeldner, 2009). El fenómeno de la globalización no es ajeno a la industria hotelera, a la cual afecta desde los años ochenta, generando que una gran cantidad de compañías hoteleras en América del Norte, Europa Occidental, Asia y Pacífico iniciaran su expansión por el mercado mundial en busca de nuevas oportunidades de crecimiento (Olsen, 2008). En la actualidad y fruto de la globalización, saber si la empresa es propietaria del establecimiento en el que opera, gestiona el hotel, cede su imagen de marca a modo de franquicia o simplemente representa su marketing y gestiona sus compras y reservas, parece importar poco en un mercado altamente competitivo (Travel and Tourism Intelligence, 2009). Sin embargo, la tendencia principal del sector hotelero muestra un alejamiento de los establecimientos en propiedad y operación independiente, constituyéndose un nuevo enfoque hacia el modelo de franquicia. Ya sea a través de cadenas, de forma independiente o una combinación de ambas, el establecimiento de alianzas para comercializar ha generado una mejora de la eficiencia en la industria hotelera (Yang y Lu, 2006; Botti *et al.*, 2009). La tendencia hacia la consolidación y las adquisiciones es continua porque las cadenas tienen el potencial para mejorar su productividad y también debido a las ventajas que resultan de su gran tamaño, al aprovechar eficazmente los programas de capacitación, programas de selección de personal, uso del equipo básico en diferentes situaciones, precios, publicidad, tecnología, mercadotecnia, (World Travel and Tourism, 2013; Vertice 2012). A nivel mundial, des-

tacan dos compañías hoteleras, las cuales se engloban en el sector de lujo, Hilton Worldwide y Marriott International, entre ambas suman más de 7,000 hoteles en 90 países, e incluyen a 600,000 trabajadores en las firmas propias, administradas y en las franquiciadas. A su vez, ambas engloban diversas marcas, tales como Holiday Inn y Hyatt en el caso de Hilton Worldwide y AC hoteles, Ritz-Carlton en el caso de Marriott International, (Chu, 2014). En este contexto, emerge el interés del usuario en general (accionista, prestamista, empleado, gestor) por la valoración económica de empresas del sector hotelero, con el fin de cuantificar como los nuevos procesos tecnológicos y organizativos empleados por las empresas hoteleras afectan al valor de las mismas (Caballer, 1998), así como por valorar la efectividad de los servicios prestados por el hotel tomando en cuenta tanto objetivos económicos como otros que no lo son, (Funes, 2010). En el año 2004 O'Neill presentó un modelo de regresión para la valoración de los inmuebles en los que operan los hoteles en el que resultan principalmente explicativas con un retardo de un año las variables: número de habitaciones disponibles, ocupación media diaria e ingresos medios de explotación, mientras que la localización, o características propias de la propiedad (antigüedad) no resultaron ser significativas. De su estudio se desprende que en la valoración de la industria hotelera subyacen dos componentes fundamentales, los activos inmuebles en los que se desarrolla el servicio de alojamiento, y la explotación de la actividad hotelera. Camisón (2007) analizó la correlación de las estrategias de la industria hotelera en España y el desempeño alcanzado, medido éste a través de la tasa de rentabilidad financiera y grado de satisfacción de los agentes involucrados en la industria hotelera española. Los autores concluyen que la adopción del uso de las tecnologías de la información y comunicación en la industria hotelera, es un elemento aún no apreciado por los hoteles, en contraste con el alto valor agregado que genera dicha innovación. Min y Jong (2009) evaluaron la rentabilidad financiera de hoteles de lujo en Korea, indicando que el ratio de ocupación no necesariamente refleja la eficiencia financiera del hotel, lo que significa que la ocupación de las habitaciones disponibles con tasas de descuento o utilización de la capacidad sin control de costos podría no necesariamente incrementar la eficiencia financiera del hotel. Los estudios de valoración en la industria hotelera se caracterizan por la reducida dimensión de las muestras empleadas en los estudios (Vidal *et al.*, 2004), debido a la escasa difusión de la contabilidad de gestión de las empresas, orientada a la toma de decisiones

que raramente es pública (Adeleye, 2013). En este entorno y siguiendo la clasificación que Jiménez (2008) hace del sector hotelero, el presente estudio desarrolló un modelo de valoración para las empresas hoteleras que cotizan en los mercados bursátiles de Estados Unidos y México a través de variables cualitativas que recogen información sobre la expansión geográfica de las empresas, aportando evidencias sobre políticas estratégicas de la empresa, a través de variables cuantitativas que generan información económico-financiera de las empresas del sector hotelero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La fase inicial del estudio consistió en la recopilación de la información de las empresas del sector hotelero que financian su actividad en los mercados bursátiles de Estados Unidos y México para el periodo objeto de estudio 2011-2013, utilizando para ello fuentes de información secundarias. La mayor parte de cadenas hoteleras mundiales proceden de Estados Unidos y si bien el porcentaje ha disminuido desde los años noventa (73% en 1992 frente a 68% en el año 2004), se considera que aún hoy en día Estados Unidos es la potencia más representativa en empresas del sector hotelero a nivel mundial. Siguiendo el sistema de clasificación de la NAICS Association (North American Industry Classification System, 2012), se seleccionaron los códigos correspondientes a empresas del sector hotelero de la sección 721110 Hoteles (excepto Hoteles Casino) y Moteles. Este código recoge los establecimientos dedicados a proporcionar alojamiento a corto plazo en las instalaciones conocidas como hoteles, hoteles de motor, hoteles resort, hoteles de temporada, mo-

teles, pensiones, y refugios de esquí. Los establecimientos de esta industria pueden ofrecer servicios de alimentos y bebidas, servicios recreativos, salas de conferencias y servicios de convenciones, servicio de lavandería, estacionamientos y otros servicios, tales como campos de golf, pistas de tenis, servicios de spa. En segundo lugar, se consultó la Comisión de Valores e Intercambio de los Estados Unidos (SEC por sus siglas en inglés, Securities and Exchange Commission), organismo independiente responsable de regular los mercados financieros estadounidenses. En dicha entidad se detallan las empresas que cotizan en las bolsas de valores de Estados Unidos. Así, en el año 2013, había registradas 320 empresas pertenecientes al sector hotelero (código 721110). De éstas, se seleccionaron 158, aquéllas cuya información económica financiera era pública y se mostraba en informes cuatrimestrales para el periodo 2011-2013. Por último, se introdujo como criterio de selección que el valor de capitalización bursátil (resultante del producto del número de acciones por el valor de cotización de la acción) fuera como mínimo de 500 millones de dólares, obteniendo así una población compuesta por 50 empresas. Asumiendo un nivel de confianza del 95%, se definió un tamaño de muestra de 44 empresas. En cuanto a la procedencia de las empresas constituyentes de la muestra, el 75% fueron empresas fundadas en Estados Unidos, y 25% restante constituidas en Asia, Europa y Latinoamérica; Asimismo, del total de empresas analizadas en el modelo, 20 presentaron el modelo de franquicia. En tercer lugar, acudiendo a la página web de cada una de las 44 empresas se recopiló la información económica financiera y relativa a la expansión geográfica contenida en los informes sobre los estados financieros cuatrimestrales, auditados y consolidados. De esta forma se construyó una base de datos compuesta por 20 variables (Cuadro 1) utilizadas en el modelado del valor de capitalización o valor de mercado de las empresas del sector hotelero. La selección de las variables independientes se realizó tomando como referencia el marco teórico revisado previamente.

Como se puede observar de las 20 variables explicativas, 6 son variables dicotómicas referidas a la presencia de la empresa hotelera en distintas áreas geográficas, tomando valor 1 si la empresa se encuentra presente en el área geográfica descrita ó 0 en caso contrario. El resto de variables son cuantitativas y fueron calculadas teniendo en cuenta el valor promedio cuatrimestral de los estados financieros de las empresas en los años 2011, 2012, 2013.

La variable dependiente, el valor de capitalización bursátil expresado en millones de dólares, fue calculado a partir del valor medio de cotización de las acciones ordinarias de las empresas hoteleras en los informes financieros cuatrimestrales publicados por las empresas correspondiente a 2011, 2012 y 2013.

De igual manera, las variables independientes cuantitativas fueron estimadas como el valor promedio de la información procedente de los informes financieros cuatrimestrales de los ejercicios 2011, 2012 y 2013. Así, cada variable cuantitativa es el resultado promedio de 12 datos correspondientes a los cuatrimestres del periodo objeto de estudio. La elección de los ejercicios económicos se debe a que representan los años más recientes para los que se encontró información disponible sobre las 44 empresas seleccionadas.



**Cuadro 1.** Variables independientes utilizadas para explicar el valor de mercado de las empresas hoteleras

Variable	Clave	Definición	Valor
<b>Cualitativas</b>			
México	MEX	Describe si la empresa tiene presencia en México.	Si=1. No=0.
Estados Unidos	EUA	Describe si la empresa tiene presencia en Estados Unidos.	Si=1. No=0.
Canadá	CAN	Describe si la empresa tiene presencia en Canadá.	Si=1. No=0.
Sudamérica	SUD	Describe si la empresa tiene presencia en Sudamérica.	Si=1. No=0.
Centroamérica	CEN	Describe si la empresa tiene presencia en Centroamérica.	Si=1. No=0.
Europa	EUR	Describe si la empresa tiene presencia en Europa.	Si=1. No=0.
<b>Cuantitativas</b>			
Ventas	V	Ingresos promedio obtenidos por ventas de la empresa durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Costo de ventas	CV	Costos variables promedio de la empresa durante 2011, 2012 y 2013, en dólares	
Resultado bruto	RB	Diferencia promedio entre los ingresos por ventas totales y los costos variables durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Gastos de operación	GO	Gastos fijos promedio en los que incurrió la empresa durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Resultado de operación	RO	Diferencia promedio entre el resultado bruto y los gastos de operación durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Costo integral de financiamiento	CIF	Diferencia neta promedio entre los productos y los costos financieros durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Resultado antes de impuestos	RAI	Diferencia promedio entre el resultado de operación y el costo integral de financiamiento durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Impuestos	IMP	Impuestos promedio pagados por la empresa en 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Resultado neto	RN	Resultados neto promedio de la empresa 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Total Activo	TA	Suma del activo circulante, fijo y diferido promedio de la empresa durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Capital de Trabajo Neto	CTN	Diferencia neta promedio entre el activo circulante y el pasivo a corto plazo durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Total Pasivo	TP	Suma del pasivo a corto y largo plazo de la empresa promedio durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	
Total Capital	TC	Suma del capital contribuido y el capital generado promedio durante 2011, 2012 y 2013, en dólares.	

En el cuadro 2 se muestra el resumen estadístico de las variables independientes.

Debido al elevado número de variables cuantitativas, y la posible correlación lineal entre las mismas, se procedió a aplicar el análisis factorial (Cunha y Cunha, 2011). Sin embargo, al contrario de lo que se esperaba, el valor obtenido para el índice de Kaiser-Meyer-Oklin (0.583) desaconsejaba la práctica del análisis factorial, puesto que las correlaciones entre los pares de variables no eran explicadas por las otras variables. En consecuencia, la metodología empleada en el estudio fue el análisis de regresión y el método de inclusión de las variables explicativas en el modelo fue por pasos. A tra-

vés de este método se seleccionan aquellas variables independientes que guardan mayor relación lineal con la variable endógena, desechando las variables que no cumplen los requisitos del modelo evitando así la multicolinealidad. Con el fin de conseguir los supuestos de normalidad del análisis multivariante, se llevó a cabo la transformación logarítmica de las variables dependiente. En nuestro estudio, la ecuación de la regresión a estimar es la siguiente:

$$LnV_i = \alpha + \beta * X_{i1} + \gamma * X_{i2} + \dots + \delta * X_{in} + \epsilon_i \quad (1)$$

Donde la variable dependiente  $LnV_i$  es el logaritmo neperiano del valor de mercado o capitalización bursátil de

**Cuadro 2.** Resumen estadístico de variables explicativas cuantitativas, expresadas en dólares americanos.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
V	2,936	1,340,113,840	37,156,167.59	202,252,132.830
CV	893	902,410,705	24,279,048.22	136,067,463.757
RB	-100,487	364,066,312	11,115,936.43	55,252,800.391
GO	324,772	111,528,998	4,727,426.96	18,139,808.396
RO	-228,679	247,026,240	6,270,003.59	37,186,029.215
CIF	-986	77,772,975	2,471,175.56	12,059,309.501
RAI	-12,409,990	190,579,480	4,252,238.82	28,816,123.065
IMP	-2,166,693	57,163,095	1,345,567.77	8,622,974.187
RN	-11,556,727	130,529,360	2,811,038.74	19,786,714.094
TA	2,293	245,377,334	15,757,472.41	45,366,882.697
CTN	-1,407,345	13,327,281	521,799.34	2,341,574.184
TP	4,891	165,757,265	8,522,219.60	27,323,789.532
TC	-135,089	69,613,189	6,632,760.79	17,707,912.010

la empresa hotelera  $i$ , y las variables independientes ( $X_{i1}, \dots, X_{in}$ ) cuantifican el valor de los atributos (1... $n$ ) de la empresa hotelera  $i$ . El término  $\varepsilon_i$  es el error.

Los coeficientes de la ecuación (1) recogen la valoración marginal que cada atributo o variable explicativa produce en el valor de mercado, o valor de capitalización de la empresa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para desarrollar el modelo de valoración, en primer lugar se estimó la matriz de coeficientes de correlación de Pearson (Infante y Zárate de Lara, 2013), que cuantifica el grado de correlación lineal entre dos variables independientes cuantitativas. Al analizar los resultados del Cuadro 3, se observa como existe fuerte correlación lineal entre las variables, por lo que se aplicó el método de pasos sucesivos para estimar el modelo de valoración.

En el cuadro 4 se recogen los modelos de valoración de empresas hoteleras propuestos. El primer modelo únicamente incluye la variable explicativa presencia de la compañía hotelera en los Estados Unidos (EUA). El modelo propuesto explica la variabilidad del valor de mercado de las empresas del sector hotelero en 91.3%. Se observa como la capacidad explicativa del modelo mejora al aumentar el número de variables, aunque la mejora marginal es decreciente. Así, en el modelo 2 al incluir la variable Capital de Trabajo Neto (CTN), la  $R^2$  corregida alcanzó el valor 0.958. El modelo 3 introduce la variable presencia de la compañía hotelera en Europa, y la capacidad explicativa del modelo evoluciona a una  $R^2$  corregida de 0.964. Por último el modelo 4 incluyó la variable cuantitativa valor del activo, la cual produjo una mínima variación en la capacidad explicativa del modelo ( $R^2$  corregida de 0.966).

A la vista de los resultados se observa como el valor de mercado de la industria hotelera está explicado en primer lugar por la presencia de las compañías del sector en Estados Unidos (EUA), lo que es lógico,

**Cuadro 3.** Matriz de Coeficientes de correlación de Pearson.

	V	CV	RB	GO	RO	CIF	RAI	IMP	RN	TA	CTN	TP
CV	0.9997	1										
RB	0.9977	0.9959	1									
GO	0.9470	0.9396	0.9660	1								
RO	0.9979	0.9988	0.9924	0.9269	1							
CIF	0.9852	0.9828	0.9892	0.9712	0.9736	1						
RAI	0.9859	0.9882	0.9758	0.8888	0.9943	0.9439	1					
IMP	0.9901	0.9919	0.9817	0.9015	0.9967	0.9524	0.9995	1				
RN	0.9817	0.9844	0.9705	0.8784	0.9916	0.9359	0.9997	0.9985	1			
TA	0.0576	0.0379	0.1177	0.3567	0.0012	0.1837	-0.0856	-0.0576	-0.1061	1		
CTN	0.0481	0.0424	0.0699	0.1823	0.0132	0.1174	-0.0358	-0.0207	-0.0466	0.6519	1	
TP	0.0700	0.0507	0.1273	0.3664	0.0096	0.2152	-0.0877	-0.0579	-0.1103	0.9756	0.5864	1
TC	0.0314	0.0133	0.0883	0.2989	-0.0125	0.1102	-0.0718	-0.0497	-0.0865	0.9287	0.7167	0.8257

**Cuadro 4.** Modelos de regresión propuestos.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
EUA	19,803**	19,855**	18,692**	18,433**
CTN		0.000001792**	0.00000183**	0.000001374**
EUR			3.408**	3.413**
TA				0.00000003374**
R <sup>2</sup>	0.915	0.960	0.966	0.969
R <sup>2</sup> corregida	0.913	0.958	0.964	0.966
N	44	44	44	44

puesto que el mercado bursátil de referencia es el estadounidense. En segundo lugar, el capital de trabajo neto (CTN) o fondo de maniobra refleja la importancia que la capacidad de solvencia tiene en el valor de mercado de las empresas hoteleras. En tercer lugar destaca la expansión geográfica de las empresas en el continente europeo (EUR), aunque su coeficiente (3,408) es muy inferior al coeficiente de EUA (19,803). Por último el Activo total de la empresa, valor que incluye las propiedades inmobiliarias en propiedad en las que operan las compañías repercute positivamente en el valor de mercado de la empresa.

## CONCLUSIONES

Los resultados generados a partir del trabajo señalan que el valor de capitalización de las empresas hoteleras viene explicado por 4 variables principalmente. Dichos factores que influyen positivamente y en orden decreciente son: presencia de compañías en Estados Unidos, presencia de compañías hoteleras en Europa, Capital de Trabajo Neto y Activo Total. Esto implica que un incremento en dichas variables conlleva un incremento en el valor de la empresa hotelera, de manera proporcional a los coeficientes obtenidos por la ecuación resultante. Así se han identificado dos tipos de variables: aquéllas referentes a la presencia de las compañías hoteleras en dos de las regiones geográficas con mayor mercado a nivel mundial y dos variables económico-financieras relativas a la capacidad de las empresas para hacer frente a sus obligaciones financieras en el corto plazo, así como el monto de recursos totales invertidos en el negocio sin importar si estos provienen de deuda o son recursos propios. Por tanto, para las empresas del sector hotelero contar con presencia en dichas regiones geográficas y presentar solvencia y valor de los activos genera mayor valor percibido por el mercado de la capitalización de la empresa hotelera. A raíz del análisis descriptivo de las variables, es conveniente para futuras

investigaciones, analizar la incidencia que la dimensión de la empresa puede tener sobre el valor de mercado de la misma. De esta forma la muestra podría dividirse, en empresas de pequeña capitalización y empresas de gran tamaño, con la finalidad de precisar las conclusiones del estudio. El mayor peso es el obtenido por las variables cualitativas de localización geográfica y en segundo lugar por las variables cuantitativas financieras, lo cual, se podría adjudicar a un valor intangible generado principalmente por las fuerzas de oferta y demanda de las acciones en los mercados financieros internacionales. La presencia de un hotel primeramente en Estados Unidos y en segundo lugar en Europa, independientemente del origen de la empresa, modelo de negocio, incluso de sus activos fijos, puede generar una percepción de mayor valor, lo que aumenta la compra de acciones de dichas empresas, incrementando su valor en Bolsa. El presente estudio pretende contribuir a la mejora de los métodos de valoración de empresas de manera general, y particularmente de la industria hotelera, debido al gran impacto para la economía de cualquier país o región en el mundo y pretende ser la base de futuros estudios en los que los modelos propuestos sean útiles en la valoración de empresas hoteleras que no cotizan en Bolsa.

## LITERATURA CITADA

- Adeleye T., Huang M., Huang Z., Asce A.M., Sun L. 2013. Predicting Loss for large construction companies. *Journal of Construction Engineering and Management* 139, 1224-1236.
- Botti L., Briec W., Cliquet G. 2009. Plural forms versus franchise and company-owned systems: A DEA approach of hotel chain performance. *The International Journal of Management Science*, 37, 566-578.
- Caballer V. 1998. *Métodos de Valoración de Empresas* (segunda ed.). Madrid: Pirámide.
- Camisón C., Garrigís F. 2007. Estrategias competitivas y desempeño empresarial: estudio comparativo de los modelos de Robinson y Pearce y así como de Miles y Snow en el sector hotelero español. España: Academia Europea de Dirección y Economía de la Empresa.

- Chu Y. 2014. A review of studies on luxury hotels over the past two decades. Graduate Theses and Dissertations. Paper 13913. Graduate College at Digital Repository, Iowa State University.
- Cunha A., Cunha A. 2011. Caracterización del uso de indicadores de desempeño no financieros en el sector hotelero. Argentina: Centro de Investigaciones y Estudios Turísticos.
- Enz C.A. 2011. Competing successfully with other hotels: e role of strategy [Electronic version]. Retrieved [insert date], from Cornell University, School of Hospitality Administration site: <http://scholarship.sha.cornell.edu/articles/308>
- Funes, Y. 2010. Valuación de los activos intangibles. Caso de la UNAM. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle.
- Goeldner C., Ritchie B. 2009. Turismo. Planeación, administración y perspectivas. México: Limusa Wiley.
- Häussle X. 1930. Eine Studie über seine volkswirtschaftliche Bedeutung und seine Förderung unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im bayerischen Hochland. Leipzig: Universitätsverlag von Robert Noske.
- Infante G., Zárate de Lara G. 2013. Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. 3ª Edición. Editorial del Colegio de Postgraduados: México.
- Jiménez A.J. 2008. Las cadenas hoteleras en el mundo y evolución de su operación en México al inicio del siglo XXI. Innovar, 167-190.
- Min J., Min H., Jong S., Kim J. 2009. Evaluating the financial performances of Korean luxury hotels using data envelopment analysis. The Service Industries Journal, 835-845.
- NAICS Association. 2012. NAICS Code Description. Consultado el 30 de Abril de 2013, de <http://www.naics.com/free-code-search/naicsdescription.php?code=721110>
- Olsen M. 2008. Strategic management in the hospitality industry. New York: John Wiley & Sons.
- OMT. 1989. Declaración de Manila sobre el turismo mundial. Filipinas: Organización Mundial del Turismo.
- O'Neill J.W. 2004. An Automated Valuation Model for Hotels. Cornell Hospitality Quarterly 45, (3), 260-268.
- Ramírez, C. 2006. Visión integral del turismo. Fenómeno dinámico universal. México: Trillas.
- Securities and Exchange Commission. 2013. SEC data base. Obtenido de <http://www.sec.gov/>
- Top Hotel Projects. 2013. Global Classic. Hotel projects worldwide. Recuperado el 14 de Abril de 2013, de <http://www.tophotelprojects.com/>
- Travel and Tourism Intelligence. 2009. The international hotel industry.
- Vidal F., Sales J.M., López D.B. 2004. Los modelos de valoración de empresas: aplicación de los modelos dinámicos de valoración analógico-bursátil a las cooperativas agrarias. Spanish Journal of Agricultural Research, 2, (1), 17-25.
- World Travel and Tourism Council. 2013. Travel and Tourism. Consultado el 14 de Abril de 2013, de <http://www.wttc.org/research/>
- Yang C., Lu W.M. 2006. Performance benchmarking for Taiwan's international tourist hotels. INFOR.



# ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS EMPRESAS AGROALIMENTARIAS QUE COTIZAN EN EL MERCADO CONTINUO ESPAÑOL

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF AGRIFOOD ENTERPRISES THAT ARE LISTED IN THE SPANISH STOCK MARKET

**Barrachina-Martínez, I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ingeniería Económica de la Universitat Politècnica de València, España.

**Autor de correspondencia:** [ibarrach@ade.upv.es](mailto:ibarrach@ade.upv.es)

## RESUMEN

En el mercado continuo español cotizan algunas empresas agroalimentarias de reducida capitalización. En este estudio se valoran en conjunto, los estados financieros desde 2011 a 2014 de algunas de ellas, para determinar cuál es su situación económica financiera a través de la composición del balance y los principales ratios bursátiles. Además, se calculó la rentabilidad de las acciones de los últimos años, su riesgo específico y sistemático comparado con la rentabilidad del IBEX 35. Se utilizaron metodologías de valoración de empresas para determinar el valor intrínseco de las acciones. Todas las empresas registraron balances equilibrados, poco endeudadas con rentabilidades positivas y solventes. Su riesgo sistemático permite englobarlas en valores defensivos con poca correlación con el IBEX 35.

**Palabras clave:** Valor intrínseco, riesgo sistemático, rentabilidad económica, financiera.

## ABSTRACT

In the Spanish stock market, some agrifood companies of reduced capitalization are listed. In this study, the financial statements from 2011 to 2014 of some of them are evaluated as a whole, to determine what their financial situation is through the composition of the balance sheet and the principal stock market ratios. In addition, the profitability of the shares in recent years was calculated, their specific and systematic risk, compared to the profitability of the IBEX 35. Business evaluation methodologies were used to determine the intrinsic value of the shares. All the enterprises showed well-adjusted balances, low indebtedness, with positive and solvent profitability. Their systematic risk allows including them in defensive values with low correlation with the IBEX 35.

**Keywords:** intrinsic value, systematic risk, economic profitability, financial.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre, 2016. pp: 32-40.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

**El análisis** de los estados financieros es un conjunto de técnicas que se utilizan para diagnosticar la situación y perspectivas de las empresas con el fin de conocer la situación y evolución previsible de las mismas (Amat, 2013). Dentro de las cuentas anuales, el balance de situación y cuenta de pérdidas y ganancias de los últimos años, son la materia de la que se parte para el análisis de los estados financieros. Mediante el mismo se puede observar el equilibrio del balance y el nivel de endeudamiento. Los ratios económico financieros sirven para estimar la rentabilidad, liquidez, endeudamiento y calidad de la deuda de las empresas, algunos de los cuales han sido utilizados como indicadores del estado de salud empresarial tradicionalmente y estudiados como predictores de dificultades financieras de las empresas (Altman, 1968; Hua *et al.*, 2007; Ohlson, 1980). El análisis fundamental se realiza para determinar el valor intrínseco o precio teórico de las acciones o de una empresa. Es por lo tanto, el valor que deberían alcanzar las acciones de la empresa a medio o largo plazo, aunque a corto plazo puede no ser así, por circunstancias coyunturales y se requiere del análisis técnico. Los ratios bursátiles por acción permiten la comparación de las acciones de diferentes empresas y pueden ayudar a los inversores a predecir el futuro precio de las acciones (JangHyung, 2014). Las empresas del sector de alimentación y bebidas que cotizan en el mercado continuo español o en el Latibex son las siguientes: BARÓN DE LEY, S.A., BODEGAS BILBAINAS, S.A., BODEGAS RIOJANAS, S.A., DAMM S.A., AGROFUSE, DISTRIBUIDORA INTERNACIONAL DE ALIMENTACIÓN, S.A., LUMAR NATURAL SEAFOOD, S.A., CAMPOFRÍO FOOD GROUP, S.A., EBRO FOODS, S.A., NATRA, S.A., DEOLEO S.A. y VISCOFAN, S.A. según figuran en la página web de Bolsas y mercados. Con base en lo anterior, se realizó un análisis económico financiero a partir de la información contable de los últimos años de algunas de las empresas del sector de la alimentación y bebidas que cotizan en el mercado continuo y determinar el valor intrínseco de las mismas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se han seleccionado cuatro empresas dentro del sector de la alimentación cotizado en el Mercado continuo español: BARON DE LEY, S.A. (BDL): Bodegas con denominación de origen La Rioja, que produce, comercializa y exporta Vinos de la Tierra, modernos, con uvas de variedades de prestigio internacional. En la

actualidad, también destina su actividad a la curación de jamones, paletas y lomos ibéricos de bellota.

BODEGAS RIOJANAS, S.A. (RIO): Es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de vinos de calidad, con denominación de origen La Rioja. La gama actual de productos que ofrecen al mercado: Rioja, Toro, Rueda, Rías Baixas, Ribera de Duero, Cava y Champagne, junto con algunos otros específicos para algún país exterior.

EBRO FOODS, S.A. (EBRO): En la actualidad es un holding que se dedica al sector del arroz, el segundo fabricante mundial de pasta y la primera compañía en comercializar productos lácteos de valor añadido en España.

VISCOFAN, S.A. (VISC): La actividad fundamental es la fabricación y comercialización de envolturas artificiales de celulósica, colágeno (de pequeño y de gran calibre), fibrosa y plásticos para productos cárnicos. Adicionalmente, a través del Grupo IAN, Viscofan está presente en el mercado de alimentación vegetal, con la producción y comercialización de espárragos, aceitunas, tomates, y platos preparados. El Grupo IAN, a través de la marca Carretilla, es uno de los líderes del mercado español, líder en el espárrago blanco en conserva.

Todas ellas pertenecen al sector tres de bienes de consumo y dentro de éste, al subsector 3.1 de alimentación y bebidas. Aunque pertenecen a códigos CNAE de actividad económica diferentes. BDL y RIO pertenecen al Código CNAE: 1102 Elaboración de vinos, mientras que, a EBRO le corresponde el Código CNAE: 6420 Actividades de las sociedades holding y a VISC el Código CNAE: 1089 Elaboración otros productos alimenticios. En cuanto al tamaño las empresas EBRO y VISC son de mediana capitalización, mientras que BDL es de pequeña capitalización, RIO es de muy pequeña capitalización. La información económica financiera requerida para el análisis se obtuvo de las páginas web de las compañías, en la sección de información para los accionistas e inversores. Se extraen los balances de situación y las cuentas de pérdidas y ganancias de los ejercicios desde 2011 hasta 2014, ya consolidadas, porque son las que se refieren al grupo entero y no solo a la empresa cabecera. La información sobre número de acciones, capitalización, etcétera, se obtiene de la página web de Bolsas y mercados. La metodología que se utilizó en el análisis fundamental de las empresas introducidas en el estudio consistió en analizar la

información que se extrae del balance de situación y la cuenta de pérdidas y ganancias de cada una de las empresas y la comparación con el conjunto de empresas. Se calcularon los principales ratios financieros de cada empresa. Estos ratios financieros son magnitudes relativas extraídas de los estados financieros de dichas empresas que expresan la situación de las mismas en cuanto a liquidez, endeudamiento y rentabilidad:

**Ratio de solvencia:**  $\text{Ratio de solvencia} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$

La relación anterior se refiere al activo corriente, compuesto por efectivo disponible, realizable y existencias, y el exigible a corto plazo (deudas a corto plazo), e indica la solvencia de la empresa en cuanto a la capacidad de devolución de deudas a corto plazo. Su valor óptimo medio se establece en 2, de forma que la empresa tenga el doble de activo circulante que de deudas a corto plazo. Hemos de señalar que es un valor orientativo, puesto que, a mayor rotación de existencias, el valor óptimo de este ratio es menor.

**Ratio de tesorería:**

$\text{Ratio de tesorería} = \frac{\text{Activo corriente} - \text{Existencias}}{\text{Pasivo corriente}}$

Indica los bienes líquidos o cuasi líquidos de que dispone la empresa para atender a las deudas a corto plazo. Con este ratio se matiza el anterior ya que es posible que una empresa tenga un activo corriente muy elevado pero en forma de stocks y, por lo tanto, no tenga efectivo para atender los pagos. Su valor prudencial debe estar en torno a la unidad, si es menor, existe peligro de suspensión de pagos, ya que al llegar el vencimiento de éstos, no se podrán hacerlos efectivos.

**Ratio de fondo de maniobra sobre el activo:** indica la proporción del Fondo de maniobra sobre el Activo.

**Ratio de fondo de maniobra FM sobre el pasivo corriente PC:** indica si la empresa genera suficiente dinero para atender a las deudas a corto plazo. El valor adecuado de este ratio oscila entre 0.5 y 1.0.

**Ratio de endeudamiento:**

$\text{Ratio de endeudamiento} = \frac{\text{Deudas totales}}{\text{Activo}}$

En este caso se relacionan las deudas con el todo el

dinero invertido en la empresa, es decir, dice en qué medida se encuentra financiada la empresa con fondos ajenos también denominado coeficiente de endeudamiento. Cuanto menor sea el valor, menores serán sus obligaciones de pago, por lo que la empresa ofrecerá más garantía a sus acreedores. El valor óptimo de este ratio se encuentra entre 0.4 y 0.6.

**Ratio de autonomía:** Capitales propios frente a las deudas. El valor óptimo de este ratio oscila entre 0.7 y 1.5:

$\text{Ratio de autonomía} = \frac{\text{Capitales propios}}{\text{Pasivo}}$

**Ratio de garantía:**  $\text{Ratio de garantía} = \frac{\text{Activo}}{\text{Pasivo}}$

El ratio de Garantía, relaciona el Activo total de la empresa con el Exigible total. Se trata de saber de cuántos bienes dispone la empresa para atender a sus deudas, a corto y largo plazo. Cuanto mayor sea el valor de ésta, la empresa ofrecerá más garantía de devolución de préstamos a sus acreedores. Este ratio también recibe el nombre de distancia a la quiebra. A medida que se reduce este ratio y sobre todo cuando se acerca a 1, la quiebra se aproxima. Cuando es menor que 1 la empresa está en quiebra técnica.

**Ratio de calidad de la deuda:**

$\text{Ratio de la calidad de la deuda} = \frac{\text{Pasivo corriente}}{\text{Pasivo}}$

El ratio de calidad de la deuda relaciona el pasivo corriente con el Exigible total. Cuanto menor sea este ratio significa que la deuda es de mejor calidad.

**Ratio de apalancamiento financiero:**

Proporción de capital propio frente al capital total invertido en la empresa

$\text{Ratio de la calidad de la deuda} = \frac{\text{Pasivo corriente}}{\text{Pasivo}}$

**Costo medio del capital invertido en la empresa:**

Se obtiene como la proporción entre gastos financieros y dividendos de la empresa frente al activo.

$\text{Coste de la financiación} = \frac{\text{Gastos financieros} + \text{Dividendos repartidos}}{\text{Activo}}$

**Costo de la financiación ajena:**

$$\text{Coste de la financiación} = \frac{\text{Gastos financieros}}{\text{Pasivo}}$$

Se obtiene como la proporción entre gastos financieros de la empresa frente a las deudas totales o pasivo.

**Rentabilidad económica:**

La rentabilidad económica, es el beneficio de la explotación (antes de intereses e impuestos) en relación con el total del activo o total patrimonio neto y pasivo. Indica la eficiencia económica de la empresa.

$$\text{Rentabilidad económica} = \frac{\text{Beneficio antes de intereses e impuestos}}{\text{Activo}}$$

Cualquier entidad se financia parte con capital propio (capital y reservas), y parte con capitales ajenos (préstamos). En el ratio se trata de medir el nivel de beneficio que obtiene la empresa independientemente de quién sea el que aporte los capitales. Como anteriormente se exponía, siempre que la rentabilidad así obtenida sea superior al coste de los préstamos recibidos, será interesante concertar financiamiento a través de deudas, bien sea a corto o a largo plazo.

**Rentabilidad financiera:**

Es la relación entre el beneficio neto y los fondos propios. En este caso del beneficio de la explotación, ya se han deducido los gastos financieros y los impuestos. Por otra parte, en el denominador se toman sólo los fondos propios, dado que este beneficio neto sirve para remunerar sólo a la inversión que han realizado los accionistas de la empresa.

$$\text{Rentabilidad financiera} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Capital propio}}$$

También se calcularon los ratios bursátiles de: Valor contable por acción (VCA), Beneficio por acción (BPA), Cash flow por acción (CFA), Ventas por acción (VPA) y Dividendos por acción (DPA), rentabilidad por dividendo y pay out. Para la obtención del riesgo sistemático de las acciones se utilizó el método CAPM (Línea de mercado Sharpe), la información sobre las cotizaciones mensuales entre enero de 2000 hasta junio de 2015, de las empresas y el IBEX 35, se obtuvo de la página web de yahoo en la sección de finanzas. La rentabilidad de la

renta fija sin riesgo se estableció en 2.3% obtenida de los bonos a 10 años del tesoro público español para junio de 2015. Los métodos de valoración a emplear fueron: valor contable o patrimonial, que consiste en valorar las acciones a partir del valor del patrimonio contable, presumiblemente se estableció como el valor mínimo de las acciones, ya que, es un método estático que no considera la evolución futura de la empresa. El método de valoración por dividendos requiere que las empresas repartan dividendos. Se utiliza como tasa de descuento, la rentabilidad exigida por los accionistas que es la obtenida por la metodología CAPM o la Rentabilidad financiera en el caso de que la correlación con el mercado sea muy baja. El método de valoración basado en el descuento de flujos de caja determina el valor de la empresa por medio del descuento de flujos de caja libres estimados según los datos históricos. Este criterio encierra gran parte de subjetividad, ya que, se desconoce cuál será la evolución real de la empresa. La idea base, parte de la Teoría de la Inversión, según la cual el valor de cualquier activo financiero es igual a la suma de los valores actuales de los flujos de caja que promete generar. En este caso los flujos de caja de la empresa se actualizan al coste del capital de la empresa, que incluye los recursos propios y ajenos. Esto es así, en cuanto que los flujos de caja no incluyen los intereses o gastos financieros, y su resultado anual debe remunerar el costo de la deuda y la rentabilidad exigida por los accionistas o costo del capital propio. La ponderación se fija mediante la proporción que cada fuente representa en el total del financiamiento:

$K_s$ =coste del capital propio o rentabilidad mínima exigida por los accionistas;  $K_d$ =coste de los recursos ajenos después de impuestos;  $S$ =proporción del capital propio o acciones;  $D$ =proporción del capital ajeno o endeudamiento;  $K=K_s \times S + k_d \times D$

Se utilizó la Fórmula general:

$$V_0 = \frac{FC_{15}}{(1+k)} + \frac{FC_{16}}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_{19}}{(1+k)^n} + \frac{V_{20}}{(1+k)^n}$$

Donde  $FC_i$  son los flujos de caja libres estimados a partir del FC 2014 y  $V_{20}$  es el valor residual de la empresa en el año 2020.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El Cuadro 1, muestra los balances de situación resumidos en la cinco masas patrimoniales de las empresas

consideradas y su evolución durante 2011-2014, y se muestra: el activo no corriente (ANC), el activo corriente (AC), el patrimonio neto (PN), el pasivo no corriente (PNC) y el pasivo corriente (PC). Se trata de empresas de diferente dimensión, ya que EBRO está muy por encima del promedio en cuanto a nivel de activo, mientras que RIO tiene un activo muy inferior a la media.

Las empresas presentan balances equilibrados, ya que, todas obtienen un fondo de maniobra (AC-PC) que se

mantiene siempre positivo. Destaca el bajo nivel de endeudamiento y la buena liquidez en general, ya que los fondos propios representan, en promedio, siempre más del 59% del pasivo lo que parece indicar que todas están fuertemente capitalizadas, incluso algunas podrían tener un capital excesivo lo que puede representar un esfuerzo importante para los accionistas que no estuvieran obteniendo una rentabilidad adecuada. El Cuadro 2 muestra los principales ratios de liquidez y endeudamiento en el año 2014, indicando que el ratio de liquidez (AC/PC)

**Cuadro 1.** Balances de situación.

EBRO	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%
ANC	1.860.861	68,7	1.841.658	67,4	1.931.567	69,7	2.133.776	67,5
AC	849.747	31,3	890.154	32,6	841.113	30,3	1.028.292	32,5
Activo	2.710.608		2.731.812		2.772.680		3.162.068	
PN	1.588.460	58,6	1.693.237	62,0	1.728.263	62,3	1.873.805	59,3
PNC	576.667	21,3	482.294	17,7	512.031	18,5	572.044	18,1
PC	545.481	20,1	556.281	20,4	532.386	19,2	716.219	22,7
PN+Pasivo	2.710.608		2.731.812		2.772.680		3.162.068	
VISC	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%
ANC	351.831	50,5	373.261	48,0	411.963	52,1	413.178	47,1
AC	345.465	49,5	404.308	52,0	378.712	47,9	463.721	52,9
Activo	697.296		777.569		790.675		876.899	
PN	449.436	64,5	498.569	64,1	521.617	66,0	575.867	65,7
PNC	83.656	12,0	83.377	10,7	94.830	12,0	99.866	11,4
PC	164.204	23,5	195.623	25,2	174.228	22,0	201.166	22,9
PN+Pasivo	697.296		777.569		790.675		876.899	
BDL	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%
ANC	72502	25,4	183101	54,9	146276	39,6	179830	53,6
AC	212.597	74,6	150.509	45,1	223108	60,4	155.482	46,4
Activo	285099		333610		369384		335312	
PN	175.292	61,5	192.207	57,6	202010	54,7	205.487	61,3
PNC	5.982	2,1	16.334	4,9	14.686	4,0	15.997	4,8
PC	103.825	36,4	125.069	37,5	152.688	41,3	113.828	33,9
PN+Pasivo	285.099		333.610		369.384		335.312	
RIO	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%
ANC	12492	24,9	12210	24,2	12014	24,0	13009	25,3
AC	37.758	75,1	38.346	75,8	38.010	76,0	38.452	74,7
Activo	50250		50556		50024		51461	
PN	25329	50,4	25481	50,4	25.517	51,0	26.052	50,6
PNC	6.475	12,9	6.108	12,1	5.801	11,6	5.516	10,7
PC	18.446	36,7	18.967	37,5	18.706	37,4	19.893	38,7
PN+Pasivo	50.250		50.556		50024		51461	

**Cuadro 2.** Ratios de liquidez y endeudamiento en el año 2014.

	EBRO	VISC	BDL	RIO	Promedio
<b>Ratios de liquidez</b>					
Ratio de solvencia (AC/PC)	1,44	2,31	1,37	1,93	1,76
Ratio de Tesorería (AC-Existencias)/PC	0,84	1,30	0,55	0,59	0,82
Ratio de FM sobre el PC	0,44	1,31	0,37	0,93	0,76
Ratio de FM sobre el activo	0,10	0,30	0,12	0,36	0,22
<b>Ratios de endeudamiento</b>					
Apalancamiento financiero=PN/Activo	59,3%	65,7%	61,3%	50,6%	59,2%
Ratio de endeudamiento=Pasivo/Activo	40,7%	34,3%	38,7%	49,4%	40,8%
Ratio de autonomía=PN/Pasivo	1,5	1,9	1,6	1,0	1,5
Ratio de garantía (Activo/Pasivo)	2,5	2,9	2,6	2,0	2,5
Ratio de calidad de la deuda (PC/Pasivo)	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7
Coste medio del capital (GF+Div)/Activo	2,2%	9,4%	0,5%	2,8%	3,7%
Coste de capital ajeno (GF/Pasivo)	1,92%	1,58%	1,26%	3,38%	2,0%

de todas las empresas es mayor que uno, aunque el óptimo, que es de aproximadamente igual a 2, únicamente lo obtiene RIO, mientras que VISC presentó un valor excesivo. Los valores que presentan EBRO y BDL son ligeramente inferiores al valor recomendable (1.5), lo que quiere decir que, aun teniendo suficiente liquidez para hacer frente a sus deudas a corto plazo, son valores a vigilar. Considerando el ratio de tesorería, excepto Viscofan, en las demás es inferior a 1 (acid test), que indica tensiones de liquidez aunque todas parecen estar lejos de la suspensión de pagos.

Los ratios de FM/PC, en promedio presentaron buen nivel (entre 0.5 y 1) aunque EBRO y sobretodo BDL estarían un poco por debajo del valor recomendable mientras que la que mejor ratio presentó fue VISC. Si se atiende al Ratio FM/activo también se observa que EBRO y BDL son inferiores a la media. Del mismo modo, el ratio de endeudamiento (Pasivo/Activo) fue 40.8% lo que muestra que las empresas están poco endeudadas. En cuanto a los ratios de autonomía y garantía de

la deuda muestran que no tendrán problemas para hacer frente a los acreedores. Aunque dentro de los valores recomendables, la empresa que peor indicador muestra en cuanto a ratios de autonomía y garantía es RIO lo que también se refleja en el mayor coste de la deuda. El costo medio del financiamiento en promedio fue de 3.7%, mientras que Viscofan fue la empresa que mejor está remunerando el capital de los socios con un costo medio ponderado de 9.4%. Los ratios de rentabilidad mostraron (Cuadro 3) que la empresa que mayor rentabilidad económica (ROE) presentó es VISC, mientras que RIO es inferior al valor promedio. Aunque la empresa que mejor rentabilidad financiera (RF) obtuvo fue VISC, no es la que mejor relación respecto a su ROE.

**Cuadro 3.** Ratios de rentabilidad.

	EBRO	VISC	BDL	RIO	Promedio
ROE	6,9%	15,5%	6,1%	3,6%	8,0%
RF	8,0%	18,5%	13,5%	3,4%	10,8%
Dividendos por acción (DPA)	0,30	1,67	0,00	0,11	0,52
Rentabilidad Div	2,16%	3,79%	0%	2,61%	2,1%
Pay out=b=D/BPA	30,6%	73,1%	0,0%	66,8%	42,6%
g=ROE (1-b)	4,77%	4,18%	6,14%	1,20%	4,1%

La compañía que más DPA ofreció fue VISC que está retribuyendo con 1,66€/acción. La rentabilidad por dividendo o yield, tiene un gran significado por si misma, ya que refleja el rendimiento que recibe el accionista en forma de dinero pagado a partir del beneficio obtenido por la empresa. Si comparamos la rentabilidad por dividendos de estas empresas, que en promedio fue 2.1%, (Exceptuando BDL que no da dividendos), con la obtenida en la renta fija sin riesgo que en la actualidad es de 2.3% para bonos del estado a 10 años, en general es buena. La empresa que mayor rentabilidad por dividendos ofreció fue VISC con 3.79%.

### Ratios por acción

Es interesante ver la evolución del ratio de BPA, en general crecen aunque con algunas excepciones. Los valores desde 2011 hasta 2014 se extraen a partir de los estados financieros de las empresas, mientras que los de 2015 y 2016 se obtuvieron a partir de estimaciones propias o páginas de información financiera. En el Cuadro 4 se muestra la evolución del BPA desde 2011 hasta 2016, el CFA, el DPA y VCA expresado como RRPP/acción de 2014.

El VCA muestra que RIO es la que menos PN tiene por acción y VISC la que más. La compañía que mayor BPA obtuvo en 2014 fue BDL (6,09 €/acción) que muestra una evolu-

ción positiva desde 2011, aunque las previsiones de futuro no mantienen el crecimiento anterior. La que menos BPA obtuvo en 2014 fue RIO (0,16 €/acción). Al observar el CFA (descuenta el efecto de las amortizaciones), BDL es la que obtiene mayor CFA y RIO la que menos. En el caso de EBRO y VISC la previsión es que aumenten ligeramente los BPA en los próximos años.

### PER y el Earnings year (1/PER) de 2014, 2015 y estimados para 2016

El PER o precio pagado por unidad de beneficio (Cuadro 5) muestra que, en una situación de estancamiento futura de los beneficios, la empresa más barata en 2014 sería BDL mientras que la más cara es RIO. Para todas las empresas se observa un aumento del PER para el año 2015, la disminución del PER para el año 2016 es debido a que se estima que aumenten los BPA de todas las empresas excepto para BDL, ya que se calculan con el precio de 2015. En cuanto al precio por Cash flow la empresa más barata sería Barón de Ley mientras que la más cara Viscofan

La rentabilidad obtenida como la inversa del PER en promedio fue del 4.8% para 2015, BARON obtendría un 6% mientras que RIO un 2.97%. El ratio Precio/Ventas indica cuantas veces incluye el precio de la acción las ventas, la empresa cuyas ventas más influencia tienen en el precio es BDL.

### Riesgo sistemático

Para calcular el riesgo sistemático, se aplicó el método de regresión por mínimos cuadrados donde la variable dependiente es la rentabilidad anual de las acciones y la independiente la rentabilidad del IBEX 35. La pendiente de la ecuación li-

**Cuadro 4.** Ratios por acción.

	EBRO	VISC	BDL	RIO	Promedio
BPA 2011	0,99	2,17	1,96	0,13	1,31
BPA 2012	1,03	2,23	3,64	0,14	1,76
BPA 2013	0,87	2,18	3,68	0,15	1,72
BPA 2014	0,97	2,28	6,09	0,16	2,38
BPA 2015	1,01	2,64	5,48	0,12	2,31
BPA 2016	1,12	2,78	5,48	0,18	2,39
CFA 2014	1,33	3,34	8,24	0,35	3,31
VCA	1,13	3,57	1,66	0,84	1,80
P 2014	13,71	44,07	75,00	4,07	
P 2015	17,90	58,07	91,10	4,04	

**Cuadro 5.** PER y el earnings year de 2014, 2015 y estimados para 2016.

	EBRO	VISC	BDL	RIO	Promedio
Precio cash flow	10,34	13,20	9,10	12,18	11,20
P 2014	13,71	44,07	75,00	4,07	
P 2015	17,90	58,07	91,10	4,04	
PER 2014	14,2	19,291	12,32	25,6	17,86
PER 2015	17,7	21,996	16,62	33,7	22,50
PER 2016	16,0	20,881	16,62	22,4	18,99
Earnings year 2014	7,03%	2,19%	8,12%	3,90%	5,3%
Earnings year 2015	5,64%	4,55%	6,02%	2,97%	4,8%
Ratio Precio /ventas	0,99	2,99	3,92	1,37	2,32

neal encontrada es el riesgo sistemático Beta. Todas las empresas han obtenido una beta o riesgo sistemático bajo (inferior a 1) lo que les da un carácter defensivo, y una baja correlación, sobretodo en el caso de VISC, cuya R<sup>2</sup> es del 0.12. El Cuadro 6 muestra los valores de beta, alfa y R<sup>2</sup> obtenidos en la ecuación lineal, la rentabilidad exigida por los inversores según el método CAPM, la rentabilidad promedio anual de los años 2012-2014 junto con su riesgo específico y sistemático y rentabilidad financiera.

Al comparar la rentabilidad financiera obtenida por las empresas con la esperada según el método CAPM, VISC y BDL estarían obteniendo una rentabilidad mayor de la esperada mientras que EBRO y sobre todo RIO obtendrían rentabilidades inferiores a las esperadas por el riesgo asumido por los inversores. La mayor rentabilidad media anual de las acciones entre los años 2012-2014 la alcanzó BDL con 30%, casi el doble de la que obtuvo el IBEX 35 en ese mismo periodo (16.35%) y muy por encima de la esperada 11. 28% según su riesgo sistemático, mientras que RIO únicamente tuvo rentabilidad de 1.9% bastante por debajo de la renta fija para ese mismo periodo. EBRO obtuvo 6% y VISC más o menos la misma que el IBEX 35. Aunque todas tienen un riesgo específico similar entre ellas y al del IBEX 35 (0.12) el menor riesgo específico también fue para BDL, mientras que los mayores fueron para VISC y RIO. Desde este punto, BDL sería un valor a mantener en cartera mientras que no conviene RIO por su baja rentabilidad y alto riesgo. En

**Cuadro 6.** Riesgo sistemático, rentabilidad exigida, rentabilidad anual en promedio de las acciones desde 2012 a 2014 y su desviación típica.

Concepto	EBRO	VISC	BDL	RIO
Beta (Riesgo sistemático)	0,5895	0,3467	0,6388	0,6991
alfa	0,0118	0,2337	0,0808	-0,086
R <sup>2</sup>	43,9%	12,1%	38,3%	42,0%
rm (2012-2014)	16,35%	16,35%	16,35%	16,35%
Rf (renta fija)	2,30%	2,30%	2,30%	2,30%
Ri=rf+ b(rm-rf)	<b>10,58%</b>	7,17%	<b>11,28%</b>	<b>12,12%</b>
Rentabilidad de las acciones 2012-2014	6,06%	16,2%	30,0%	1,90%
Riesgo específico (desv típica)	0,120	0,159	0,121	0,158
Rentabilidad financiera	<b>8,65%</b>	<b>18,49%</b>	<b>13,46%</b>	<b>3,40%</b>

Nota: la beta de RIO se calcula para 2011-2015 porque faltan cotizaciones.

cuanto al riesgo sistemático que se ha calculado con rentabilidades anuales desde enero, 2005 a junio, 2014, se observa una baja correlación con el IBEX 35 por lo que la rentabilidad esperada por los accionistas según el método CAPM, se toma con precaución y no se utiliza en el caso de VISC (correlación de 12%) que se sustituye por la rentabilidad financiera. Todos los valores tienen una beta inferior a 1 por lo que se consideran defensivos bastante independientes de los movimientos del mercado en general.

### Estimación del valor de las acciones

La estimación del valor intrínseco de las acciones se ha realizado mediante el descuento de flujos de caja libres. Como tasa de descuento se utiliza el costo medio ponderado de capital en la que, la rentabilidad de los fondos propios, es la rentabilidad obtenida por el método CAPM, excepto para VISC que se utiliza la rentabilidad financiera del año 2014 debido a la baja correlación con el IBEX 35. El Cuadro 7 muestra los datos que se han utilizado para la valoración por descuento de flujos de caja libres. Para estimar las inversiones

**Cuadro 7.** Flujo de caja libre estimado para 2015, costo de recursos ajenos después de impuestos, tasa de crecimiento ROE (1-pay out).

	EBRO	VISC	BDL	RIO
Flujo de caja libre 2015	71.213	109.288	5.325	2.452
Kd después de impuestos	1,85%	1,29%	1,37%	2,14%
Coste medio ponderado de capital	7,02%	12,37%	7,44%	6,57%
g	4,77%	7,43%	6,14%	1,20%
Valor de la empresa (descuento FC)	3.164.304	2.211.821	407.624	11.613

**Cuadro 8.** Valor contable, valor intrínseco por descuento de flujos de caja y Valor a partir de los dividendos

	EBRO	VISC	BDL	RIO
Cotización 2015 (junio)	<b>17,85</b>	<b>55,88</b>	<b>87,45</b>	<b>4,23</b>
Valor contable	12,18	12,36	45,21	4,84
Valor de las acciones (descuento FC)	<b>20,6</b>	<b>47,5</b>	<b>89,7</b>	<b>2,2</b>
Valoración por dividendos RF	10,57	36,3		4,44

futuras en ANC y AC se han considerado las inversiones pasadas, de manera que si éstas han sido constantes se mantienen, y cuando han sido muy altas en el último año se reducen para los años sucesivos.

Atendiendo al valor contable se observa que todas cotizan por encima de dicho valor excepto RIO que cotiza a 4.23 mientras que su valor contable es de 4.84 y la valoración por dividendos es de 4.44 €/acción. EBRO y BDL han obtenido un valor intrínseco por encima de su cotización actual mientras que VISC cotiza por encima de su valor.

## CONCLUSIONES

El análisis de los estados financieros mostró que las empresas presentan una situación económica financiera saneada, con suficiente liquidez, bajo endeudamiento y buena calidad de la deuda. Si bien, RIO y BDL podrían sufrir pequeñas tensiones de liquidez a corto plazo indicado por el acid test. La rentabilidad económica es, en todas ellas positiva, para todos los ejercicios consultados y la que mejor rentabilidad financiera obtiene respecto a la económica es BDL. En el caso de VISC se podría plantear una reestructuración del capital aumentando el endeudamiento para obtener una mayor rentabilidad financiera y disminuir su costo medio ponderado de financiamiento. RIO obtiene una RF inferior a la ROE debido a su alto costo de recursos ajenos. La mejor rentabilidad por dividendos la presentó VISC con 3.79% mientras que EBRO y RIO tienen rentabilidades del 2.16% y 2.61%, respectivamente, y BDL no reparte dividendos. En el caso de RIO debería replantearse su política de dividendos, ya que, suponen un alto porcentaje del BPA.

Estas rentabilidades por dividendos están a la par con la renta fija de los bonos a 10 años (2.3% en el mes de junio de 2015). Por el comportamiento de las acciones durante los dos últimos años (2012-2014) señala a BDL como el que mayor rentabilidad ha obtenido, cercano a 30%. VISC obtuvo una rentabilidad cercana a la del mercado (16%) mientras que EBRO, únicamente 6%, y RIO 1.9%. El riesgo específico es similar en todas ellas y también similar al del mercado en su conjunto (0.12-0.15). Con estos datos las acciones a mantener en cartera serían BDL y VISC. El riesgo sistemático muestra que se trata de valores defensivos todas ellas con betas inferiores a 1 y baja correlación con el IBEX 35. Si se calcula la rentabilidad esperada por el mercado según la metodología CAPM; VISC y sobretodo BDL superan las expectativas mientras que EBRO quedaría por debajo y RIO obtiene una rentabilidad muy inferior a la esperada por su nivel de riesgo. Por fundamentales, la que mayor BPA y CFA presenta es BDL. El PER muestra que la empresa más cara es RIO entorno al 25 mientras que el resto de empresas están 12 y 16. Las perspectivas de crecimiento del

BPA son positivas para todas las empresas. El VCA mayor lo presenta VISC lo que también es señal de su bajo endeudamiento. Según el método de descuento de flujos de caja libres EBRO y BDL cotizan por debajo de su valor intrínseco mientras que VISC cotiza por encima del valor estimado y RIO cotiza muy por encima de su valor intrínseco que se ha estimado en 2.2 €/acción. Sin embargo, si se aplica el método de valoración por dividendos se obtiene un valor intrínseco para RIO de 4,44 €/acción, y un valor contable de 4,8 €/acción, ambos se encuentran por encima de su cotización actual.

### LITERATURA CITADA

- Amat O. 2011. Análisis de los estados financieros. Gestión 2000
- Hua Z., Wang Y., Xu X., Zhang B., Liang L. 2007. Predicting corporate financial distress based on integration of support vector machine and logistic regression. *Expert systems with Applications*. 33(2), 434-440.
- Ohlson J.A. 1980. Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18 (1), 109-131.
- JangHyung L. 2014. A Study on Usefulness of EPS Information. *Journal of CEO and Management Studies*, 17 (1): 27-40.



# LA VALORACIÓN ECONOMICA EN GANADERÍA

## ECONOMIC VALUATION IN LIVESTOCK PRODUCTION

**Pérez-Salas Segrera, J.L.; Fenollosa Ribera, M.L.; Guaita-Pradas, I.**

Centro de Investigación en Ingeniería Económica de la Universitat Politècnica de València, España.

**Autor de correspondencia:** maferi0@esp.upv.es

### RESUMEN

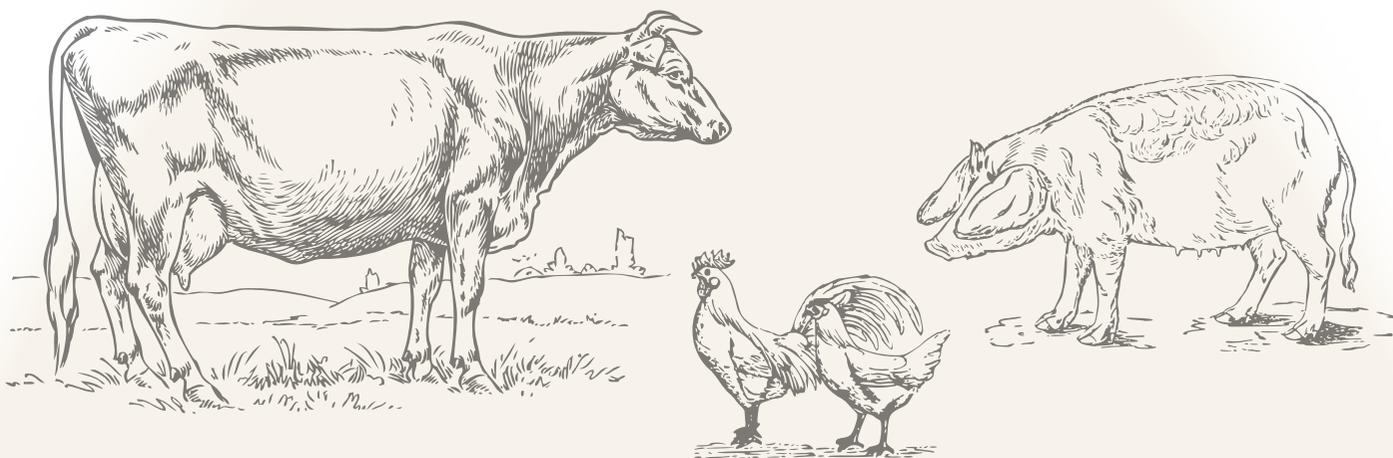
Las empresas ganaderas representan un peso importante en la economía de muchos países, y por ello, son necesarias herramientas que ayuden a los ganaderos en la toma de decisiones para determinar de forma rápida y real el valor de sus activos, tales como los animales vivos. El problema es que no existen tales herramientas para la valoración, por ello, el este estudio, se pretende dar una visión de la situación actual de la valoración del ganado, mostrando modelos teóricos de valoración unitaria para algunas especies en función de la contribución de los beneficios futuros que genere.

**Palabras clave:** Ganadería, gestión empresa ganadera, VAN.

### ABSTRACT

Livestock production companies represent an important weight in the economy of many countries and, therefore, tools are necessary which help livestock producers in making decisions to determine the value of their assets, such as livestock, in a quick and accurate manner. The problem is that there are no such tools for the valuation; therefore, in this study, we attempt to present a view of the current situation of livestock valuation, showing theoretical models of unitary valuation for some species in function of the contribution of the future benefits that it generates.

**Keywords:** livestock production, livestock company management, VAN.



**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 41-47.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

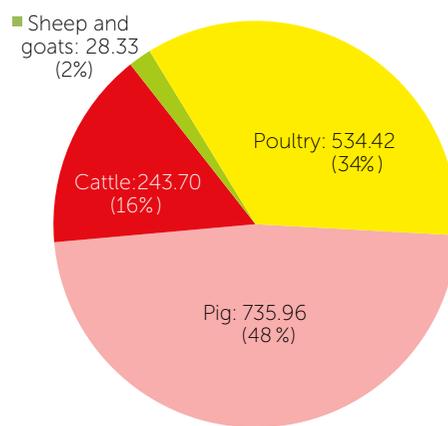
**En términos** de aportación al PIB, España, como otros países, ha sido un país eminentemente agrícola hasta mediados del siglo XX, llegando a ocupar más del 60% de la población activa. El sector agropecuario goza en España de gran tradición y saber hacer, de forma que en todas sus regiones continúa existiendo actividad económica ligada al sector agrícola, que además, ha experimentado el progreso y la innovación tecnológica. Este hecho no es aislado, pese al estancamiento a partir del año 2013, el Sector Agropecuario en América Latina también representa una parte importante de la producción total. Como ejemplo en México donde el sector agropecuario representa más de 30% de la producción total, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Mexicano. La producción del sector pecuario en España aporta alrededor del 40% de la Producción Final Agraria y se ha mantenido prácticamente inalterado desde los años sesenta. En los efectivos de bovino ha habido un notable proceso de reestructuración interna, según datos del MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Resultados e informes de ganadería, Año 2014), con disminución de la orientación láctea (1.260 millones de vacas en 106.100 explotaciones) y fuerte expansión de los censos de vacas de aptitud cárnica (1.629 millones de vacas en 99.500 explotaciones). El censo total de ovinos ha experimentado un notable crecimiento, hasta los 23 a 24 millones de cabezas y 80.000 explotaciones (ovino lechero y cárnico). Los efectivos totales de porcino se han multiplicado, alcanzando los 22 a 23 millones de cabezas y 285.200 explotaciones. Las producciones de huevos (37 millones de cabezas, 768 millones de docenas de huevos) y aves de carne (564 millones de cabezas) se han expandido fuertemente. Según el Eurobarómetro Qualitative Studies Well-Being (2013), la alimentación en Europa está basada en gran parte en el consumo de carne animal proveniente de granjas. En la Figura 1 se muestra la producción de carne de los distintos tipos de ganado en Europa, y es de destacar la producción de carne de cerdo (50% del total), seguida de la carne de pollo (34%), la carne de vacuno representa un tercio de la porcina y finalmente, y con

carácter residual la carne de oveja y cabra, sin llegar al 2% de la producción.

En España la importancia del sector cárnico se refleja bien en el consumo de carnes y elaborados. Es el más importante de la cesta de la compra de los españoles ya que, de los 67,634 millones de euros que alcanzó el gasto alimentario en el hogar en España en 2012 según los datos del Instituto Nacional de Estadística, 22,7% correspondió a carnes y derivados, muy por encima de los otros productos que conforman la cesta de la compra del consumidor español, como son los productos de la pesca (13.1%), lácteos y sus derivados (12.2%) o frutas y hortalizas frescas y transformadas (16.9%). La influencia de estas cuestiones merece un análisis pormenorizado, así lo muestran varios estudios entre los que destacan el Agricultural Resource Management Study (2013) realizado por United States Department of Agriculture. En sus resultados se pueden encontrar los factores que afectan al funcionamiento de las granjas ganaderas, como son: el riesgo de producción, el de variación de los precios, efecto de nuevas tecnologías, legislación relevante o

preferencias de los consumidores. Todo ello obliga a que las empresas ganaderas demanden herramientas para conocer de forma rápida y real el valor de sus activos, para una mejor gestión y eficacia. Entre los factores de producción claves en las empresas ganaderas esta la reproducción de animales, su cría y recría, la obtención del valor añadido de sus activos, animales vivos, y la puesta en valor de éstos; entraña dificultades añadidas que merecen un análisis detallado. Para la gestión empresarial es decisiva la valoración económica del sistema productivo: el crecimiento, engorde, y la reproducción.

Aunque la valoración de animales vivos se viene realizando habitualmente en el sector desde que se comercia en los mercados, existen pocos métodos de valoración de animales de granja contrastados que se puedan aplicar. En el caso de la ganadería cárnica o ganadería de "crianza", la valoración económica se realiza con fines de cálculos de indemnizaciones o estudios de la evolución empresarial con estimaciones de productividad o costos medios y marginales. Así, el objetivo de este trabajo fue mostrar la necesidad y la escasez de herramientas para la gestión de empresas ganaderas, con-



**Figura 1.** Producción media de carne de países europeos en 2013 (1000 t). Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat (2013).

cretamente en lo referente a la valoración de animales vivos. En el estudio también se refieren, según el análisis bibliográfico, modelos teóricos de valoración unitaria del ganado según edad, y en función de la contribución a los beneficios futuros que genere.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión de literatura que incluyó artículos científicos, artículos de difusión e información publicada por instituciones públicas. De esta forma se observa la situación actual sobre el conocimiento de la valoración del ganado. En segundo lugar, el modelo teórico para determinar el valor de un animal de ganado en un momento determinado de su vida productiva se basó en la estimación de los beneficios futuros que puede generar el ganado, como se muestra en la Ecuación (1)

$$V_i = \int_i^N B_t e^{rt} dt \quad (1)$$

Siendo  $V_i$  el valor del animal en el instante  $i$ ;  $B_t$  los beneficios generados por el animal en el instante  $t$ ;  $N$  la vida útil del animal y  $r$  la tasa instantánea de actualización.

Teniendo en cuenta las pautas del proceso productivo animal, la Ecuación (1) se reescribe en periodos discretos de cómputo de beneficios como (Ecuación (2):

$$V_i = \sum_{j=i+1}^N \frac{B_j}{(1+r)^{j-i}} \quad (2)$$

Los beneficios se obtienen como la diferencia entre ingresos y gastos:

$$B_t = I_t - G_t \quad (3)$$

Sobre la base de la estimación futura de beneficios de la Ecuación (3), se han definido modelos de valoración de ganado para las especies de porcino, vacuno, conejos y gallinas ponedoras.

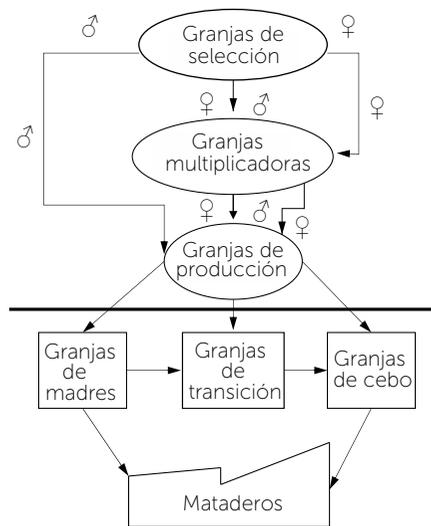
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista de la empresa ganadera, su actividad en general está influenciada por aspectos legales y sanitarios determinantes en el proceso productivo. Siendo la más relevante en España la normativa europea referida a la seguridad alimentaria, bienestar animal, y trazabilidad del ganado. Es por ello que existe

una amplia bibliografía relacionada con la alimentación y en diferentes países productores: Colombia (Cardona *et al.*, 2002), Francia (Noblet *et al.*, 2007), México (Domínguez-Viveros *et al.*, 2013). Encontramos estudios sobre factores que afectan al funcionamiento de las granjas ganaderas, tales como: el riesgo de producción, el riesgo de variación de los precios, efecto de nuevas tecnologías, legislación relevante o preferencias de los consumidores (Kuethe y Morehart, 2012). La mortalidad del ganado es otro aspecto importante en el sector, ya que afecta a la gestión de la empresa agropecuaria. Muchos son los análisis realizados al respecto, tanto de la mortalidad de las crías (Chagnon *et al.*, 1991), como del riesgo de mortalidad de las madres antes del destete (Koketsu *et al.*, 2006; Sasaki y Koketsu, 2008), o los factores que afectan a la longevidad de los animales (Engblom *et al.*, 2008). Por otro lado considerando que las granjas son empresas, se deben mencionar trabajos que hacen referencia a Estudio de Costos (Región I.T.H.O., 1995; Fowler, 2008 y 2009; Rouco y Muños, 2006; Haxsen, 2008), o que hacen referencia al análisis de inversiones de las explotaciones (Rouco y Muños, 2006; Bohling *et al.*, 2012) y riesgo (Scott, 2013), así como estudios sobre la fluctuación de los precios (Rouco y Muños, 2006). La trascendencia de la valoración económica de los animales contrasta con la falta de modelos de valoración que ayuden a los agentes del mercado, a gestores de granjas e incluso a compañías aseguradoras, a conocer el valor del ganado para mejorar la gestión empresarial e incrementar la eficiencia en la toma de decisiones. En general el ganado en los tratados clásicos de valoración agraria se valora a través del costo de producción contable (suma de gastos necesarios para obtener un animal con una edad que le capacita para producir dentro de la empresa agraria), o el valor de venta económico. Es Salazar (1950) quien distingue entre valor real del ganado y valor o precio de mercado; así, se establece una metodología para la valoración del ganado vacuno lechero (Rodríguez, 1979). Y más adelante Pizarro *et al.* (1986) describe el valor de mercado en ganadería, el criterio de coste de producción y valor de capitalización, como métodos de valoración utilizados en ganadería. Por último, Alonso (1995) considera que debe valorarse el ganado por valor de mercado. Los seguros pecuarios llevan a cabo la valoración de los animales, aplicando un coeficiente para determinar el valor límite a efectos de la indemnización en el momento del siniestro (orden AAA/2521/2013 BOE 13 enero 2014). Sobre la base del modelo teórico planteado en la Ecuación (2), determi-

nando los ingresos y los costos del animal, se detallan estudios para valorar diferentes tipos de ganadería: ganado porcino, vacuno de leche, conejos y aves de puesta. La ganadería porcina presenta una actividad productiva que puede dividirse en cuatro modalidades diferenciadas. La primera de ciclo cerrado donde se parte de reproductores y sus ingresos principales proceden de la venta de lechones de 18 kg de peso vivo y de la venta de cerdos de engorde (90 kg). La segunda la actividad de engorde que parte de lechones de 18 kg de peso en vivo y su ingreso principal procede de la venta de cerdos de engorde (90 kg). En tercer lugar, la de madres, donde se parte de reproductoras y su ingreso principal procede de la venta de lechones (18 kg), y por último la de multiplicación, donde se parte de reproductores (abuelos-abuelas) y su ingreso principal procede de la venta de reproductoras. En consecuencia, en la valoración de ganado porcino se distingue como productos: lechones de 18 kg, cerdos cebados de 90 kg, hembras reproductoras de 90-110 kg, y verracos (machos) de 90-150 kg; y en menor medida la de hembra reproductoras de selección de 90-110 kg y verracos de selección de 90-150 kg (Figura 2).

Pérez-Salas y Segura (2005) desarrollan un modelo aplicable a reproductores de granjas de producción y de granjas de multiplicación. La valoración de lechones y cerdos de engorde resulta de la aplicación del precio de mercado, con disminución de los costos no realizados, cuando la valoración se realice en animales con pesos inferiores a los correspondientes a los de mercado, 18 kg y 90 kg para lechón y cerdo cebado respectivamente. Para



**Figura 2.** Esquema de organización productiva porcina. Fuente: Pérez-Salas y Segura (2005).

que se diferencian en costos generales, de inseminación, reposición y de alimentación; para los de cerda madre-verraco, y costos hasta el destete, destete hasta 50 kg peso vivo y de 50 kg peso vivo hasta 90 kg peso vivo para los de descendencia. A partir de aquí la valoración de una cerda reproductora (VCR) se contempló en la Ecuación (4).

$$VCR_k^\beta = \beta * \left( \frac{l_{C,K} - C_{C,K}}{(1+r)} \right) + \sum_{i=k+1}^5 \left( \frac{(l_{C,i} - C_{C,i})}{(1+r)^{i-k+1}} \right) \tag{4}$$

Siendo la  $r$  la tasa de actualización de período;  $K$  el n° de parto;  $\beta$  el número de días del ciclo transcurridos desde su inicio/número total de días del ciclo,  $l_{C,i}$  los ingresos por cerda reproductora en el año  $i$  (ingreso venta lechones, ingreso venta cerdos cebados, ingreso venta cerda como animal de desecho y venta de purines);  $C_{C,i}$  los costos de la cerda en el año  $i$  (costos alimentación de lechones, de alimentación a cerdos de engorde y alimentación de cerdas).

En caso complementario a la valoración de cerdas reproductoras sería la valoración de los verracos los autores consideran medir la vida productiva en años, puesto que el verraco será utilizado para inseminación. En este caso solo hay tres clases de productos susceptibles de producir ingresos, por la venta de dosis de semen, por la venta del propio verraco como animal de desecho y por la venta del purín. Los costos como en el modelos anteriores se establecen en función de los costos en alimentación del propio verraco. Así, el modelo de valoración de verracos se muestra en la Ecuación (5). Valoración de un verraco de producción considerando un periodo de cuatro años (VV):

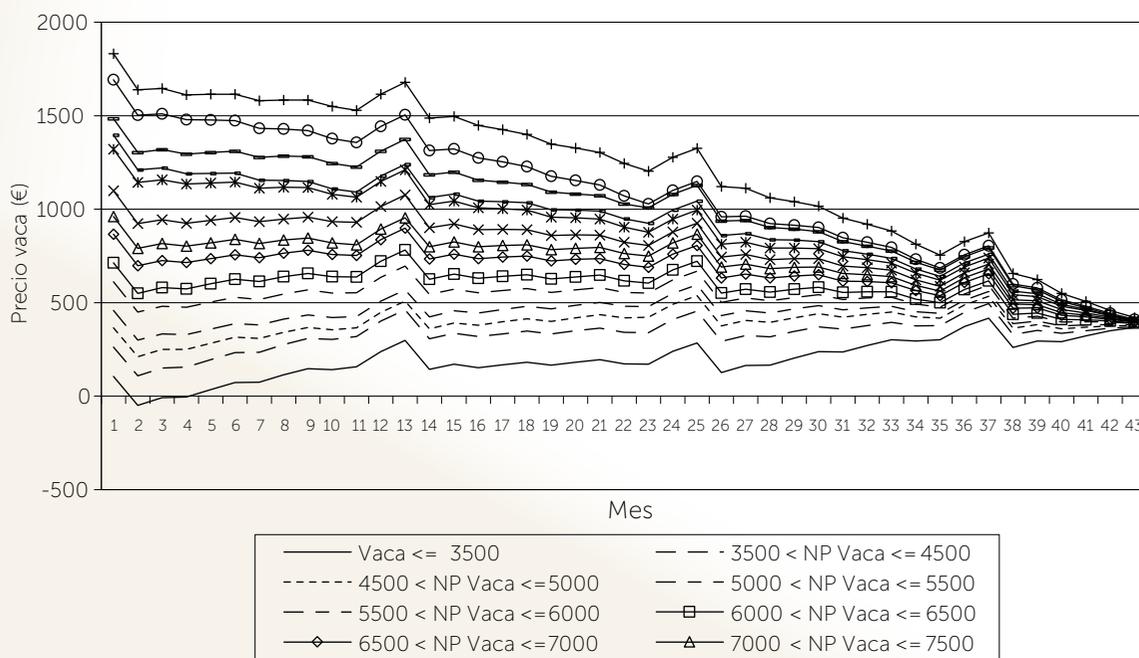
$$VV_k^\beta = \beta \left( \frac{l_{V,k} - C_{V,k}}{(1+r)} \right) + \sum_{i=k+1}^2 \frac{l_{V,i} - C_{V,i}}{(1+r)^{i-k+1}} \tag{5}$$

Siendo  $r$  la tasa de actualización de período;  $\beta$  el número de días del ciclo transcurridos desde su inicio/ número total de días del ciclo;  $I_{v,i}$  los ingresos por verraco en el año  $i$  (ingreso verraco como reproductor, ingreso verraco desecho e ingreso verraco purín);  $C_{v,i}$  los Costes del verraco en el año  $i$ .

En el caso del ganado vacuno, con gran relevancia económica en muchas regiones, Segura y Pérez-Salas (2005) basan el modelo de valoración de ganado vacuno en la actualización del cómputo de beneficios. El objeto de estos modelos es establecer relaciones funcionales del valor económico del activo ganadero y la edad del animal en base a su potencial productivo hasta completar su vida útil, ya que el valor económico de este tipo de animales está fuera de los estándares de los mercados de abastos. Entre los ingresos más importantes se considera la venta de leche e ingreso por carne, otros ingresos relacionados con las sub-

venciones (prima láctea y/o sacrificio, así los posibles ingresos por transferencias de cuotas). Los costos están determinados por el tamaño de la empresa y de la tecnología. En los costes fijos se consideran amortizaciones, mano de obra, servicios técnicos exteriores, reparaciones, seguros, impuestos bienes inmuebles, costos financieros, inseminación, etcétera. Los costos variables más importantes son los de alimentación, suministros, gas-oil, sanidad. En la Figura 3 se presentan las curvas valor-edad que pueden utilizarse como ábacos a partir de los cuales pueden predecirse valoraciones inmediatas de vacuno de leche, y ello dependiendo del nivel de producción (NP).

En la crianza de conejos se pueden encontrar diferentes clases de animales: machos, hembras reproductoras, gazapos o conejos de lactación, conejos de engorde y hembras para la reposición. Por lo tanto, la actividad productora en la crianza del conejo puede tener dos objetivos: la producción de carne de conejo y la producción de reproductores o selección. El modelo propuesto es para la producción de carne de conejo, actividad que depende de la coneja reproductora, sobre la que recae la gestión empresarial por lo que el modelo de valoración se basa en la reproductora. La valoración de una coneja reproductora depende del ciclo reproductivo. El ciclo viene determinado por el propio cunicultor, y se han encontrado ciclos desde cinco partos anuales a 10. El proceso productivo parte con la cubrición de la reproductora a los 14 días del parto, y el ciclo se completa a los 45, lo que permite obtener ocho partos al año. Los ingresos de una coneja en el parto  $i$  ( $I_{c,i}$ ), dependen de la venta de carne y de estiércol que han generado. El cálculo de los ingresos también depende de la mortalidad de los animales por parto: de los gazapos de lactación ( $mort_{1,i}$ ); de los conejos de engorde ( $mort_{2,i}$ ), y de las conejas reproductoras ( $mort_{3,i}$ ), tal como muestra la Ecuación 6.



**Figura 3.** Evolución de los valores de vaca lechera multipara, según la vida productiva, y niveles de producción. Fuente: Segura y Pérez-Salas (2005).

$$I_{c,i} = (1 - mort_{1,i}) \times (1 - mort_{2,i}) \times NG_i \times PMCE \times PC + (1 - mort_{3,i}) \times PMCR \times PMCRD + \beta \times PMCR \times 20 \times PEC \quad (6)$$

Siendo  $NG_i$  el número medio de gazapos vivos, en el parto  $i$ ;  $PMCE$  el peso medio conejo engorde. (kg/ud.);  $PC$  el precio medio kg de carne conejo. (€/kg.);  $\beta$  el número de días parto/número de días en el año;  $PMCR$  el peso medio coneja reproductora de desecho. (kg/ud.);  $PMCRD$  el precio medio kg de carne coneja reproductora desecho. (€/kg);  $PEC$  el precio medio kg de estiércol de conejo. (€/kg).

Los costos se determinan en función de la alimentación, y los costos totales de una coneja en cada parto  $i$  ( $C_{c,i}$ ), se pueden cuantificar como (Ecuaciones 7 y 8):

$$C_{c,i} = \alpha \left( \frac{CA_i}{L + CR + CRM} \right) = \quad (7)$$

$$C_{c,i} = \alpha \times \frac{(1 - mort_{1,i}) \times (1 - mort_{2,i}) NG_i \times PCE \times PPCE + (1 - mort_{3,i}) \times PC_i \times PPR \times PEC}{L + CR + CRM} \quad (8)$$

Siendo  $\alpha$  el factor tamaño explotación;  $CA_i$ =costo medio alimentación por parto  $i$  y coneja. (€/parto-coneja);  $L$  el porcentaje costes alimentación respecto al total (excluido el costo de coneja reposición y costo de repercusión macho, por parto). (%);  $CR$  el coste coneja reposición por parto. (€/parto);  $CRM$  el costo de repercusión macho por parto. (€/parto);  $CE$  el kg de pienso conejo engorde. (kg/conejo);  $PPCE$  el precio kg de pienso conejo engorde. (€/kg);  $PC_i$  el kg de pienso por coneja reproductora, en el parto  $i$ . (kg/parto-coneja);  $PPR$  el precio kg de pienso reproductora. (€/kg). Finalmente con la ecuación 9 se obtiene el valor de una coneja reproductora con un ciclo de ocho partos anuales ( $VCR$ ):

$$VCR_i^\beta = \beta \left( \frac{1 - C_{c,k}}{(1+r)} \right) + \sum_{i=k+1}^8 \frac{I_{c,i} - C_{c,i}}{(1+r)^{i-k+1}} \quad (9)$$

Siendo  $r$  la tasa de actualización de período;  $K$  el n° de parto;  $\beta$  el número de días del ciclo transcurridos desde su inicio/número total de días del ciclo.

## CONCLUSIONES

**Existe** gran tradición en la producción y consumo de la carne en Europa y a nivel mundial. La tradición cultural española en el consumo de la carne también resulta muy significativa, con productos que la identifican en todo el mundo como el jamón. Este sector presenta una producción significativa en términos de su aportación al PIB. Se ha mostrado que el sector agropecuario necesita de un sistema objetivo de valoración de los activos del mismo. Este hecho se evidencia especialmente para empresas en las que intervienen animales vivos, tanto como input en el proceso productivo como output de producción. Los modelos presentados ayudan

a una mejora de la eficacia en la gestión de empresas y el análisis de los flujos de caja, porque una estimación de valor más certera puede mejorar la eficiencia en la toma de decisiones diarias dentro de las empresas.

## LITERATURA CITADA

Alonso R., Iruretagoyena T., Serrano A. 1995. La estructura productiva, costes de producción y resultados de las explotaciones de Arévalo-Madrigal (Ávila). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

Bohling T., Mark D.R., Rasby R., Smith D. 2012. Economic Analysis of keeping a non-pregnant cow. Nebraska Beef Cattle Reports. Paper 659.

Cardona M.G., Posada S.L., Carmona J.C., Ayala S.A., Taborda E., Restrepo L.F. 2014. Evaluación de la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante y ceba utilizando cuatro niveles de harina de yuca. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(2): 207-212.

Chagnon M., D'Allaire S., Drolet R. 1991. A prospective study of sow mortality in breeding herds. Can. J. Vet. Res. 55:180-184.

Domínguez-Viveros J., Rodríguez-Almeida F.A., Núñez-Domínguez R., Ramírez-Valverde R., Ortega-Gutiérrez J.Á., Ruiz-Flores A. 2013. Ajuste de modelos no lineales y estimación de parámetros de crecimiento en bovinos tropicarne. Agrociencia, 47(1): 25-34.

Engblom L., Lundeheim N., Strangberg E., del P. Schneider M., Dalin A.-M., Andersson K. 2008. Factors affecting length of production life in Swedish commercial sows. J. Anim. Sci. 86:432-441.

Haxsen G. 2008. Calculating costs of pig production with the InterPIG Network. Institut für Betriebswirtschaft

Koketsu M., Kogami M., Ando I.H. 2006. Preparation of 5-acyl-2-amino-1,3-selenazole by reaction of selenazadienes with  $\alpha$ -haloketone. Synthesis pp. 31-36

Noblet J., Jaguelin-Peyraud Y. 2007. Prediction of digestibility of organic

- matter and energy in the growing pig from an in vitro method. *Animal feed science and technology* 134(3): 211-222
- Pérez-Salas S.J.L., Segura-García del R.B. 2005. Valoración ganadera: Formulación de un modelo de valoración según su edad en porcino. *Rev. Agrónomos: Organo profesional de Ingenieros Agrónomos*, 30, 5-12.
- Pizarro Ch., Salazar J.A. 1986. Normas sobre contabilidad y gestión de las empresas agrarias -IRYDA- En Manual de valoración Agraria y Urbana. Intertécnica de Valoraciones, S.A. Madrid.
- REGION I. T. H. O. M. 1995. Análisis de costes de producción del lechón comercial en explotaciones tipo de la región de Murcia. *Archivos de zootecnia*, 44(168), 391-402.
- Rodríguez R.A. 1979. Diagnóstico y valoración rural. Tomo II. Conceptos generales sobre valoración de fincas. Fundación CIARA. Caracas, Venezuela.
- Rouco Y.A., Muñoz, L.A. 2006. Análisis de costes. En: Muñoz, L.A. (ed.). *Producir carne de cerdo en el siglo XXI, generando un nuevo orden zootécnico*. Madrid, España.
- Salazar A. 1950. Valoración Agrícola y Catastro. Enspasa Calpe S.A.
- Sasaki Y., Koketsu Y. 2008. Mortality, death interval, survivals, and herd factors for death in gilts and sows in commercial breeding herds. *Journal of animal science*. 86,3159-3165.
- Segura-García del R.B., Pérez-Salas S.J.L. 2005. Valoración de ganado: una aplicación al ganado vacuno de leche. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, 205, 125-146.
- Scott J.F., Cacho O.J., Scott J.M. 2013. Economic risk analysis of different livestock management systems. *Animal Production Science*, 53, 788-795.



# DE LA TASACIÓN DE LA TIERRA A LA VALORACIÓN AGRARIA Y RURAL

FROM LAND APPRAISAL TO AGRARIAN AND RURAL ASSESSMENT

**Caballer-Mellado, V.**

Catedrático Emérito de la Universidad Politécnica de Valencia. RICS (Eminente). Centro de Investigación en Ingeniería Económica de la Universitat Politècnica de València (España).

**Autor de correspondencia:** vcaballer@esp.upv.es

---

## RESUMEN

En el presente trabajo se propone una sistemática general que parte de la teoría clásica de la valoración de la tierra y que evoluciona en la dirección de la actividad productiva de la empresa agraria en primer lugar, y en segundo la ordenación del territorio, con el fin de presentar un panorama completo de la actividad del profesional de ámbito agrario actual y rural.

**Palabras clave:** Valor rural, ordenación territorial

## ABSTRACT

In this study, we propose a general systematic view in the first place which stems from the classical theory of land appraisal and evolves in the direction of the productive activity of the agrarian enterprise, and in the second place territorial planning, with the aim of presenting a full scenario of the activity of professionals of the current agrarian and rural scope.

**Keywords:** rural value, territorial planning.

---

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 48-56.

**Recibido:** julio, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

Desde que las poblaciones antiguas dejaron el nomadismo, se asentaron en el territorio optando por convertirse en sedentarias en un espacio concreto que consideraron como propio hasta nuestros días, la tierra ha constituido la principal fuente de riqueza de las sociedades y las personas. En primer lugar, por la capacidad de producir alimentos y otras materias primas imprescindibles para la vida humana como medicinas, vestidos, materiales de construcción, herramientas y otros enseres mediante la más o menos elaboración y tecnología. En segundo lugar, como espacio o continente de toda clase de bienes naturales, actividad y vida, hasta incluso de vidas humanas en algunos casos, lo que ha sido causa de guerras y enfrentamientos, ocasionando innumerables muertes. Ello se ha traducido en la conversión de determinados territorios y momentos dados en emporios económicos como consecuencia de la explotación agrícola en unos casos y minera en otros o en la simple situación estratégica con gran actividad comercial. La tierra se distingue del resto de activos, bienes y servicios que intervienen en la actividad económica por diferentes características: **a:** *La tierra es un bien natural que ha estado a disposición de la humanidad libremente desde antes que esta apareciera sobre el planeta lo que ha conducido a profundas discusiones sobre su uso y propiedad con un tratamiento conceptual especial y ampliamente estudiados.* **b:** *La tierra es el activo inmobiliario por antonomasia y, por consiguiente, imposible de mover en el espacio lo que le confiere de una ubicación propia y diferente a cada unidad de superficie de suelo o lo que es lo mismo; cada parcela de tierra o metro cuadrado de suelo es diferente.* **c:** *La tierra es irreproducible y la superficie disponible solo se puede aumentar muy trabajosamente ganándola al mar, a los lagos y a los ríos mediante escasas operaciones con elevado costo económico y medioambiental.* **d:** *Como consecuencia de las anteriores características la tierra se convierte en factor de la producción escaso e imprescindible, a la vez que un activo especulativo y un bien de consumo, con un mercado propio y diferente en continua evolución.*

### La tasación de la tierra

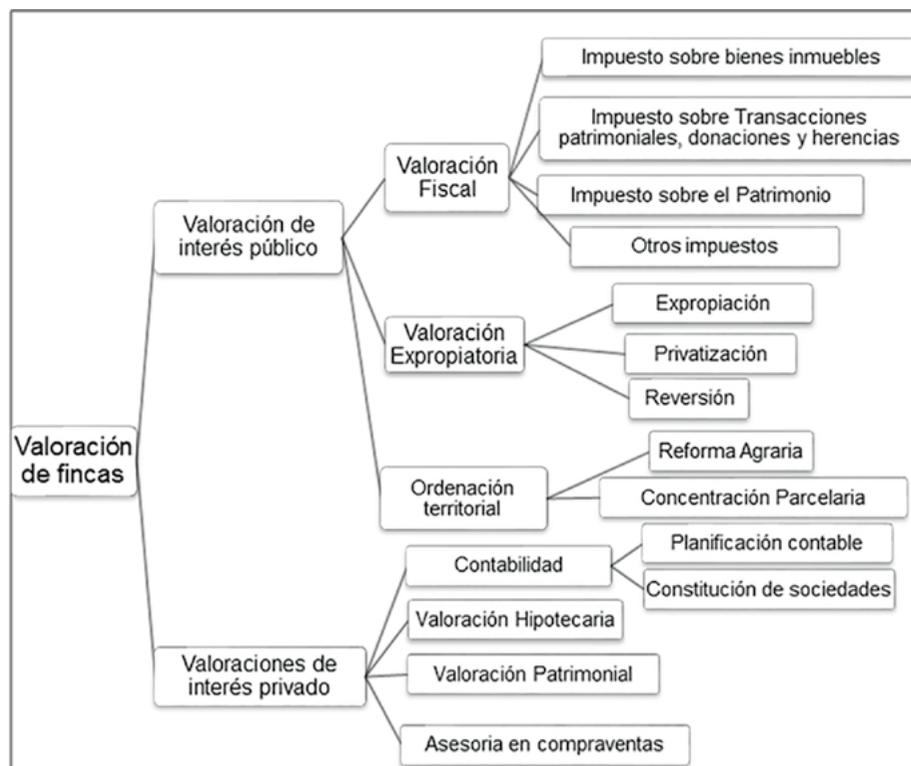
La estimación de un valor económico que sustituya o mida a un probable precio de mercado ha sido una actividad importante por parte de los profesionales de la agricultura desde tiempos inmemoriales, entendiendo el concepto de precio en un sentido diferente al actual dado que los términos propiedad y mercado son relativamente recientes. Así, por ejemplo, en el Antiguo Egipto, 3,000 años antes de Cristo, ya existía un sistema de recaudación fiscal basado en un proceso asimilable a un antecedente de la tasación a través de los *nilómetros* distribuidos a lo largo del Nilo. Como su nombre indica, se trataba de medir el caudal del río con el fin de establecer la previsión de cosecha y en función de la misma los impuestos iniciándose la Valoración Fiscal que posteriormente daría lugar al Catastro de Rústica y a los distintos sistemas de imposición sobre la tierra. Por ello, algunas sociedades de tasación mexicanas han propuesto como emblema para esta actividad al íbice, ave sagrada vinculada al río. El concepto de propiedad privada en el Derecho Romano y la supeditación al interés público supone un paso más en la evolución en el sentido tanto de avance en

la precisión del derecho individual, dentro de la Valoración de utilidad privada, como en la incorporación de la expropiación y estimación de un justiprecio en la Valoración Expropiatoria, además de perfeccionar los métodos cartográficos en la elaboración de los conocidos catastros para ordenar los territorios conquistados. Sin embargo, será a partir de la Revolución Francesa con los gobiernos liberales cuando se superara el concepto político del territorio del Antiguo Régimen y se considerara a la tierra como una mercancía susceptible de comprarse y venderse en un mercado relativamente libre para poder hablar con una cierta propiedad del valor de mercado, concepto a cuyo alrededor se construye toda la Teoría y Metodología de Tasación de la tierra. El descubrimiento de América trajo consigo la necesidad de gestionar una inmensa riqueza materializada en tierras de cultivo y minería generando gran desarrollo de técnicas y procedimientos frecuentemente más desarrollados en la sedes de los virreinos que en la metrópoli y así ocurrió en el caso que nos ocupa, como lo demuestran los siguientes hechos: **El denominado código de Santa María Asunción** refleja la valoración catastral a efectos fiscales de la población y las tierras de 12 localidades de Texcoco en el valle de México prehispánico; información que se tendría posteriormente durante la administración de la Colonia a partir de 1524 con la instauración del Real Consejo de Indias. Posteriormente, en 1830, se encarga el avalúo de los terrenos de la ciudad de México a partir del comportamiento de la oferta y la demanda. **La llamada Tasación de la Gasca (1549)** está considerada como un hito en la historia de la disciplina en

parte por los resultados concretos en la tasación de encomiendas, en parte, también, por la reorganización del manejo de la Hacienda Pública del Virreinato de Perú. En el plano metodológico cabe destacar al dominico peruano Fray Diego Maroto (1617-1669) que, además de ser considerado como importante alarife y diseñador de catedrales, es el autor del primer libro conocido sobre metodología de la valoración "Dirección para proceder en las valuaciones de las ventas, traspasos y arrendamientos de las posesiones de por vida. Ordenada por el R.P. Diego Maroto de la Orden de predicadores. Maestro Mayor de la Fabricas Reales de la Catedral de Lima. Examinador de Medidores de Tierras. Año". 1660 Lima. En el mismo se formulan criterios de valoración validos actualmente como es el cálculo del valor de localización fijado como una disminución lineal del valor de las parcelas a tasar a medida que se aleja del centro de la ciudad. Aprovechando esta tradición, también será en el Perú donde la actividad tasadora sea la primera en adquirir el máximo rango mediante una ley fundamental que crea **el Cuerpo Técnico de Tasadores de Perú en 1889. Algo parecido ocurrió en el ámbito anglosajón cuya referencia más antigua es el propio primer presidente de Estados Unidos, George Washington, que ejerció la profesión con el título de surveyor entre 1759 y 1791 y al que se le conoce una tasación de 63000 acres por 1000000 dólares.**

### Sistemática de la valoración de la tierra

La Figura 1 muestra una sistemática o clasificación de los informes y dictámenes cuyo objeto es la estimación o asignación de un valor para la tierra de uso agrario, forestal o pecuario tomando como criterio de sistematización la utilidad de la información para los fines más frecuentes.



**Figura 1.** Clasificación de los informes y dictámenes cuyo objeto es la estimación o asignación de un valor para la tierra de uso agrario, forestal o pecuario. Elaboración propia.

El Cuadro 1 divide los informes de tasación según su utilidad en dos grandes grupos:

En el primero se agrupan aquellas valoraciones que son de utilidad pública e interés para la Administración, tal como la Valoración Fiscal más o menos vinculada al Catastro, la Valoración Expropiatoria que intenta resolver los casos de conflicto que afecta a diversos activos pero principalmente la tierra cuando se pretende compaginar el derecho de propiedad con el interés público y finalmente aquellas valoraciones que afectan a la política social de la propiedad de la tierra y la ordenación del territorio en vías de una agricultura social y económicamente sostenible.

El segundo grupo, más reciente en su aparición comprende los informes y dictámenes de tasación que afectan a la resolución de conflictos o dudas cuando existen o pueden existir discrepancias entre particulares sobre el valor de un activo de derecho u obligación. Mientras en el primer caso, el Estado a través de la Administración actuaba a la vez como juez y parte, en este segundo grupo de valoraciones, actúa sólo como juez estableciendo la normativa que ha de regir estas relaciones. Comprende la Valoración Contable en estrecha correspondencia con la normativa internacional como es la IASC (Normas Internacionales de Contabilidad) y resulta fundamental en la Auditoría; la Valoración Hipotecaria considerada como la más importante cuantitativamente por el número de hipotecas que se realizan en todo el mundo con una economía moderna; la Valoración Patrimonial que afecta a las decisiones sobre aquellas situaciones que no pueden considerarse como de

plena propiedad (servidumbres, usufructos, etcétera) y finalmente la asesoría sobre la información sobre el mercado de la tierra y la estimación de un valor probable de mercado en un mercado que generalmente no cumple las condiciones de competencia perfecta.

### La valoración agraria

A medida que evolucionaba y se complicaba cada vez más el proceso productivo agrario y se distanciaba la producción de alimentos del consumidor ubicado progresivamente en las grandes ciudades lejos del campo, fueron apareciendo nuevos factores de la producción y atributos distintos a los productos agrarios. En una primera etapa se consideraron como complementos de la tierra que seguía siendo la referencia irrenunciable incorporándolos a ella para aumentar o disminuir el valor de la misma. En una segunda etapa apareció la necesidad de buscar métodos y procedimientos que consideraran los activos, bienes, servicios, derechos y obligaciones incorporados a la propiedad de la tierra hasta entonces, ahora de forma independiente. En la actualidad ambos casos son frecuentes y la tasación de los mismos conjunta o separadamente forman la Valoración Agraria, tal como se representa en la Figura 2.

### Valoración de factores de la producción

En primer lugar figura un grupo de valoraciones que corresponde a determinados factores de la producción, concretamente aquellos

cuyo mercado no reúne las condiciones para poder hablar con un mínimo de precisión de un precio de mercado y, por consiguiente, quedan fuera aquellos como los abonos, insecticidas, semillas o herramientas en los cuales existe información sobre precios, bien porque se den aproximadamente las condiciones de competencia perfecta, bien porque se trate de un mercado oligopólico donde las grandes multinacionales imponen sus precios. La tierra continua siendo el principal factor de la producción en la mayor parte de la agricultura mundial lo que no significa que sea siempre el más importante si por ello entendemos el de mayor costo ya que en zonas de clima seco el costo de la tierra, estimado como renta

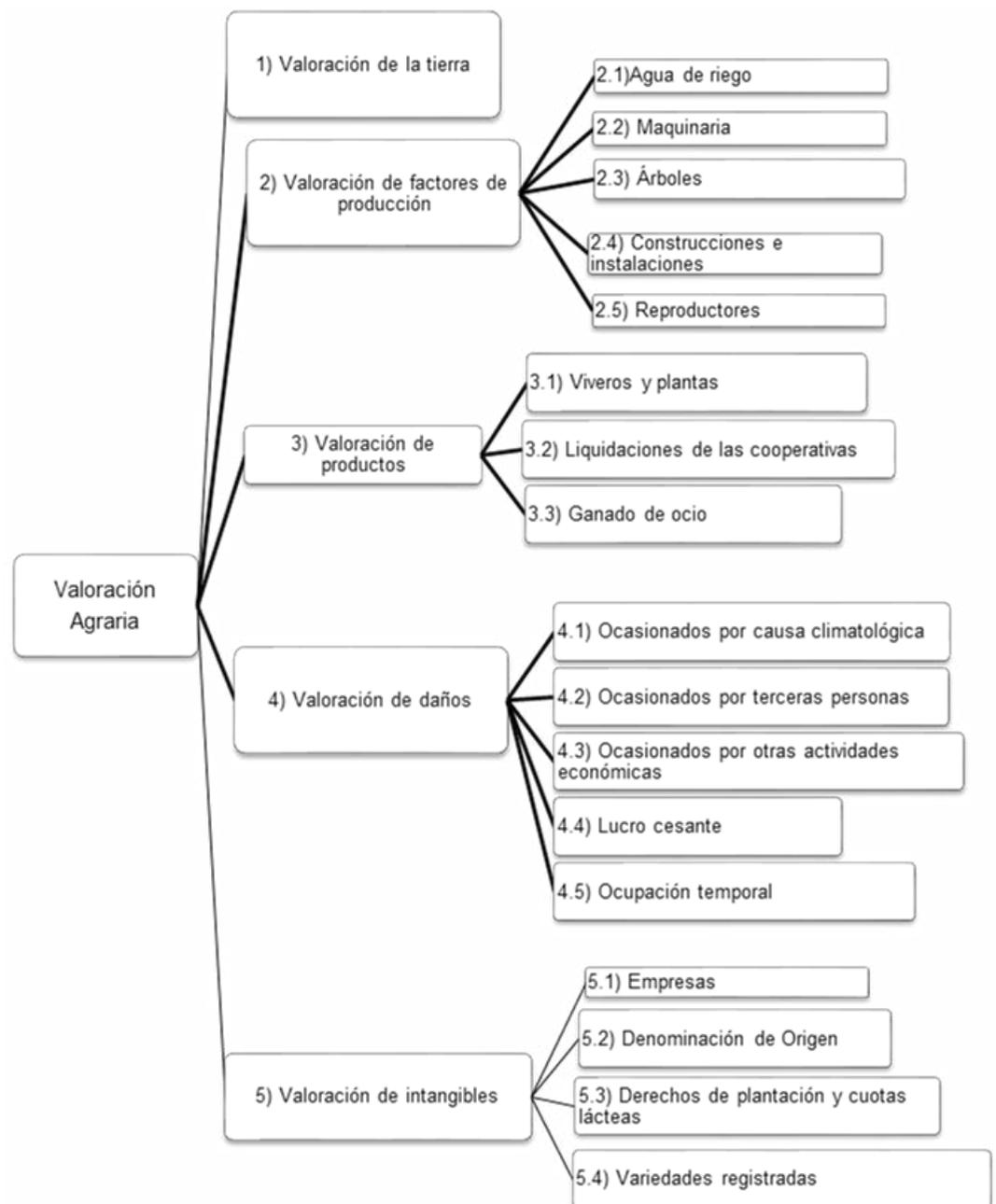


Figura 2. Esquema de valoración agraria.



o canon de arrendamiento, es relativamente bajo comparado con el agua de riego. Así lo indican los estudios de costos de producción en regadío intensivo hasta el punto, como ocurre con Canarias, por ejemplo, que la condición de existencia de agua no determina el valor de la tierra. Esta es la primera posibilidad de valoración del agua vinculándola al incremento del valor de la tierra y considerando la diferencia entre precios de las tierras de regadío menos precios de la tierra de secano como valor del agua de riego en una primera aproximación. Por otra parte, existen casos en que el uso del agua no está vinculado a una parcela dada sino que se mueve en un mercado de compraventa en el que es necesario estimar un valor de mercado que se medirá en \$/hectolitro o \$/hora a caudal dado.

El segundo factor de la producción agraria a considerar es la maquinaria en la que cabe contemplar dos situaciones distintas. Por una parte, la maquinaria nueva que se mueve en un mercado oligopólico en el cual las empresas constructoras de tractores y cosechadoras imponen unos precios relativamente inamovibles y que figuran en sus catálogos y en cuyo ámbito no tiene ningún sentido la estimación de unos valores de mercado porque ya son conocidos, pero que puede tener interés determinar si un tractor o cosechadora es caro o barato comparándolo con el de misma gama de otras marcas. Por otra parte, la maquinaria agrícola usada tiene su propio mercado cuyos precios no son siempre conocidos ya que influyen una serie de variables objetivas, como son edad, uso y obsolescencia, y subjetivas como estado de conservación.

El arbolado participa en parte de las mismas características que el agua en el sentido de vinculación a la tierra ya que se puede considerar como valor del mismo la diferencia entre la tierra con plantación menos la tierra sin plantación o la valoración independiente en lo que viene llamándose los conceptos clásicos del suelo y vuelo. Dejando de lado los árboles dedicados a la producción forestal como ámbito de actuación de Montes, se pueden distinguir varios tipos de árboles en función de su aprovechamiento y métodos de tasación: frutales, ornamentales, medioambientales y mixtos. Cuando sobre un mismo espacio se desarrolla, además de la producción vegetal o agraria, la producción animal o pecuaria, se puede hablar de la Valoración Agropecuaria o considerar los casos aislados de valoración del ganado como un caso particular de la Valoración Agraria y considerar la ganadería como un factor de producción de la tierra

especialmente en el caso de ganadería extensiva no totalmente estabulada. Ello es debido a que la producción ganadera convencional se vende en lonjas, mercados y mataderos cuyos precios son sobradamente conocidos quedando como necesidad la tasación de reproductores a los que cabe aplicarles la siguiente analogía de pasos previos: **Valoración de la tierra (medida del valor) = Agrimensura (medida de la superficie)**. Donde: Valoración forestal (medida del valor) = Dasmometría (medida de los árboles); Valoración pecuaria (medida del valor) = Valoración zoométrica (medida de los animales).

Finalmente, lo mismo ocurre con las construcciones rurales en lo que respecta a su vinculación o independencia del valor de la tierra: aquellas que sean imprescindibles para la producción agraria se valorarán conjuntamente con la tierra pudiendo asignarles en casos excepcionales una parte diferencial de la renta respecto a la renta de otras tierras que no las posean; aquellas otras construidas sobre suelo agrario pero imprescindibles se valorarán independientemente como el resto de construcciones e instalaciones en función de su costo de construcción, edad y estado de conservación.

### Productos

Al igual que ocurre con los productos ganaderos que se distinguen de los reproductores porque permanecen menos tiempo en la finca o en la granja, forman parte del realizable y se venden en un mercado transparente, las cosechas no son objeto frecuente de tasación en situaciones normales ya que su precio se fija en los mercados oligopsonicos de origen y a veces por ley. Sin embargo, existen productos particulares o circunstancias concretas en las cuales es necesario proceder a procesos de tasación entre los que destacan tres casos principales

### Viveros de plantas (frutales, hortalizas, forestales y ornamentales)

Cuando se trata de un monocultivo el cálculo del costo de producción se calcula fácilmente mediante el cociente entre los costos totales entre el número de plántulas producidas. Pero esta situación no es frecuente porque es difícil mantener el concepto de monocultivo en sentido estricto tanto por lo que respecta a especies y variedades como lo que se refiere a las calidades o edades de una misma especie y variedad. En este segundo caso es necesario distinguir entre costos imputables y no imputables así como considerar un probable valor de venta en la imputación de costos.

### **Liquidaciones de entregas de los socios en cooperativas de comercialización**

Aunque la manera ortodoxa de funcionamiento consiste en valorar las entregas de los socios a las cooperativas a precio de mercado, puede ocurrir que éste no sea uniforme o que la campaña de comercialización se desarrolle en un periodo de tiempo suficientemente largo para que se produzcan fuertes variaciones en los precios que incidan sobre los resultados de los socios según el momento de entrega. Cuando esto ocurre se procede a la liquidación al final de campaña siguiendo un procedimiento análogo al descrito para el vivero.

### **Ganadería de ocio**

Existe una diferencia importante entre la ganadería productiva y aquella otra que produce animales de compañía, caballos de carreras de carreras o paseo y toros de lidia en los que adquiere especial importancia la singularidad de los segundos, frente a generalidad de los primeros lo que se traduce en mayor variabilidad de los precios y por consiguiente mayor dificultada en el conocimiento de los mismos. En Estados Unidos existen diferentes asociaciones profesionales dedicadas a la tasación de caballos de paseo y de carreras con los nombres de Horses Appraisal en las que proponen distintos criterios de valoración dentro de las Normas Unificadas de la Práctica Profesional de Avalúos como, por ejemplo: edad, salud, peso, marcas, conformación, linaje, nivel de formación, raza y pedigrí, etcétera, así como la utilidad más frecuentes de estos informes: conocer el valor de mercado, seguros, divorcios, quiebras y disolución de la empresa, donaciones, aval, etcétera.

### **Daños**

Estrechamente vinculada a los apartados anteriores se encuentra la tasación o peritaje de daños, y que afecta a los perjuicios de distinta naturaleza ocasionados a los factores y productos por diversas causas, entre los que se encuentran los siguientes:

#### ***Valoración de daños por causa climatológica***

Las adversidades climatológicas, tales como lluvias intensivas, heladas, vientos huracanados, pedrisco, sequía o inundaciones, pueden generar grandes daños tanto en las cosechas pendientes o el ganado como en el arbolado y en las infraestructuras necesarias para desarrollar la actividad agropecuaria lo que justifica la pertinencia de informes y procedimientos valuatorios en diferentes situaciones, tales como: La mayor actividad profesional en el ámbito del peritaje de daños a efecto de establecer la indemnización en la aplicación de los Seguros Agrarios Combinados, subvencionados por el Ministerio de Agricultura con el fin de compensar determinadas pérdidas por causas climatológicas o sanitarias. Cuando la adversidad climatológica es de tal magnitud que procede la declaración de zona catastrófica, ambos procedimientos anteriores dejan de tener efecto y no se responsabilizan de pagar las correspondientes indemnizaciones pudiéndose establecer una compensación económica especial de procedencia pública por lo también es necesaria una tasación.

#### ***Daños ocasionados por terceras personas***

Al igual que ocurre con el resto de la economía y de manera particular los propios agricultores y ganaderos están obligados a contratar en el mercado libre o en la mutuas de seguros, determinados riesgos como los de accidentes y otros de carácter voluntario. En estos puede ocurrir que el daño se materialice en activos de naturaleza agraria o, por el contrario, sea competencia de otros especialistas vinculados a las empresas aseguradoras.

#### ***Daños ocasionados por otras actividades económicas***

En fincas y parcelas de uso agrícola próximas a ciudades y polígonos industriales suelen producirse conflictos como consecuencia de que la actividad agraria o ganadera ha de coexistir con la actividad industrial y de servicios, lo que puede generar en la agricultura y ganadería por contaminación de suelo, agua, aire y que debe compensarse mediante tasación en caso de desacuerdo.

### **Lucro cesante**

En determinadas circunstancias como el retraso excesivo en la realización de determinadas mejoras o confusión en el suministro de la variedad de un determinado frutal para su correspondiente plantación pueden generar retrasos y pérdidas en los ingresos esperados por el empresario agrario, daño o perjuicio conocido como lucro cesante. Un caso particular de lucro cesante importante por su frecuencia y vinculación con los procesos de expropiación del suelo es la ocupación temporal de fincas mediante la cual se ocupa y a veces se modifica una determinada parcela por la Administración Pública por un tiempo determinado, transcurrido el cual se devuelve a su propietario al que le corresponde un indemnización por la pérdida de renta



del periodo, y otros perjuicios ocasionados en la parcela por la ocupación.

**Intangibles**

La agricultura moderna necesita cada vez más cierta organización que va desde las grandes multinacionales del sector, al pequeño agricultor minifundista o arrendatario que ha de tomar decisiones sobre el proceso de producción y situación en el mercado apareciendo figuras, derechos y obligaciones unas veces procedentes del mundo empresarial, y otras de la propia política agraria o vinculadas a la naturaleza de la tierra. Entre las que proceden del ámbito empresarial se encuentran la Valoración de Empresas Agrarias y la Valoración de Marcas Agrarias que, en cierto modo pueden considerarse como casos particulares o aplicaciones de la Valoración Financiera. Conviene señalar que en ambos casos una parte importante del proceso de valoración ya ha sido resuelta por las distintas aplicaciones de la valoración agraria como la elaboración del balance donde el activo material está compuesto por tierras, instalaciones, maquinaria, plantaciones, etcétera, quedando por estimar el fondo de comercio o valor de la organización a partir de la cuenta de resultados y sus proyecciones. Algo parecido se podría apuntar sobre el valor de la marca cada vez más importante en el ámbito de la agricultura que puede incluirse como un componente del fondo de comercio, o valorase individualmente de manera residual. En cuanto a las que se vinculan a la tierra conviene señalar las siguientes:

**Derechos de Denominación de Origen (D.O.)**

Con el fin de promocionar los productos de determinadas zonas geográficas de especiales condiciones de calidad y prestigio se han establecido las denominaciones de origen como restricciones o limitaciones a la producción generándose por oposición un derecho: producir y comercializar con este marchamo de calidad en una

superficie o producción dada en hectáreas, hectolitros o toneladas. Ocurre frecuentemente que la superficie, volumen o peso de cosecha o ganado existente en la zona sea superior a la establecida como tal por la denominación de origen ya sea porque se trate de una organización en expansión o por la estrategia de reducción de oferta para mantener los precios. En estos casos ocurre que el derecho a integrarse en la organización puede alcanzar precios mayores que la propia tierra a la que se puede vincular como lo demuestra el caso de transmisión de los derechos independientemente de la tierra. El caso francés es sumamente interesante, ya que periódicamente el Ministerio de Agricultura publica los precios de la tierra plantada de viñedo en todos los departamentos, distinguiendo entre aquellas donde sus vinos poseen denominación de origen de las que venden su vino libremente. La diferencia entre ambas, a igual ubicación puede ser un estimador del derecho D.O. (Cuadro 1)

**Derecho de plantación y cuotas lácteas**

Cuando la condición restrictiva de gestión, en el marco macroeconómico de la política agraria, como exigencia de eliminar excedentes, aparecen dos figuras extensamente aplicadas por la Política Agraria de la Unión Europea; en una primera etapa gestionadas por las administraciones locales pero puestas en el mercado posteriormente. El valor de ambos derechos pueden venir referidos a la estimación de un probable precio de compraventa del derecho a plantar o a producir leche y en el caso del derecho de plantación, también vinculado a la tierra con lo cual este se calcula como diferencia entre el precio de la tierra con derecho de plantación menos precio de la tierra sin derechos. Un ejemplo ilustrativo de la valoración de derechos de plantación viene descrito en la revista Aestimium por Luigi Galletto de la Universidad de Padua (2014) donde llega a interesantes conclusiones sobre el comportamiento del mercado de

**Cuadro 1.** Evolución de precios de la viña en Francia según denominación (miles de € por hectárea).

Estado Denominación de Origen (D.O.)	Año																			
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Con D.O. excluyendo Champagne	34	33,7	29,5	28,8	28,8	29,6	31,2	36	39,5	43,9	46	48,1	48,9	48	45,5	43,8	45	46,9	47,8	49
Sin D.O.	11	10,7	10,5	10,4	9,9	10,1	10,2	11,2	12	12,2	11,4	11,3	12,7	12,4	11,9	11	11,1	10,9	10,6	10,6
Valor absoluto	23	23	19	18,4	18,9	19,5	21	24,8	27,5	31,7	34,6	36,8	36,2	35,6	33,6	32,8	33,9	36	37,2	38,4
Variación (%)	209%	215%	181%	177%	191%	193%	206%	221%	229%	260%	304%	326%	285%	287%	282%	298%	305%	330%	351%	362%

Fuente: Elaboración propia a partir de la publicación *Le Prix des Terres*.

derechos de plantación de viña en la Región de Veneto (Italia). Así por ejemplo, distingue cuatro ámbitos geográficos (Treviso, Verona, Vicenza y Padua) en dos etapas (precios de los derechos al alza y a la baja) y tres series de precios de los derechos en función de la tipología de los compradores, tal como se aprecia en el Cuadro 2.

### Variedades registradas

La extensión de una parte importante de la investigación dirigida a la obtención de nuevas variedades de frutales desde el financiamiento público a las empresas privadas, ha dinamizado la innovación y dado lugar un conjunto de nuevas variedades y cultivares con expectativas de mayor rentabilidad, pero propiedad de las empresas obtentoras que pueden comercializarlas en forma de plántones o en forma de esquejes en el mercado viverista libre y siguiendo criterios empresariales de altos precios de la planta y oferta limitada que puede generar conflictos sobre la protección de la marca con consecuencias económicas cuya cuantía se ha de estimar. Un caso en los tribunales se ha planteado entre los intereses de la Universidad de California en Riverside (Estados Unidos) que obtuvo y comercializó en España una variedad mandarina clementina llamada "Tango" a razón de 15€/planta y que mejoraba sustancialmente los rendimientos de las ya existentes (alrededor de 300,000 ha) por una parte. Por otra "Les Domaines Agricoles" que representan los intereses del Rey de Marruecos ha denunciado la operación pidiendo daños y perjuicios con el argumento de que la variedad Tango es la misma variedad "Nadorcott" de su propiedad, y que comercializa también en España a un precio de 20 €/planta y una limitación de 2.3 millones de plantas. La resolución judicial va a crear un confuso panorama de derechos y obligaciones que se ha de dirimir en el ámbito de la tasación de variedades protegidas que afectara a miles de citricultores.

La resolución judicial va a crear un confuso panorama de derechos y obligaciones que se ha de dirimir en el ámbito de la tasación de variedades protegidas que afectara a miles de citricultores.

### La valoración rural

En algunos tratados antiguos, principalmente franceses e italianos, los términos agrario y rural (*rurale*) se consideraban como equivalentes, uniendo actividad con territo-

rio, como consecuencia de que la principal actividad del medio rural era la agricultura y todo lo que a ella se refería. Así por ejemplo, la principal revista ya desaparecida en Italia de Valoración Agraria se llamaba *Genio Rurale* cuya traducción al castellano podría ser *Ingeniería Rural* en la que se integraría la Valoración. Con la aparición de leyes que pretenden ordenar el territorio la cosa cambia radicalmente en el sentido de que la perspectiva cambia de lugar pasando de la actividad agraria a la ciudad, en un enfoque urbanofilo o urbanocéntrico como una consecuencia, aunque el espacio urbano apenas representa un pequeño porcentaje de la superficie total (del orden del 4-5% en España) es donde se ubica la mayor parte de la población y riqueza. Este es caso de una de las leyes más importantes durante los últimos años en España, Ley del Suelo LS (Real Decreto TRLS 2/2008), considerada como la primera Ley aprobada por el Parlamento Español (recordemos la aprobación de la ley peruana para

la creación del CTPP de 1898) que establece criterios explícitos de Valoración con máximo rango legislativo, y su desarrollo, el Reglamento de Valoraciones de la Ley del Suelo RVLS (Real Decreto 1492 / 2011). Aunque trata explícitamente de una sola aplicación o utilidad del Cuadro 1,

como es la Expropiación del suelo, su mayor rango frente al resto de la normativa, puede ser importante en el futuro en la aplicación de la Valoración Fiscal, por ejemplo. La novedad más importante que aporta esta legislación a los efectos que nos ocupa consiste en la creación del nuevo escenario de la Valoración Rural como consecuencia de dividir el territorio nacional en dos subconjuntos distintos a los efectos de su tasación: el suelo en situación básica de urbano y el suelo en situación básica de rural, eliminando conceptos de difícil interpretación como el suelo urbanizable cuya reglamentación dependía de las comunidades autónomas. El suelo en situación básica de urbanizado se define perfectamente en la Ley del Suelo mediante la exigencia de la dotación de una serie de infraestructuras como, asfaltado de las calles, alumbrado, alcantarillado, etcétera, mientras que el suelo en situación de rural se define por exclusión: el que no se encuentra en situación básica de urbanizado ni medioambientalmente protegido.

**Cuadro 2.** Precio mínimo, medio y máximo (€/mq) del derecho de plantación en dos épocas.

Ámbito geográfico	2003			2007		
	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
Veneto	0,91	1,23	1,62	0,59	0,85	1,08
Treviso	1,07	1,36	1,62	0,64	0,89	1,16
Verona	1,1	1,61	2,32	0,64	1,04	1,3
Vicenza	0,72	0,95	1,12	0,54	0,74	0,98
Padova	0,6	0,83	1,01	0,43	0,6	0,75

Fuente: Adaptación de Il mercato de diritti d'impianto dei vigneti nel Veneto, Luigi Galletto (2014).

Se plantea así la inclusión en el suelo en situación básica de rural, además del suelo dedicado a la agricultura y ganadería, el suelo dedicado a la actividad forestal (compañero de viaje a lo largo de la historia de la Valoración de Montes), el suelo dedicado a la extracción de minerales y materiales de construcción (especialidad propia de las Escuelas Técnicas Superiores de Minas) y el suelo dedicado a cualquier actividad productiva o lúdica, como pueda ser las placas solares y las instalaciones eólicas o la caza y los campos de golf con menor tradición valorativa. Con el fin de unificar criterios valorativos válidos para todas estas actividades resulta necesario cambiar de paradigma convencional a la Valoración de la tierra, dentro de la Valoración Agraria, y formular un nuevo paradigma basado en el concepto de Explotación en suelo rural, como una figura intermedia entre la Valoración Técnica (Agraria, Forestal y Minas) procedente de las Escuelas de Ingeniería y la Valoración de Empresas: Explotaciones Agrarias; Explotaciones Forestales; Explotaciones Mineras; Explotaciones de Energía Solar y Eólica; Explotaciones Cinegéticas; Explotaciones Deportivas; Explotaciones Docentes; Explotaciones de Turismo Rural, etcétera. La Explotación es una parte de la empresa que generalmente coincide con las instalaciones productivas de la misma y que realiza un proceso de producción relativamente autónomo e incompleto como lo recoge contablemente la llamada Cuenta de Explotación en la planificación contable de la em-

presa y previa a la Cuenta de Resultados. Estas instalaciones físicas dedicada a la industria o servicios, suelen situarse en los polígonos industriales o las ciudades, mientras que las que se pueden denominar extractivas necesitan el suelo rural y, por consiguiente se sitúan en él, siendo este el criterio de definición y limitación: se consideran como Explotaciones Rurales a efectos de valoración del suelo rural las unidades de producción situadas en suelo rural. El criterio de valoración del suelo en situación básica de rural queda perfectamente definido en el Artículo 23 la Ley del suelo (TRLR 2/ 2008). "1. Cuando el suelo sea rural a los efectos de esta Ley: los terrenos se tasarán mediante la capitalización de la renta anual o potencial, lo sea superior, de la explotación según su estado en el momento al que deba entenderse la valoración. Las edificaciones, construcciones e instalaciones, cuando deban valorarse con independencia del suelo, se tasarán por el método del costo de reposición según su estado y antigüedad en el momento al que deba entenderse referida la valoración. En ninguno de los casos previstos en el apartado anterior podrán considerarse expectativas derivadas de la asignación de edificabilidades y usos por la ordenación territorial o urbanística que no hayan sido aun plenamente realizados". Las líneas maestras diseñadas breve y densamente en un solo artículo de la Ley presentaba un reto para su desarrollo en el Reglamento y muy especialmente la aplicación de estos criterios a explotaciones tan distintas como las que constituyen el suelo en situación que fue resuelto mediante la propuesta de tipos de capitalización aplicables a la renta real o potencial diferentes, así como la aplicación de las expresiones procedentes de la matemática financiera para representar la evolución de rentas en un horizonte temporal de duración ilimitada.

## CONCLUSIONES

**En el presente** trabajo se presenta una revisión de la Valoración como actividad profesional de los Agrónomos que va desde el enfoque clásico y convencional de la Valoración de la tierra, madre de todas las valoraciones, a la Valoración Agraria, en primer lugar, mediante la incorporación de la tasación de otros activos, bienes, derechos y obligaciones que adquieren cada día más importancia en la actividad agraria como son factores de la producción, productos, daños e intangibles y en segundo lugar la incorporación de la Valoración de la tierra como explotación agraria al ámbito de la Valoración Rural, en el caso particular de la Expropiación Forzosa, con el máximo rango de Ley y abordando el principal problema conceptual valorativo: propiedad privada versus utilidad pública.

## LITERATURA CITADA

- Caballer V. 2012. *Valoración Agraria. Teoría y Práctica*. Mundiprensa.
- Galletto L. 2014. Il mercato dei diritti d'impianto dei vigneti nel Veneto. (C. s. territoriale, Ed.) *AESTIMUN* (65), 165-187.

# AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PRODUCTORES DE LIPASAS PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL EN MÉXICO

## ISOLATION OF LIPASE-PRODUCING MICROORGANISMS TO OBTAIN BIODIESEL IN MÉXICO

**Reyes-Reyes, A.L.<sup>1\*</sup>; Iracheta-Donjuan, L.<sup>1</sup>; Wong-Villarreal, A.<sup>2</sup>; Martínez-Bolaños, M.<sup>1</sup>; López-Guillén, G.<sup>1</sup>; Valle-Mora, J.<sup>3</sup>; Zamarripa-Colmenero, A.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Bioenergía. INIFAP. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas, México. <sup>2</sup>Universidad Tecnológica de la Selva. Ocosingo Chiapas. <sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Tapachula. Km 2.5, Carretera Antigua Aeropuerto. <sup>4</sup>Profesionista Independiente.

**\*Autor responsable:** reyes.ana@inifap.gob.mx

### RESUMEN

Los microorganismos que producen lipasas, generalmente son conocidos como lipolíticos, y pueden encontrarse en diferentes hábitats, como residuos vegetales y suelos. Lo anterior, indica que el mismo ambiente ofrece un amplio potencial para el aislamiento de nuevas fuentes de lipasas con propiedades novedosas. En este sentido, es imprescindible la búsqueda de las condiciones óptimas para su crecimiento y aprovechamiento. Se evaluó la capacidad de formación de colonias en muestras de suelo de Chiapas, México, inoculadas con tres diferentes niveles de dilución en dos medios de cultivo (medio nutritivo y Agar Dextrosa Papa), cada uno con ajuste de pH de 4, 7 y 9; temperaturas de incubación de 20, 30 y 40 °C. La mejor combinación de factores fue validado en 40 muestras de suelo provenientes de 10 localidades. La condición óptima que favoreció el crecimiento de microorganismos en la muestra de suelo fue el medio nutritivo, con pH 7, incubación a 30 °C y factor de dilución 1:1000. Se identificó un marcado efecto del sitio de recolecta de suelo sobre el promedio de UFC. Los sitios de colecta del municipio de Pijijiapan, Chiapas presentaron los promedios de UFC más elevados, aislando 75 colonias lipolíticas, de las cuales, 60% fueron químicamente caracterizado como Gram positivo.

**Palabras claves:** Bioenergéticos, bacterias, suelo, Chiapas.

### ABSTRACT

Microorganisms that produce lipases are generally known as lipolytic, and can be found in different habitats, such as plant and soil residues. This indicates that the same environment offers a wide potential for the isolation of new sources of lipases with novel properties. In this sense, the search for optimal conditions for their growth and exploitation is essential. The capacity for colony formation in soil samples from Chiapas, México, was evaluated, which were inoculated with three different levels of dilution in two culture mediums (nutritional medium and Potato Dextrose Agar), each one with a pH adjustment of 4, 7, and 9, and incubation temperatures of 20, 30, and 40 °C. The best combination of factors was validated in 40 soil samples from 10 localities. The optimal condition which favored the growth of microorganisms in the soil sample was nutritional medium, with pH 7, incubation at 30 °C, and dilution factor of 1:1000. A marked effect of the soil collection site on the UFC average was identified. The collection sites from the municipality of Pijijiapan, Chiapas, presented the highest UFC averages, isolating 75 lipolytic colonies, of which 60 % were chemically characterized as Gram positive.

**Keywords:** bioenergetics, bacteria, soil, Chiapas.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 57-60.

**Recibido:** febrero, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

La producción de biodiesel representa una alternativa como fuente energética que a su vez impacta en la mitigación de los efectos de gases invernadero (Demirbas, 2007). Su producción ocurre mediante la transesterificación, donde el aceite crudo se convierte en 90% biodiesel y 10% glicerina como subproducto (Kolesárová *et al.*, 2011; Zheng *et al.*, 2006). Durante la producción de biodiesel, la elección del catalizador suele ser crítico pues de ello depende en gran medida la cantidad y calidad. Existen tres tipos de catalizadores: alcalinos, ácidos y enzimáticos (Kolesárová *et al.*, 2011), y con frecuencia en la catálisis básica se emplea hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, debido a que son económicos y reactivos (Mittelbach *et al.*, 1988), mientras que los catalizadores ácidos más usados son ácido sulfúrico y ácido clorhídrico. El empleo de enzimas durante la transesterificación es reciente y se emplean lipasas (Kolesárová *et al.*, 2011; Snellman, 2004; Clark, 1996), sin embargo, aunque este método sea viable, actualmente el mayor inconveniente es el costo de producción de las enzimas, por lo que una alternativa es el uso de microorganismos productores de lipasas, que permitan la producción de las mismas de forma económica, práctica y que repercuta en la disminución de los costos y calidad del biodiesel. En el suelo existe una amplia diversidad de microorganismos, entre los cuales están los que nos son factibles de crecer o aislar bajo condiciones *in vitro*, y otros que podrían requerir condiciones ambientales específicas para su expresión en condiciones artificiales. Con base en lo anterior, se desarrollaron las condiciones ambientales y medio de cultivo que permite el crecimiento, aislamiento e identificación de microorganismos productores de lipasas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo experimental se realizó en el Laboratorio de Bioenergía del Campo Experimental Rosario Izapa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), de Tuxtla Chico, Chiapas, México. Se usaron muestras de 100 g<sup>-1</sup> de suelo recolectados en plantaciones y cercos vivos de piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) de diez procedencias de Chiapas, México, considerando cuatro localidades de muestreo por procedencia (40 en total). Se muestreó el suelo a 0.25 m y 0.30 m de distancia del tallo de la planta de piñón, y el volumen se etiquetó en bolsas plásticas y transportó en contenedor frío (hielera) al laboratorio.

Para determinar y estandarizar el protocolo *in vitro* que favoreciera el desarrollo de microorganismos, se realizaron ensayos con muestras de suelo del banco de una colección de *J. curcas* del INIFAP, usando dos medios de cultivo: 1) medio nutritivo (8 g L<sup>-1</sup> agar nutritivo, 15 g L<sup>-1</sup> agar bacteriológico) y 2) Agar Dextrosa Papa (39 g L<sup>-1</sup> agar dextrosa papa); tres pH: 4, 7 y 9; tres factores de temperatura: 20 °C, 30 °C y 40 °C y tres diluciones seriadas: 1:10, 1:100 y 1:1000, se consideraron como factores a evaluar sobre el desarrollo de unidades formadoras de colonias de microorganismos (UFC). Los medios de cultivo fueron esterilizados en autoclave a 121 °C por 20 minutos vaciados en cajas Petri desechables de 60×15 (Madigan *et al.*, 2003), considerando cada caja Petri como una unidad experimental. De cada muestra de suelo se tamizaron 10 g para suspenderlo en 200 ml de agua destilada estéril, a partir de la cual se realizaron las diluciones seriadas. De cada dilu-

ción se tomaron 30 µL y se incubaron por 24 horas en las placas Petri previamente descritas y bajo las condiciones señaladas. Transcurrido el periodo de incubación, se realizó el conteo de microorganismos expresando los resultados como UFC (Unidades Formadoras de Colonias) mediante la fórmula  $UFC/g = N^{\circ} \text{ de colonias placa} \times \text{el inverso de la dilución} \times 10$ ; en donde: N° de colonia en placa = promedio del número de colonias contadas de 3 cuadrantes × 14 cuadrantes.

Para el aislamiento y crecimiento de microorganismos, se evaluaron las 40 muestras de suelo con el protocolo estandarizado con el fin de seleccionar microorganismos con actividad lipolítica, los microorganismos contenidos en cada muestra fueron sembrados en medios selectivos suplementados con Tributirina (10 % p/v)/Rodamina B e incubados por 24 h. Para la determinación de la actividad lipolítica, las placas fueron expuestas a luz UV, y para el análisis de resultados se empleó un diseño anidado, donde las localidades fueron anidadas a las procedencias, y las muestras anidadas a las localidades, además de una comparación de medias por Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra de suelo inoculada en el medio nutritivo con pH 7, 30 °C, y dilución 1:1000, fueron las condiciones apropiadas para el crecimiento de los microorganismos representativos de cada muestra de suelo (Cuadro 2). Se excluyeron las condiciones en donde no hubo crecimiento de microorganismos, tales como las condiciones ADP y medio nutritivo con pH 4 y 9, temperatura de 20 °C, 40 °C, y diluciones de 1:10 y 1:100. Si bien la dilución 1:10 favo-

reció el crecimiento de microorganismos; resultó excesiva pues imposibilitó el conteo y aislamiento; por lo que en este caso en particular la dilución elegida para las subsecuentes trabajos fue 1:1000. Se ha reportado, que un pH 7 en medios de cultivos permite el crecimiento de algunas especies de microorganismos (Khan, 2012; Gupta *et al.*, 2003; Kouker y Jaegar, 1987), sin embargo, factores como temperatura y dilución propician las condiciones adecuadas para inducir crecimiento de microorganismos. La expresión del crecimiento microbiano, denota la abundancia en especie de los mismos. En este estudio, el medio nutritivo se favoreció por que la mayoría de los microorganismos fueron bacterias y no hongos, ya que estos últimos crecen en medios con abundantes cantidades de carbohidratos, como es el ADP (Crueger y Crueger, 1993) (Cuadro 1).

Existió diferencia estadística entre promedios de los rangos de las UFC entre procedencias, donde la mayor expresión endógena de microorganismos se observó en la localidad ejido Durazno, seguido por ejido Coapa, pertenecientes a Pijijiapan, Chiapas; mientras que la menor expresión endógena se obtuvo al procesar las muestras del ejido Guadalupe Victoria, del municipio Villaflores, Chiapas (Cuadro 2).

Los microorganismos lipolíticos fueron evidenciados cuando se observó en el medio nutritivo suplementado con Rodamina B y tributirina la formación de un halo oscuro tras la exposición a Luz UV (Figura 1 f) (Shelley *et al.*, 1987; Davender *et al.*, 2012). La British Standard Institución en 1968, acepta el procedimiento de adicionar tributirina como método de selección de actividad lipolítica. La formación de halo, se debe a que la Rodamina B, que fluoresce bajo luz UV, ya que durante la hidrólisis de los triglicéridos, los ácidos grasos forman un complejo con la Rodamina B, que al ser expuesto a luz UV se aprecia la pérdida de fluorescencia, identificando una colonia lipolítica (Gupta *et al.* 2003; Sandoval y Marty, 2007).

El conocimiento de la morfología de la población microbiana con capacidad lipolítica es esencial para identificar el potencial que representan en el proceso de producción de biodiesel (Soto *et al.*, 1996), por ello, es necesario su caracterización química, y en este sentido, el aislamiento de las 75 colonias clasificadas como lipolíticas, se determinó la presencia de 60% Gram positiva, y 40% Gram negativa.

**Cuadro 1.** Promedio de unidades formadoras de colonias de microorganismos bajo diferentes condiciones de dilución, tipo de medio, pH y temperatura de incubación.

Factor evaluado	Promedio UFC
<b>Dilución</b>	
1:10	555574.41 a
1:100	74902.30 b
1:1000	710.50 c
<b>Medio de cultivo</b>	
Nutritivo	420791.11 a
Agar Dextrosa Papa	0.36 b
<b>pH del medio</b>	
4	0.19 b
7	631183.67 a
9	3.35 b
<b>Temperatura (°C)</b>	
20	20.15 b
30	631151.67 a
40	15.39 b
C.V.	0.12

Promedios con diferente letra por cada factor de estudio, son significativamente diferentes (Tukey  $p \leq 0.05$ ).



**Figura 1.** Microorganismos con capacidad lipolítica, evidenciada por medio selectivo suplementado con Rodamina B y tributirina. a) Medio nutritivo sin crecimiento microbiano, expuesto a luz blanca. b) y c) Medio con crecimiento microbiano expuesto a luz blanca. d) Medio selectivo sin inoculación de muestra expuesto a luz UV. e) Microorganismo sin capacidad lipolítica, expuesto a luz UV. f) Microorganismo con capacidad lipolítica evidenciado por formación de halo al ser expuesto a luz UV.

**Cuadro 2.** Expresión endógena de microorganismos en medio nutritivo inoculado con muestras de suelos de 10 procedencias del estado de Chiapas, México.

Procedencia/ municipio	Ejido	Promedio UFC Ejidos	
Villaflores	Jesús María	429.5	abcd
	Villaflores	414.6	abcde
	Calzada	450.5	ab
	Gpe. Victoria	9	no
Chiapa de Corzo	Candelaria	166.4	hijklmn
	Emiliano Zapata	152.5	Jklmn
	Nandaburé	230.7	ghijkl
	Nucatili	171.5	hijklmn
Cintalapa	Zapotal	234.7	ghijkl
	Lázaro Cárdenas	258.7	fghijk
	Abelardo	242.6	fghujk
	Victoria	231.3	ghijkl
Tonalá	Bonito	86.46	mno
	Chocohuital	208.9	ghijklmn
	Herradura	280.8	efghij
	Cocos	315.6	bcdefg
Pijijiapan	Durazno	468.5	a
	Monte Cristo	379.5	abcdef
	Coapa	461.5	a
	Antonio	436.5	abc
Escuintla	Herencia	296	defhg
	San José	313.5	bcdefg
	Hermila	182.4	ghijklmn
	Colombia	96.5	lmno
Huehuetán	Pueblo	288.5	efghij
	Chamulapa	73.54	No
	Nejapa	228	ghijkl
	Amate	222.5	ghijklmn
Mazatán	Cortínez	179.5	ghijklmn
	Buenos Aires	300.2	cdefgc
	Raymundo	167.2	hijklmn
	Coatán	290.5	efghij
Tapachula	Madero	155	ijklmn
	Botella	125.7	klmno
	Florido	189.4	ghijklmn
	Zapata	181.8	ghijklmn
Tuxtla Chico	Izapa	199.6	ghijklmn
	Humoa	179.2	ghijklmn
	Gatica	156.6	ijklmn
	Lazos	164.8	hijklmn

Promedios con letra diferente indican diferencias significativas (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

Las condiciones apropiadas para inducir crecimiento de microorganismos fueron agar medio nutritivo/pH 7.0/Temperatura de 30°C/dilución 1:1000. Se identificaron y aislaron microorganismos con capacidad lipolítica, a partir de suelo recolectadas en Pijijiapan con mayor expresión endógena microbiana. Se identificaron 75 cepas con capacidad lipolítica en relación de 60:40 respecto a Gram positivas:negativas. Es recomendable caracterizar molecularmente el microorganismo aislado con capacidad lipolítica.

## LITERATURA CITADA

Clark A.M. 1996. Natural products as a resource for new drugs. *Pharmaceut. Res.* 13: 1133-1141.

Crueger W., Cureger A. 1993. *Biocología: manual de microbiología industrial.* Acibia S.A, Zaragoza. Pp.: 254-255.

Davender K., Lalit K., Sushil A., Chand R., Rajinder P., Vijay G. 2012.

Demirbas A. 2007. Biodiesel production facilities from vegetable oils and animal fats, part A. *Energy Sources.* 29:133-141.

Gupta R. Rathi P., Gupta N., Bradoo S. 2003. Review, Lipase assays for conventional and molecular screening:an overview. *Biotechnology and Applied Biochemistry,* 37: 63-71.

Jiménez Q. 1999. *Cedrela odorata* L. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica. *Vida Silvestre.* 27p.

Khan A. 2012. Research into biodiesel, kinetics and catalyst development, in Department of Chemical Engineering, University of Queensland: Brisbane, Queensland, Australia 20.

Kolesárová N., Hutňan M., Bodík I., Spalková V. 2011. Utilization of Biodiesel By-Products for Biogas Production. *Journal of Biomedicine and Biotechnol.* 2011:1-15.

Kouker G., Jaeger K.E., 1987. Specific and Sensitive Plate Assay for Bacterial Lipases. *Applied and Environmental Microbiology,* 53: 211-213

Madigan M., Martinko J., Parker J. 2003. *Brock biology of microorganisms.* Tenth Edition. Prentice Hall. Pearson Education, Inc. NJ. 160 p.

Mittelbach M.T.1988. Diesel fuels derived from vegetable oils. Emission tests. *Journal of American Oil Chemical Society.* 65:1185-1187.

Sandoval G., Marty A. 2007. Screening methods for synthetic activity of lipases. *Enzyme and Microbial Technology,* 40: 390-393.

Shelley A., Deeth H., MacRae C. 1987. Review of methods of enumeration, detection and isolation of lipolytic microorganisms with special reference to dairy applications. *J. Microbiol. Methods* 6:123-137.

Snellman A., Colwell R. 2004. *Acinetobacter* lipases: molecular Biology, biochemical properties and biotechnological potential. *J and Microbiol Biotechnol* 31: 391-400.

Soto J., Gutiérrez T., Lemos A., Ortiz M., Pescador N., Varela L. 1996. Biodegradación y biotransformación de moléculas orgánicas. *Manual de Laboratorio de Ecología Microbiana.* Instituto Politécnico Nacional.

Zheng S., Shi Z., Wei Biao L. 2006. Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil. *Biomass and Bioenergy.* 30: 267-272.

# EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL DE PROYECTOS DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL SURESTE DE MÉXICO

## SOCIAL IMPACT ASSESSMENT IN BIOFUEL PROJECTS IN SOUTHEASTERN MEXICO

Pérez-Vázquez, A.<sup>1</sup>; Noda-Leyva, Y.<sup>2</sup>; Valdés-Rodríguez, O.A.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, CP 91690. Apartado Postal 421 Veracruz, México. <sup>2</sup>Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Ministerio de Educación Superior, Central España Republicana. CP 44280, Matanzas, Cuba. <sup>3</sup>El Colegio de Veracruz, Carrillo Puerto no. 26, Xalapa, Ver. 91000, México.

\*Autor de correspondencia: andrea.valdes@gmail.com

### RESUMEN

Los biocombustibles han estado en los últimos años en disputa por sus externalidades negativas. Cultivos como la *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) y palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) se han promovido en el sureste de México, sin considerar su impacto social, por ello, se evaluó el impacto social de los proyectos de palma de aceite y *Jatropha* en regiones productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas en México. Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas, dirigidas a productores e informantes clave, registrando que se han implementado proyectos de *Jatropha* sin gran respaldo científico, ni estudios previos de factibilidad o evaluaciones del impacto social. Que el uso de la palma de aceite para biodiesel debe ser revalorado, ya que su principal destino a la fecha es la industria alimenticia. Se concluye la necesidad de realizar estudios de evaluación de impacto social previo al establecimiento de cualquier proyecto de biocombustibles.

**Palabras claves:** biodiesel, *Jatropha curcas*, palma de aceite, agroecosistemas.

### ABSTRACT

Biofuels have been in dispute during recent years because of their negative externalities. Crops such as *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) and palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) have been promoted in southeastern Mexico, without taking into consideration their social impact; therefore, the social impact of palm oil and *Jatropha* projects was evaluated in producing regions of Veracruz, Tabasco and Chiapas, Mexico. Semi-structured interviews were applied, directed at producers and key informants, finding that *Jatropha* projects have been implemented without much scientific backing, prior feasibility studies or social impact assessments. Also, that the use of palm oil for biodiesel should be revalued, since its primary destination up to date is the food industry. The conclusion is that there is a need to carry out studies of social impact assessment prior to establishing any biofuel project.

**Keywords:** biodiesel, *Jatropha curcas*, palm oil, agroecosystems.



## INTRODUCCIÓN

Históricamente el impulso para el establecimiento de proyectos de biocombustibles en diversas partes del mundo se debió a la promoción que a nivel internacional realizaron instituciones como el Banco Mundial (BM), la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Asociación Internacional de Energía (AIE). Sin embargo, ante la deforestación y el encarecimiento de ciertos productos alimenticios que su siembra originó, hoy día se procura que los proyectos de biocombustibles estén basados en un marco de desarrollo sustentable (Rucoba *et al.*, 2012). De ahí que se promueva su producción a partir de especies vegetales no comestibles, que además contribuyan al mejoramiento ambiental y social (BIOMAS-CUBA, 2010). Los biocombustibles derivados de especies, tales como *Jatropha curcas* y palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) pueden cumplir estos requerimientos (Mata *et al.*, 2013). Aunque para el caso de la segunda, se ha criticado su impacto en la deforestación y pérdida de biodiversidad (Rosenthal, 2007); mientras que *J. curcas* se considera de baja rentabilidad y rendimientos. En México, a partir del 2008 se impulsó la investigación y la producción de biomasa con fines energéticos dirigidos a incentivar el sector agrícola (Vale-ro *et al.*, 2011; SAGARPA, 2009), desarrollando proyectos productivos el sureste. Los resultados documentados indican que los niveles de aceptación han sido muy bajos para *J. curcas* (Valdés *et al.*, 2014); mientras que la palma de aceite ha sido bien aceptada, aunque no con fines de biocombustible; ya que su aceite tiene muchas aplicaciones en las industrias alimenticia y cosmética (Perea, 2012). Para determinar si estas dos especies podrían ser consideradas como cultivos bioenergéticos socialmente sostenibles, se planteó evaluar el impacto social en una muestra de proyectos desarrollados en regiones productoras de Veracruz, Tabasco y Chiapas, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilaron antecedentes históricos nacionales sobre proyectos con cultivos de *J. curcas* y palma de aceite, y para conocer a través de informantes clave la toma de decisiones, ejecución de proyectos y la ciencia, se realizaron entrevistas a directivos del Instituto Veracruzano de Bioenergéticos (INVERBIO), investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP) y representantes de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Para conocer la situación en campo, se entrevistó a productores de *J. curcas* en Soledad de

Doblado, Veracruz, y de palma de aceite, en Mecayapan, Veracruz, mientras que en Tabasco, se entrevistó a investigadores del Colegio de Posgraduados (COLPOS) e INIFAP, por su vinculación directa con productores de las especies en mención. Para el estado de Chiapas se realizaron búsquedas bibliográficas y consultas por vía electrónica con investigadores que han tenido vinculación con productores. La interpretación de los resultados implicó la descripción detallada de respuestas identificando debilidades y fortalezas que han generado los proyectos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estado de Veracruz

**Desarrollo social del fomento de *Jatropha*.** Las autoridades del INVERBIO manifestaron que el proyecto de biocombustibles en Veracruz pretende producir biodiesel por medio de plantaciones de *J. curcas* y palma de aceite; que existe apoyo financiero para 2,500 ha para la primera especie, con créditos de Financiera Rural y que los productores reciben beneficios mediante la entrega de biofertilizantes, sin embargo, no se evidenció la existencia de un plan de trabajo estratégico. Se indicó que se tienen establecidas en Veracruz entre 250 y 300 ha de *J. curcas* en distintas localidades sin mostrar evidencia de ello.

### Las debilidades encontradas en este programa fueron las siguientes:

Falta de planificación de los créditos otorgados resultando insuficientes. Muchos productores no recibieron los préstamos. Falta de compromiso por parte de autoridades e inversionistas. Muchos productores eliminaron su plantación (Soledad de Doblado y Tezonapa) debido a que se les aseguró la compra de su producción a precios altos, pero al final solo ofrecieron \$4,500 MX t<sup>-1</sup> de fruto, y en otros casos no hubo comprador. Falta de asesoría técnica. En principio se prometió asesoría, pero nunca se otorgó, así como tampoco se tuvieron insumos necesarios para mejorar prácticas agronómicas ni se contó con el vivero de plántula prometido. Se reportaron enfermedades y bajos rendimientos. Dadas las condiciones marginales y de variación en su manejo agronómico, los cultivos registraron bajos rendimientos. No existió maquinaria para transformación industrial; los frutos quedaron almacenados, ya que no se contó con despulpadoras, ni equipo para extraer el aceite. Nulo beneficio social. Los productores declararon que el proyecto les causó conflictos económicos y sociales, al no recibir los apoyos gubernamentales y ocupar su tierra sin ganancia alguna.

**Fortalezas identificadas:**

Los productores no invirtieron en la semilla que se utilizó, sino que fue proporcionada por el gobierno del estado y tuvo buena germinación y supervivencia. La cosecha fue manual involucrando mano de obra familiar. El cultivo coadyuva a controlar erosión del suelo y se intercala con cultivos anuales durante los primeros dos años. Los productores aún mantienen buena disposición hacia este cultivo, siempre y cuando cuenten con el apoyo del gobierno para insumos y compra de su producción.

Por su parte, los investigadores coinciden en que será muy difícil que el cultivo de la *J. curcas* llegue a tener éxito como biocombustible, dadas las características agronómicas de la especie, tales como una floración y maduración de frutos heterogénea, que dificulta la cosecha mecanizada; periodo de cosecha extenso y coincidente con otros ciclos de cultivos de importancia alimenticia (*Saccharum* spp.; *Phaseolus vulgaris*; *Zea mays*), que compiten por atención, perdiéndose muchos frutos; generando bajos rendimientos, amén de la falta de equipo de procesamiento, y cadena de valor con precio de garantía.

**Desarrollo social del fomento de Palma de aceite.** Según datos del

INVERBIO, en el sureste del estado de Veracruz existen cerca de 4,800 ha de palma de aceite con futuro para el uso de biocombustible. Los productores declararon que entre el año 1998 y 2000 se establecieron las plantaciones de Palma en Mecayapan (1,410 ha), sobre terrenos de uso agrícola y ganadero de pequeños productores (1 a 3 ha, y máximo 15 ha). El producto (Figura 1) se entrega a la fábrica de Aceites de Palma S.A. de C.V. en Acayucan, Veracruz.

**Fortalezas identificadas:**

Se considera un cultivo rentable, ya que genera beneficios, tales como pagos frecuentes durante el periodo de cosecha, que permite contratar fuerza laboral para cultivo y cosecha, y generar empleo local. Se recibieron apoyos e incentivos para siembra. El 100% de los productores entrevistados manifestó haber recibido la planta y otros apoyos.

La productividad es alta; dado que hay dos periodos de cosecha (marzo-junio con 400-800 kg ha<sup>-1</sup> de fruto cada 15 días), y agosto-octubre, con hasta 1 t ha<sup>-1</sup> de fruto cada 15 días. Por tanto, la producción anual de la palma es de alrededor de 20 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. La venta del producto está asegurada, ya que se comercializa y paga un día después de la entrega, que permite tener efectivo permanentemente en los periodos de cosecha. Existe una cadena de valor; buena comunicación entre productores, centros de acopio y fábrica, con ventajas para los involucrados.

**Debilidades identificadas:**  
Falta de asesoría agrícola; desconocimiento del paquete tecnológico, y pérdida de plantaciones de palma por inadecuado control de plagas. Es un monocultivo del cual se conoce poco. No se tienen viveros para propagar plantas de calidad ni apoyos para establecerlos. No se pueden cultivar otras especies junto con la palma. No existen asociaciones de productores ni apoyos gubernamentales. Han escuchado de INVERBIO y han recibido promesas pero nunca apoyos, ya que el aceite de la palma está destinado para usos industriales y no para biocombustible.



**Figura 1.** A: Plantación de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Mecayapan. B: Frutos para proceso.



## Estado de Tabasco

**Desarrollo social del fomento de *Jatropha*.** En Tabasco, según Hernández (2011), existían alrededor de 893,180 ha adecuadas para sembrar *J. curcas*, y se inició su cultivo como parte del proyecto estatal de biocombustibles en el 2013. Sin embargo, el gobierno incentivó y prometió a los productores apoyos pero rápidamente se perdió el interés, y los productores se quedaron con sus plantaciones establecidas en plena producción sin tener a quien vender. Instituciones como el INIFAP y Colpos desarrollaron investigaciones para generar conocimientos y tecnología de producción para la elaboración de biodiesel, de tal forma que el Colpos adquirió maquinaria para la extracción del aceite e información con la que se planteó un desarrollo tecnológico para la cadena productiva, desafortunadamente no hubo vinculación entre el gobierno y estas instituciones.

**Desarrollo social del fomento de Palma de aceite.** Las primeras plantaciones de palma en el estado de Tabasco se iniciaron en 1997. Se estableció un Plan Rector para mantener una cadena productiva consolidada. Actualmente existen alrededor de 21,000 ha y tres plantas procesadoras (Velázquez y Gómez, 2010). El gobierno a través del Comité Estatal Sistema Producto Palma de Aceite fomenta el desarrollo de regiones de palma aceiteras. Los municipios en orden de importancia conforme a superficie de cultivo son: Balancán, Tenosique, Jalapa, Tacotalpa, Emiliano Zapata, Macuspana, Teapa y Centro. En Balancán se registraron 187 productores y 2,052.56 ha; en Tenosique 149 productores y 1,290.45 ha; en Jalapa, 95 productores y un total de 559.49 ha. El resto de los municipios cuenta con un total de 4,651.36 ha de cultivo.

### Las principales debilidades identificadas fueron:

Suelos agrícolas inapropiados. A pesar de realizarse un estudio de suelos previo, el gobierno determinó arbitrariamente donde sembrar y las plantas se establecieron en suelos de mediana a baja fertilidad, con las consecuencias de bajas producciones.

Falta de capacitación y seguimiento a los productores. Existe escaso o nulo seguimiento a los palmicultores, con su consecuente falta de capacitación y subsidios a los programas correspondientes.

Lejanía entre industria y campos de cultivo. Las plantaciones fueron sembradas muy distantes de las fábricas, lo que ocasiona molestias y altos costos en transportación.

### Las fortalezas identificadas fueron:

Alta productividad. Se llegan a obtener rendimientos entre 4.0 y 10 ton ha/año.

Toda la producción se vende a las empresas, que utilizan la materia prima para obtener aceite muy demandado por la industria alimenticia y de cosméticos.

Es un cultivo que genera fuentes de ingresos importantes en la economía local y del estado.

## Estado de Chiapas

**Desarrollo social del fomento de *Jatropha*.** El fomento de *Jatropha* en el estado de Chiapas inició en el año 2008, mucho antes de tener los paquetes tecnológicos validados para esta especie (Valero *et al.*, 2011). Debido a ello, aunque en un inicio recibió gran publicidad, a los pocos años se registró el fracaso de este proyecto.

### Las principales debilidades identificadas fueron:

Mala planeación del Gobierno. El programa productivo estaba desarticulado con importación y entrega tardía de semilla de mala calidad, que ocasionó un bajo porcentaje de germinación. Se otorgaron préstamos insuficientes para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.

Mala planeación agrícola. Además de una carente capacitación técnica para los productores, tampoco se tomó en cuenta la genética ni el manejo de la plantación acorde a las condiciones agroecológicas contrastantes del estado de Chiapas.

Logística inadecuada. No se establecieron viveros ni plantaciones cercanas a las zonas de procesamiento para disminuir costos de transporte, ni se procuraron suficientes centros de acopio (Amsda, 2004).

En resumen el proyecto de biocombustibles en Chiapas no dispuso de los medios suficientes para que los agricultores tuvieran éxito con sus cultivos. Por lo que después de transcurridos cinco años de su inicio, los resultados eran desalentadores para los productores, según comunicación personal de investigadores y productores de Chiapas.

**Desarrollo social del fomento de Palma de aceite.** La promoción de su siembra inició durante los años 1982-1988 (Palacios *et al.*, 2003). Los usos que se le dan a este cultivo son para la industria alimenticia y cosmética. La

producción de palma de aceite se ubica en cuatro regiones económicas: Soconusco, Istmo-Costa, zona Maya y Tulijá. En promedio se producen 14 ton/ha de racimos de fruto fresco. El 70% proviene de productores individuales y organizados y el 30% restante de plantaciones propias de las agroindustrias. Se identifican dos grupos de proveedores: los proveedores individuales, que son productores de mediana y alta escala, que cuentan con plantaciones de más de 10 ha, en su mayoría tecnificadas, con riego y/o drenaje; y los proveedores organizados, son grupos de ejidatarios que cuentan con plantaciones promedio de 10 ha por productor, con bajo nivel de tecnificación. En el estado operan siete industrias extractoras. Se otorgan apoyos gubernamentales a través de la SAGARPA y el Gobierno del Estado, así como las Agencias de Gestión de la Innovación para el Desarrollo de Proveedores (AGI-DP), que proporcionan asesorías, apoyos técnicos, económicos y articulan redes para el desarrollo de proveedores (Perdomo, 2014).

A pesar de ello, el problema principal en la cadena productiva de la palma de aceite en Chiapas es su baja productividad, como consecuencia de las limitadas innovaciones tecnológicas, así como una oferta insuficiente de asesores técnicos especializados. La baja productividad ha provocado que las plantas extractoras se encuentren subutilizadas al 50% de su capacidad instalada. Por lo que se requiere formar estructuras técnicas especializadas en producción de palma de aceite; apoyar la capacitación para productores y promover la adopción de nuevas tecnologías que mejoren la productividad de las plantaciones.

**Cuadro 1.** Características de la producción de *Jatropha* y palma de aceite en los Estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas.

Cultivo	Característica	Veracruz	Tabasco	Chiapas
Piñón ( <i>Jatropha curcas</i> L.)	Organización de productores	No existe	No existe	Organizados
	Actitud actual hacia el proyecto	Negativa	Negativa	Negativa
	Integración de la cadena de valor	No existente	No existente	Parcial
	Apoyo de asistencia técnica	No existente	No existente	Parcial
	Financiamiento público	Parcial o inconsistente	Ausente	Parcial o inconsistente
	Mejora económica del productor	Inexistente	Inexistente	Incipiente
	Material genético	Introducido	Local	Introducido
	Presencia de plagas	Bajo	Bajo	Alto
	Tierras donde se cultiva	Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	Tierras agrícolas o abandonadas
	Éxito del proyecto	Nulo	Nulo	Bajo
Palma de aceite ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	Organización de productores	Organizados	Organizados	Organizados
	Actitud actual hacia el proyecto	Positiva, optimista	Positiva	Positiva, moderada
	Integración de la cadena de valor	Constituida	Constituida	Constituida
	Apoyo de asistencia técnica	Ausente	Ausente	Parcial
	Financiamiento y subsidio público	Solo inicial (planta)	Parcial (inicial)	Acceso limitado
	Mejora económica del productor	Consistente	Consistente	Consistente
	Material genético	Introducido	Introducido	Introducido
	Presencia de plagas	Tuza, arrieras (inicio)	Escarabajos (picudo), tuza	Roedores, escarabajos (picudo)
	Tierras donde se cultiva	Áreas bajo cultivo (maíz) o ganadería	Áreas bajo cultivo (maíz), ganadería o abandonadas	Áreas bajo cultivo, maíz y ganadería
	Éxito del proyecto	Aceptable	Aceptable	Medianamente aceptable

Fuente: Resultados de las entrevistas realizadas por los autores.

Por lo anterior se resume un conjunto de características compartidas por los tres estados bajo estudio que permiten apreciar el porqué del éxito o fracaso de los cultivos de *Jatropha* y palma de aceite en el sur de México (Cuadro 1).

## CONCLUSIONES

La implementación de cualquier estrategia de desarrollo agrícola debe considerar aspectos ecológicos, económicos y de impacto social; que para los proyectos de biocombustibles en el sureste de México no se consideraron, por llevarse a cabo precipitadamente, sin respaldo científico ni estudios previos de factibilidad y poca aceptación social. En el caso de *J. curcas*, los productores han carecido de información, asesoría técnica especializada, financiamiento adecuado y consolidación de la cadena de valor; además de que su uso para la producción de biodiesel aun no es claro ni rentable. La palma de aceite proporciona buenos ingresos económicos, no obstante, su uso para biodiesel debe ser revalorado, ya que su principal destino ha sido la industria alimenticia y cosmética.

## AGRADECIMIENTO

Al Colegio de Postgraduados, LPI3.- Energía Alternativa y Biomateriales.

## LITERATURA CITADA

AMSDA. 2004. Diagnóstico del sistema producto palma de aceite, plan rector del estado de Chiapas. En: Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Agropecuario, A.C. Obtenido de <http://www.amsda.com.mx/>.

BIOMAS-CUBA. 2010. Informe al Comité de Experto. II Etapa. Proyecto: La biomasa como fuente renovable de energía para el medio

rural cubano. Programa Territorial Desarrollo Energético Sostenible.

- Hernández M.A. 2011. Tabasco, pionero en fabricación de Biodiesel. Obtenido de <http://www.oem.com.mx/elsoldemexico/notas/n2187163.htm>.
- Mata M.T., Caetano N.S., Costa A.V.C, Sikdar K.S., Martins A.A. 2013. Sustainability analysis of biofuels through the supply chain using indicators. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 3, 53–60. doi.org/10.1016/j.seta.2013.06.001
- Palacios A., Ku R., Estrada J., Tucuch M. 2003. Cadena Agroalimentaria e Industrial de Palma de Aceite, Campeche México. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias), Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce A.C.
- Perdomo B. 2014. Red de Valor: Palma de aceite en Chiapas. Obtenido de <https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?>
- Perea E. 2012. Palma de aceite, se extiende cultivo en sureste mexicano. Obtenido de <http://imagenagropecuaria.com/2012/palma-de-aceite-se-extiende-cultivo-en-sureste-mexicano/>
- Rosenthal E. 2007. Once a dream fuel, palm oil may be an eco-nightmare. *New York Times*, Jan. 31:C1.
- Rucoba A., Munguía A., Sarmiento F. 2012. Entre la *Jatropha* y la pobreza: reflexiones sobre la producción de agrocombustibles en tierras de temporal en Yucatán. *Estudios Sociales*, 41, 115–141.
- SAGARPA. 2009. Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Valdés-Rodríguez O. A., Muñoz, C. Pérez-Vázquez A. 2014. Drivers and consequences of the First *Jatropha curcas* Plantations in Mexico. *Sustainability*, 6, 3732–3746.
- Valero P.J., Cortina V.S., Vela V.S. 2011. El proyecto de biocombustibles en Chiapas: experiencias de los productores de piñón (*Jatropha curcas*) en el marco de la crisis rural. *Estudios Sociales*, 19, 120–144.
- Velázquez J.R., Gómez A. 2010. Palma Africana en Tabasco. Resultados de investigación. Obtenido de <http://www.archivos.ujat.mx/2011/difusion/libros/23.pdf>



# IDENTIFICACIÓN DE ORGANISMOS PLAGA DEL PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.)

## IDENTIFICATION OF PEST ORGANISMS IN JATROPHA (*Jatropha curcas* L.)

López-Guillén, G.<sup>1\*</sup>; Gómez-Ruiz, J.<sup>2</sup>; Barrera-Gaytán, J.F.<sup>2</sup>; Martínez Bolaños, M.<sup>1</sup>;  
Herrera-Parra, E.<sup>3</sup>; Hernández-Arenas, M.G.<sup>4</sup>; Reyes-Reyes, A.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, C.P. 30780, México. <sup>2</sup>Grupo Académico Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas, El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, CP 30700, México. <sup>3</sup>INIFAP, Campo Experimental Mocoohá, Mérida, Yucatán, C.P. 97454, México. <sup>4</sup>INIFAP, Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos C.P. 62780, México.

**Autor para correspondencia:** lopez.guillermo@inifap.gob.mx.

### RESUMEN

El piñón, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae), ha despertado mucho interés en los últimos años, debido a que a partir del aceite que se extrae de sus semillas se puede producir biodiesel. A pesar de las propiedades tóxicas de la planta y su supuesta resistencia, existen reportes de organismos plaga en todo el mundo, las cuales dañan diferentes partes de la planta; por ello, se realizó una revisión de literatura sobre los principales organismos plaga que dañan a *J. curcas*. La información que se presenta incluye datos de distribución geográfica, parte de la planta dañada y estimación de daños.

**Palabras clave:** Biodiesel, plagas, daños.

### ABSTRACT

*Jatropha* [*Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae)] has raised much interest in recent years, because biodiesel can be produced from the oil extracted from its seeds. Despite the toxic properties of the plant, and its alleged resistance, there are reports of pest organisms throughout the world, which damage different parts of the plant; therefore, a literature review was carried out about the main pest organisms that damage *J. curcas*. The information presented includes data about geographical distribution, parts of the plant damaged, and damage estimation.

**Keywords:** biodiesel, pests, damage.



## INTRODUCCIÓN

**El género** *Jatropha* L., cuenta con 175 especies, 45 de las cuales se encuentran en México, (Martínez *et al.*, 2002; Rodríguez-Acosta *et al.*, 2009). Entre las especies del género destaca el piñón, *Jatropha curcas* L., una planta multipropósitos, que ha adquirido importancia como cultivo bioenergético a nivel mundial, debido a que se puede extraer aceite de sus semillas para elaborar biodiesel (Foild *et al.*, 1996; Heller, 1996; Martínez-Herrera, 2008). La región comprendida entre México y Centroamérica es considerada como el centro de origen de *J. curcas*, aunque en la actualidad se encuentra dispersa en regiones tropicales y subtropicales de Asia, África y Australia (Heller 1996; Pecina-Quintero *et al.*, 2011). Es importante conocer el centro de origen de una planta porque influye sobre la diversidad y abundancia de organismos asociados (van Driesche *et al.*, 2007). De acuerdo con la hipótesis coevolutiva, en México y Centroamérica, se puede esperar la mayor biodiversidad de artrópodos asociada a piñón en comparación con otras regiones del mundo. Desde que *J. curcas* se cultiva, se han observado problemas fitosanitarios, a pesar de la supuesta resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades de la planta, atribuida a la presencia de metabolitos secundarios (Grimm y Maes, 1997a,b,c; Grimm y Führer, 1998; Jongschaap *et al.*, 2007; Kumar y Sharma, 2008; Nielsen, 2010). A medida que se incrementa el interés por cultivar *J. curcas* con fines de explotación comercial en grandes superficies como monocultivo, es probable que se tengan más reportes de plagas y enfermedades emergentes. En el presente trabajo, se presenta un listado de las principales plagas de *J. curcas* de acuerdo con diversas fuentes de información, con distribución geográfica y parte de la planta dañada por cada artrópodo fitófago.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para describir la riqueza de especies de artrópodos fitófagos reportados en *J. curcas* en distintos continentes, así como, daños y pérdidas ocasionados por las principales plagas de *J. curcas*, se obtuvo información a través de una búsqueda en bases de datos especializadas, tales como Web of Science y Ebsco, para lo cual se usaron palabras clave, por ejemplo, plagas de *J. curcas*, artrópodos de *J. curcas*, y otras palabras. La información obtenida, se vació en una hoja del programa de cómputo de Excel, para su posterior análisis aritmético.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Plagas de *J. curcas*: distribución geográfica y parte de la planta dañada

Los artrópodos reportados como plagas pueden variar de acuerdo con el lugar en donde esté la plantación de *J. curcas*, aunque algunos artrópodos fitófagos pueden estar presentes en más de un ambiente o región. La revisión a nivel mundial de Grimm y Maes (1997a) enlista 27 artrópodos entre insectos y ácaros asociados a esta planta en Nicaragua, y tan sólo para Chiapas, Quiroga-Madrugal *et al.* (2010) reportan 60 especies de artrópodos fitófagos. En Asia, se considera que las plagas más devastadoras son *Agonosoma trilineatum* (F.), *Scutellera nobilis* Fabr. *Chrysocoris purpureus* (Westw.) (Hemiptera: Scutelleridae), *Pempelia morosalis* (= *Salebria morosalis*) (Saalm Uller), *Stomphasistis* (Acrocercops) *thraustica* (*Stomphastis plectica* Meyrick) (Lepidoptera: Bucculatricidae), *Achaea janata* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae), *Oxycetonia versicolor* Fab. (Coleoptera: Scarabaeidae; Cetoniinae), *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae), *Retithrips syriacus* (Mayet) (Thysanoptera: Thripidae), *Rhipiphorothrips cruentatus* Hood (Thysanoptera: Heliothripidae) y *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Shanker y Dhyani, 2006; Patel *et al.*, 2009; Shankara y Sannaveppanavar, 2009). En África, se cita como más importante a *Apthona dilutipes* (Jacoby) (Coleoptera: Chrysomelidae) (Nielsen, 2009, 2010). En tanto que en Centro y Sudamérica, se han reportado como las plagas de importancia económica a *Pachycoris torridus* (Scopoli), *P. klugii* (Hemiptera: Scutelleridae), *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae) y *Lagocheirus undatus undatus* (Voet) (Coleoptera: Cerambycidae) (Sánchez-Soto *et al.* 2004; Grimm y Somarriba, 1999; Grimm y Maes, 1997a,b,c).

En México, también se han realizado trabajos de investigación relacionados con plagas de *J. curcas*, en los cuales se reportan artrópodos fitófagos que se alimentan de diversas partes de la planta, entre los que destacan: *Psapharochrus* sp., *L. undatus undatus* (Voet) (Coleoptera: Cerambycidae), *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae), *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae); *Aphis* sp. (Hemiptera: Aphididae), *Chlosyne janais* (Drury) (Lepidoptera: Nymphalidae), *Trigona* sp. (Hymenoptera: Apidae), *P. klugii*, *P. torridus*, *L. zonatus*, *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) y *Ectomyeloides muriscis* (Dyar)

(Pyralidae: Lepidoptera) (Gómez-Ruiz *et al.*, 2015; López-Guillén *et al.*, 2013; López-Guillén *et al.*, 2012; Tepole-García *et al.*, 2012; Quiroga-Madrigal *et al.*, 2010). El Cuadro 1 muestra un listado de las principales plagas del piñón, su distribución geográfica y la parte de la planta que dañan. El 50% de las especies reportadas como plagas pertenece al orden Hemiptera, seguido por las especies que pertenecen al orden Lepidoptera y Coleoptera. Los artrópodos fitófagos en plantaciones de *J. curcas* pueden causar daños directos o indirectos. *P. torridus*, *P. klugii*, *L. zonatus*, *S. nobilis*, *C. purpureus*, *P. morosalis* y *E. muriscis*, se pueden considerar como plagas que causan daños directos, pues se alimentan en frutos o semillas. En tanto, que las demás especies de insectos que dañan al follaje, raíces, ramas y tallos, son plagas que causan daños indirectos.

### Riqueza de especies de artrópodos fitófagos en función del centro de origen

De acuerdo con Lama *et al.* (2015), las plantas invasivas pueden desarrollarse mejor en un nuevo ambiente debido a que sufren menos estrés causado por artrópodos fitófagos especialistas nativos, y también, porque los artrópodos fitófagos generalistas en las nuevas áreas colonizadas, prefieren plantas hospederas nativas a las plantas recién introducidas. De acuerdo con la hipótesis coevolutiva, se espera encontrar más riqueza de especies de artrópodos fitófagos en el centro de origen de *J. curcas* que en otros lugares. Por lo tanto, si consideramos que el continente americano (dentro de cierto rango) es el centro de origen de *J. curcas*, se puede esperar mayor diversidad de artrópodos fitófagos en esta región del planeta que en

cualquier otra. La información disponible en bases de datos especializadas, muestra mayor riqueza de especies de artrópodos fitófagos en el continente Americano que en los otros continentes. Un 68% de las especies asociadas a *J. curcas* han sido registradas en América, principalmente en Nicaragua, Perú, Brasil, Honduras y México; mientras que en Asia se ha registrado 29% de las especies, principalmente en India, China y Australia. En África, se encontró tan sólo 3% de las especies, principalmente en Kenia y Tanzania, mientras que en Europa no existe ningún reporte (Figura 1).

### Daños y pérdidas ocasionados por plagas a *J. curcas*

Los artrópodos fitófagos dañan todas las partes de *J. curcas* en cada etapa fenológica del cultivo. Se han reportado daños en raíces, plántulas, hojas, ramas, tallos, flores,

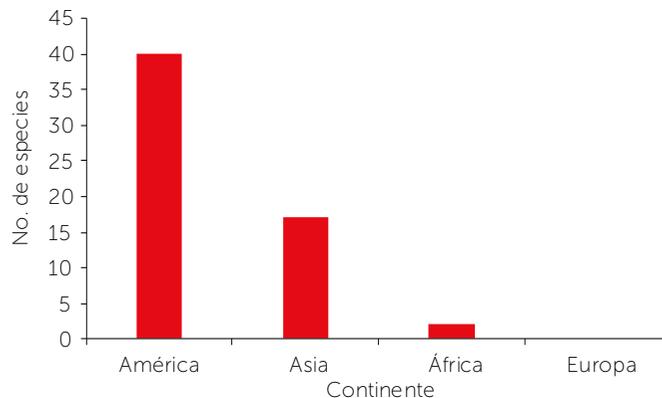
**Cuadro 1.** Principales artrópodos fitófagos que han sido reportados atacando a *J. curcas* (modificado de López-Guillén *et al.*, 2013).

Orden	Familia	Género y especie	Distribución geográfica
<b>Raíces y plántulas</b>			
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i> sp.	Honduras
<b>Hojas</b>			
Lepidoptera	Bucculatricidae	<i>Stomphastis (Acrocercops) thraustica</i> ( <i>Stomphastis plectica</i> )	India, China y México
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Achaea janata</i>	India
Hemiptera	Cicadellidae	<i>Empoasaca krameri</i>	Brasil
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	India
Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta</i> sp.	Honduras y México
<b>Ramas y tallos</b>			
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Lagocheirus undatus</i>	Nicaragua y México
<b>Flores, frutos y semillas</b>			
Hemiptera	Scutelleridae	<i>Pachycoris kuglii</i>	Nicaragua y México
Hemiptera	Scutelleridae	<i>Pachycoris torridus</i>	Perú, Brasil, Nicaragua, México
Hemiptera	Scutelleridae	<i>Agonosoma trilineatum</i>	Australia
Hemiptera	Scutelleridae	<i>Scutellera nobilis</i>	India
Hemiptera	Scutelleridae	<i>Chrysocoris purpureus</i>	India
Hemiptera	Coreidae	<i>Leptoglossus zonatus</i>	Nicaragua y México
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Pempelia morosalis</i> (= <i>Salebria morosalis</i> )	India
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Ectomyelois muriscis</i>	México
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Oxycetonia versicolor</i>	India

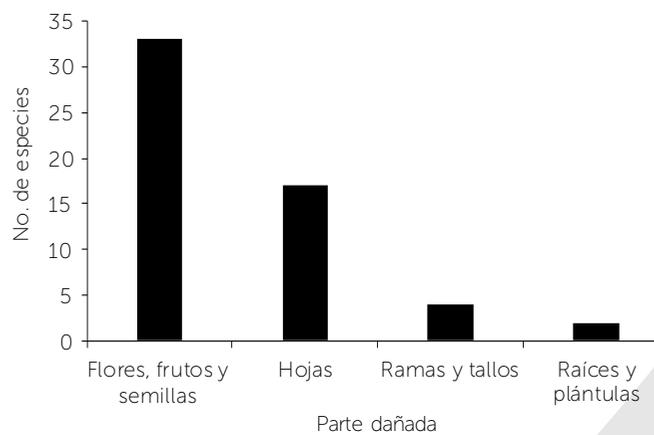
frutos y semillas. Sin embargo, el número de registros de especies de artrópodos fitófagos que se alimentan en cada parte de la planta no es el mismo. Se encontró que existe más registros de especies de artrópodos fitófagos que dañan flores, frutos y semillas (59%), seguidas por registros de especies de artrópodos que dañan al follaje (30%), después por registros de artrópodos que dañan ramas y tallos (7%), y por último, por registros de artrópodos que dañan raíces y plántulas (4%) (Figura 2). En la literatura disponible sobre plagas de *J. curcas*, existen pocos trabajos de investigación relacionados con la evaluación de daños ocasionados por plagas.

Grimm y Maes (1997a), cuantificaron el daño causado por chinches usando tablas de vida, y encontraron reducción de 18.5% en la producción de semilla con densidades bajas de chinches *P. klugii* (3,500 individuos ha<sup>-1</sup>). Por su parte Grimm (1996), reportó pérdidas de hasta 53% de semillas potenciales provocadas por factores bióticos y abióticos, de los cuales las chinches identificadas como *P. klugii*, *L. zonatus* y *Hypselonotus intermedius* Distant (Coreidae) dañaron 18.5% de semillas; los saltamontes identificados como *Schistocerca nitens*, *Schistocerca piceifrons piceifrons*, *Idiarthron* sp., *Aldemona azteca*, *Dolichocercus* sp., *Orophus* sp., y *Phylloptera* sp., contribuyen con 0.9%; el resto de las pérdidas se atribuyen a factores abióticos. También se ha evaluado el daño ocasionado por las chinches *P. klugii* y *L. zonatus* que se alimentan de flores y frutos de *J. curcas* en jaulas de campo, en la que se observó que las dos especies de chinches, redujeron el rendimiento y disminuyeron el contenido de aceite de la semillas, aunque no su conte-

nido de proteína (Grimm, 1999). El mismo investigador indicó que *P. klugii* induce el mayor porcentaje de frutos abortados cuando tienen un diámetro entre 10 y 15 mm. En evaluaciones del daño causado por la chinche *S. nobilis*, se registró que después de confinar densidades conocidas de ninfas en brotes de *J. curcas*, ocurre un incremento del daño a medida que se aumenta la densidad de chinches, dos ninfas por planta no causaron daño, pero 20 ninfas si provocaron un daño considerable comparado con el testigo sin chinches (Sharma y Srivastava, 2010). Recientemente, se reportó que las larvas de *E. muriscis*, se alimenta directamente de las semillas de *J. curcas*, las cuales pueden disminuir su rendimiento hasta 10% (Gómez-Ruiz et al., 2015).



**Figura 1.** Riqueza de especies de artrópodos fitófagos asociados a *J. curcas* por continente.



**Figura 2.** Número de especies de artrópodos fitófagos registradas en distintas partes de la planta de *J. curcas*.

El mismo investigador indicó que *P. klugii* induce el mayor porcentaje de frutos abortados cuando tienen un diámetro entre 10 y 15 mm. En evaluaciones del daño causado por la chinche *S. nobilis*, se registró que después de confinar densidades conocidas de ninfas en brotes de *J. curcas*, ocurre un incremento del daño a medida que se aumenta la densidad de chinches, dos ninfas por planta no causaron daño, pero 20 ninfas si provocaron un daño considerable comparado con el testigo sin chinches (Sharma y Srivastava, 2010). Recientemente, se reportó que las larvas de *E. muriscis*, se alimenta directamente de las semillas de *J. curcas*, las cuales pueden disminuir su rendimiento hasta 10% (Gómez-Ruiz et al., 2015).

## CONCLUSIONES

Los artrópodos fitófagos considerados como plagas de *J. curcas* pueden dañar distintas partes de la planta, los cuales en ocasiones originan siniestro del cultivo o reducción de la producción de semillas y contenido de aceite. Aproximadamente el 50% de las especies de artrópodos fitófagos registrados como plagas pertenecen al orden Hemiptera. La mayor riqueza de especies de artrópodos fitófagos ha sido registrada en el

continente americano. Se reporta una reducción de la producción de semilla de hasta 18.5% por daños ocasionados por chinches.

## LITERATURA CITADA

Foild N., Foild G., Sanchez M., Mittelbach M., Hackel S. 1996. "Jatropha curcas L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua". *Bioresource Technology* 58: 77-82.

- Gómez-Ruiz J., López-Guillén G., Barrera J.F., Solís A.M., Zamarripa-Colmenero A. 2015. First record of *Ectomyelois muriscis* (Lepidoptera: Pyralidae) on physic nut (*Jatropha curcas*), a biofuel plant. *Biomass and Bioenergy* 75: 150-154.
- Grimm C. 1996. Cuantificación de daños por insectos en los frutos del tempete, *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), a través de una tabla de vida. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 42: 23-30.
- Grimm C. 1999. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 92: 127-136.
- Grimm C., Maes J.-M. 1997a. Arthropod fauna associated with *Jatropha curcas* L. in Nicaragua: a synopsis of species, their biology and pest status. In: Gubitx G.M., Mittelbach M., Trabi M. (eds.). *Biofuels and Industrial Products from Jatropha curcas*. Dbv-Verlang, Graz, pp: 31-39.
- Grimm C., Maes J.-M. 1997b. Insectos asociados al cultivo de tempete (*Jatropha curcas* L.) (Euphorbiaceae) en el Pacífico de Nicaragua. I. Scutelleridae (Heteroptera). *Revista Nicaraguense de Entomología* 39: 13-26.
- Grimm C., Maes J.-M. 1997c. Insectos asociados al cultivo de tempete (*Jatropha curcas* L.) (Euphorbiaceae) en el Pacífico de Nicaragua. II. Pentatomidae (Heteroptera). *Revista Nicaraguense de Entomología* 40: 13-28.
- Grimm C., Führer E. 1998. Population dynamics of true bugs (Heteroptera) in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations in Nicaragua. *Journal of Applied Entomology* 122: 515-521.
- Grimm C., Somarriba A. 1999. Suitability of physic nut (*Jatropha curcas* L.) as single host plant for the leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* Dallas (Het., Coreidae). *Journal of Applied Entomology* 123: 236-249.
- Heller J. 1996. Physicnut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilization and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Jongschaap R.E.E., Corré W.J., Bindraban P.S., Brandenburg, W.A. 2007. Claims and facts on *Jatropha curcas* L. Plant Research International B.V., Wageningen. Stichting Het Groene Woudt, Laren. Report 158. 42 p. (+ Appendices).
- Kumar A., Sharma S. 2008. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. *Industrial Crops and Products* 28: 1-10.
- Lama A.D., Vuorisalo T., Niemelä P. 2015. Global patterns of arthropod herbivory on an invasive plant, the physic nut (*Jatropha curcas* L.). *Journal of Applied Entomology* 139: 1-10.
- López-Guillén G., Gómez Ruiz J., Barrera-Gaytán J.F., Zamarripa-Colmenero A. 2012. Artrópodos asociados a *Jatropha curcas* L. y *Ricinus communis* L. en Chiapas. *Entomología Mexicana* 11: 375-380.
- López-Guillén G., Barrera J.F., Gómez Ruiz J., Zamarripa-Colmenero A. 2013. Plagas de *J. curcas*. En: Zamarripa, C. A. y J. L. Solís Bonilla (ed.). *Jatropha curcas* L. Alternativa bioenergética en México. Ave Dos Taller Creativo, Tapachula, Chiapas, México, pp: 69-81.
- Martínez G.M., Jiménez J., Cruz R., Juárez A., García R., Cervantes A., Mejía R. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* 73: 155-281.
- Martínez-Herrera J., 2008. El piñón mexicano: fuente de energía renovable en el estado de Morelos. *Memorias del foro nacional sobre cultivos productores de biodiesel (Jatropha curcas, Ricinus communis)*. Aguascalientes, México, pp: 13-23.
- Nielsen F. 2009. *Jatropha curcas* oil production for local development in Mozambique. *African Crop Science Conference Proceedings* 9: 71-75.
- Nielsen F. 2010. Pest and diseases. In: *The Jatropha Handbook, From cultivation to application*. FACT, Fuels from Agriculture in Communal Technology. The Netherlands, pp: 22-26.
- Patel H.V., Patel K.G., Pandya, H.V. 2009. Preliminary Screening of Genotypes against Insects of *Jatropha (Jatropha curcas* L.) in Gujarat. *Insect Environment* 15: 59.
- Pecina-Quintero V., Anaya-López J.L., Zamarripa-Colmenero A., Montes García N., Núñez Colín C.A., Solís Bonilla J.L., Aguilar-Rangel M.R., Gill Langarica H.R., Mejía Bustamante D.J. 2011. Molecular characterisation of *Jatropha curcas* L. genetic resources from Chiapas, Mexico through AFLP markers. *Biomass and Bioenergy* (En prensa).
- Quiroga-Madriral R.R., Aguilar-Astudillo E., Morales-Morales C.J., Rosales-Esquinca M.A., Gil-Martínez G. 2010. Guía ilustrada de insectos y arañas asociadas al piñón (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas, México, con énfasis en la Depresión Central. Talleres Gráficos, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 135 p.
- Rodríguez-Acosta M., Vega-Flores K., De Gante-Cabrera V.H., Jiménez-Ramírez J. 2009. Distribución del género *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) en el estado de Puebla, México. *Polibotánica* 28: 37-48.
- Sánchez-Soto S., Milano P., Nakano O. 2004. Nova planta hospedeira e novos padrões cromáticos de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) no Brasil. *Neotropical Entomology* 33: 109-111.
- Shankara M., Sannaveppanavar V.T. 2009. Need for generating baseline data for monitoring insecticide resistance in new invasive mealy bug *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Insecta:Hemiptera: Pseudococcidae), the key pest of papaya and biofuel crop, *Jatropha curcas*. *Resistant Pest Management Newsletter* 19: 39-42.
- Shanker C., Dhyani S.K. 2006. Insect pests of *Jatropha curcas* L. and the potential for their management. *Current Science* 91: 162-163.
- Sharma R.P., Srivastava C.P. 2010. Studies on damage potential and integration of some IPM components against scutellerid bug infesting *Jatropha* in Eastern Uttar Pradesh of India. *International Journal of Agricultural Research* 5: 1116-1123.
- Tepole-García R.E., Pineda-Guillermo S., Martínez-Herrera J., Castrejón-Gómez V.R. 2012. Records of two pest species, *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae) and *Pachycoris klugii* (Heteroptera: Scutelleridae), feeding on the physic nut, *Jatropha curcas*, in Mexico. *Florida Entomologist* 95: 208-210.
- van Driesche R.G., Hoddle M.S., Center T.D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. USDA, US Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team. FHTET-2007-02, 751 p.

# ACLIMATACIÓN DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews, OBTENIDOS *in vitro*

## ACCLIMATION OF INTRA-SPECIFIC HYBRIDS OF *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews, OBTAINED *in vitro*

Hernández-Leal, E.<sup>1</sup>; Castillo-Martínez, C.R.<sup>4</sup>; Reyes-López, D.<sup>2\*</sup>; Corona-Torres, T.<sup>1</sup>; Avendaño-Arrazate, C.H.<sup>5</sup>; García-Zavala, O.J.J.<sup>1</sup>; Vaquera-Huerta, H.<sup>3</sup>; Villalobos-Navarro, F.<sup>4</sup>; Bonilla-Barrientos, O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Genética, Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 carr. México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. <sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Dom. Con. San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. <sup>3</sup>Programa en Estadística, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. <sup>4</sup>Centro Nacional de Recursos Genéticos, Boulevard de la Biodiversidad Núm. 400, Col. Centro CP. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. <sup>5</sup>INIFAP-Campo Experimental Rosario-Izapa, INIFAP.

\*Autor para correspondencia: delfino\_reyes2001@yahoo.com.mx

### RESUMEN

Se desarrollaron vitroplantas de genotipos híbridos intraespecíficos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews obtenidos por semilla, ya que éstas no germinan de manera natural por falta de reservas nutritivas. Para asegurar la mayor sobrevivencia se evaluaron dos técnicas de preaclimatación y una de aclimatación utilizando 21 cruza intraespecificas y una autofecundación. Las vitroplantas tuvieron 4-7 cm de longitud y tres raíces. Se colocaron en recipientes de plástico de un litro con sustrato Peat moss® con los tratamientos: T<sub>1</sub> un vaso de plástico usado como tapa del frasco, T<sub>2</sub> una bolsa de nylon transparente como tapa, y en ambos casos cinco plantas por cruza. Ambos tratamientos se llevaron a cámara de germinación a 26 °C y 70% de humedad relativa. A los 53 días después de la preaclimatación se llevaron a un módulo de malla sombra (80%) para su aclimatación. Existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos de preaclimatación, registrando T<sub>2</sub> con mejores porcentajes de sobrevivencia de vitroplantas, debido que la técnica permitió un cambio gradual de las condiciones *in vitro* a las condiciones *ex vitro*. En la fase de aclimatación también se observó diferencias estadísticas significativas entre las cruza ( $P \leq 0.05$ ) debido a su condición genética.

**Palabras clave:** Sobrevivencia, vainilla, vitroplantas.

### ABSTRACT

Vitroplants were developed of intra-specific hybrid genotypes from *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews obtained by seed, since these do not germinate naturally for lack of nutritional reserves. To ensure the longest survival, two techniques for pre-acclimation were evaluated, and one for acclimation, using 21 intra-specific crosses and one self-fertilization. Vitroplants had 4-7 cm of length and three roots. They were placed in one-liter plastic recipients with Peat moss® substrate with the following treatments: T<sub>1</sub> one plastic cup used as tap for the container, T<sub>2</sub> one transparent nylon bag as lid, and in both cases five plants per cross. Both treatments were taken to the germination chamber at 26 °C and 70 % relative humidity. At 53 days after pre-acclimation they were taken to a module of shade mesh (80 %) for acclimation. Significant differences were found ( $P \leq 0.05$ ) between pre-acclimation treatments, finding T<sub>2</sub> with better percentages of vitroplant survival, because the technique allowed a gradual change from *in vitro* conditions to *ex vitro* conditions. During the acclimation phase, significant statistical differences were also observed between the crosses ( $P \leq 0.05$ ) due to their genetic condition.

**Keywords:** survival, vanilla, vitroplants.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 72-77.

**Recibido:** febrero, 2016. **Aceptado:** septiembre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

La diversidad genética en las plantaciones de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) y el resto del mundo es limitada (Cibrián, 1999; Besse et al., 2004), ya que su modo de reproducción comercial es asexual por medio de segmentos cortados de tallo lo que hace que no se presente variación genética entre individuos (Divakaran et al., 2006) por otro lado para la obtención de frutos comerciales (Cápsulas o silicuas), las flores se polinizan manualmente en campo (Soto, 1999), pero los frutos contienen sustancias que inhiben la germinación de las semillas (Augstburger et al., 2000) y aunque éstas, contenidas en una capsula son numerosas (2-3 millones), se estima que sólo 2% a 3% pueden germinar en condiciones naturales (Luan et al., 2006). Una estrategia para ampliar la base genética en poblaciones con limitada variabilidad es el uso de la hibridación, en el caso de vainilla pueden utilizarse especies como *V. planifolia*, *V. pompona*, *V. odorata* y *V. phaeanta* (Soto, 1999; Menchaca et al., 2011). Para la producción comercial de muchas orquídeas la germinación *in vitro* de sus semillas es importante (Arditti, 1984). Las plántulas obtenidas *in vitro* realizan fotosíntesis, sin embargo, al transferirse a condiciones *ex vitro* para su aclimatación, generalmente disminuyen el desarrollo y rendimiento fotosintético, debido a la falta de las condiciones particulares del cultivo *in vitro*, tales como alta humedad relativa, baja intensidad luminosa, y baja concentración de CO<sub>2</sub> (Kadlecek et al., 2001). Dentro de un programa de mejoramiento genético en vainilla es necesario la utilización de las técnicas de cultivo *in vitro* para la obtención de vitroplantas híbridas. Sin embargo, es la transición de cultivo *in vitro* a cultivo *ex vitro* donde se debe asegurar

su sobrevivencia para ser establecidas en su lugar definitivo, por lo que en el presente trabajo se describen técnicas de preaclimatación utilizando 21 cruza intraespecíficas de *Vanilla planifolia*, y una autofecundación para posteriormente aclimatarlas en su lugar definitivo, conocimientos que contribuirán a fortalecer la fase de preaclimatación y aclimatación en vainilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Pre-aclimatación y aclimatación de híbridos

En el ciclo agrícola primavera-verano del 2013, se realizaron cruza con las accesiones del banco de germoplasma de vainilla de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), ubicado en Tenampulco, Puebla, México, el cual tiene un clima cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano y una altitud de 210 m (INEGI 2006). Los frutos (Capsulas) de 21 cruza y una autofecundación (Cuadro 1) fueron cosechados a los 70 días después de la fecundación y se trasladaron al laboratorio de cultivo *in vitro* del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) ubicado en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México, para su regeneración *in vitro*.

Al término de la etapa de micropropagación, se sembraron 10 plántulas por cruza y por testigo. La siembra se realizó en recipientes de plástico transparente de un litro, como sustrato se utilizó peat moss<sup>®</sup>, el cual se esterilizó por 25 min en una olla exprés marca Vasconia<sup>®</sup> modelo 25X-1, fue hidratado con agua destilada estéril. Los vasos se llenaron a la mitad (0.5 L), las plántulas se extrajeron de los tubos de ensaye con pinzas estériles, se lavaron las raíces en un vaso con agua destilada estéril para eliminar

**Cuadro 1.** Material biológico para cruza intraespecíficas de *Vanilla planifolia* en 2013.

Accesión	Especie	♂	♀	Lugar de colecta
2	<i>V. planifolia</i> clon		×	Ejido La Corona, Márquez de Comillas, Chiapas
16	<i>V. planifolia</i> clon		×	San Javier Ocosingo, Chiapas
20	<i>V. planifolia</i> clon		×	Nuevo Becar, Othón P. Blanco, Quintana Roo
21	<i>V. planifolia</i> clon	×	×	Nuevo Becar, Othón P. Blanco, Quintana Roo
27	<i>V. planifolia</i> clon	×	×	Tenampulco El Viejo, Tenampulco, Puebla
28	<i>V. planifolia</i> clon		×	Tenampulco El Viejo, Tenampulco, Puebla
35	<i>V. planifolia</i> clon	×	×	La Palapa, Tenampulco, Puebla
36	<i>V. planifolia</i> clon	×		Primero de Mayo, Papantla, Veracruz
39	<i>V. planifolia</i> clon	×	×	Primero de Mayo, Papantla, Veracruz
41	<i>V. planifolia</i> clon		×	Segundo Cantón Fracción Villanueva, Tapachula, Chiapas
69	<i>V. planifolia</i> clon		×	Huatusco, Othón P. Blanco, Quintana Roo
71	<i>V. planifolia</i> clon	×		Huatusco, Othón P. Blanco, Quintana Roo
111	<i>V. planifolia</i> clon	×		Miahuatlán, Tihuatlán, Veracruz
112	<i>V. planifolia</i> clon	×	×	Copales Arroyo Blanco, San José Acateno, Puebla
115	<i>V. planifolia</i> clon	×		San Rafael, Veracruz
124	<i>V. planifolia</i> clon	×	×	Tihuatlán, Veracruz
195	<i>V. planifolia</i> clon	×		Caracoles, Tenampulco, Puebla
196	<i>V. planifolia</i> clon		×	Caracoles, Tenampulco, Puebla

♂=progenitor masculino; ♀=progenitor femenino.

los excesos de agar y evitar contaminaciones por bacterias u hongos. Las plántulas se trasplantaron a una profundidad de 3-5 cm, dependiendo de su tamaño (Figura 1), se aplicó Captan® 50 ( $3 \text{ g L}^{-1}$ ) como preventivo. Se probaron dos tratamientos de pre-aclimatación; el primero ( $T_1$ ) se emplearon cinco plantas de cada cruza y se taparon con un vaso de plástico de 1 L, se aseguró con cinta masking. El segundo tratamiento ( $T_2$ ), las cinco plantas se taparon con una bolsa de nylon transparente para 2 kg, sujetándola con una liga. Todas las plantas estuvieron dentro de la cámara de germinación a una temperatura de  $26.5 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ , humedad relativa de  $70\% \pm 5$ , un fotoperiodo de 16/8 h, de oscuridad, e intensidad lumínica de  $46 \mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$  proveniente de lámparas fluorescentes de 74W.

A los 10 días después de la siembra (dds), las plantas se regaron con agua esterilizada. La pre-aclimatación consistió en retirar la bolsa y el bote que funcionaron como tapa por 20 min, a cada bolsa que funciona como tapa ( $T_2$ ) se le hicieron dos orificios de 8.5 mm cada uno, aproximadamente, se volvieron a colocar los botes y las bolsas. A los 12 dds se realizó la misma actividad solo que las tapas se retiraron por 60 minutos, y a las bolsas de nylon se le hicieron dos orificios más a cada bolsa. A los 17 dds se aumentó el tiempo de destapado a 90 min, y a las bolsas se les hicieron cuatro orificios. A los 23 dds se destaparon por 120 min, y se aumentaron dos orificios más a las bolsas. A los 27 dds se dejaron destapadas durante

240 min los botes tapa, y a las bolsas se les hizo una abertura de 7 cm de forma horizontal. A los 30 dds se retiraron los botes y las bolsas a cada tratamiento de forma definitiva. Los riegos se realizaron con agua destilada estéril cada vez que fue necesario, como preventivo se realizaron aplicaciones de Captan® 50 ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ), intercalándolo con Agri-mycin® 100 ( $1.5 \text{ g L}^{-1}$ ), cada quince días. La aclimatación se realizó después de los 135 días de preaclimatación, las plantas fueron establecidas en un

módulo con malla sombra al 80%, se utilizaron arboles de cocuite (*Gliricidia sepium*) como tutor. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar. Se realizaron riegos con agua potable durante los primeros 30 días y se realizaron aplicaciones con Captan® 50 ( $1.5 \text{ g L}^{-1}$ ), una vez al mes. Para el caso de la pre-aclimatación, las 21 cruza de vainilla y la autofecundación se evaluaron en una cámara de germinación bajo un diseño experimental completamente al azar con dos factores (Martínez, 1988). El diseño tuvo dos tratamientos y cinco repeticiones, dando un total de 220 unidades experimentales. La unidad experimental consistió de una planta. Tanto en la pre aclimatación como en la aclimatación se registró el diámetro del tallo (DT, en mm), altura de planta (AL, en cm), y contabilizo el número de plantas que sobrevivieron por cruza y por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza detecto diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las cruza para AL, DT y sobrevivencia, y entre tratamientos sólo hubo diferencias para sobrevivencia. De las 22 cruza pre-aclimatadas bajo los dos tratamientos, 14 tuvieron el 100% de sobrevivencia en

ambos tratamientos (Cuadro 2). Las cruza 21×124, 124×21 y 124×28 presentaron 80% de sobrevivencia cuando se taparon con un vaso de plástico transparente, y 100% de sobrevivencia cuando se taparon con bolsa. El porcentaje de sobrevivencia de la cruza 28×39 fue de 80% cuando se



**Figura 1.** Plantas en pre-aclimatación dentro de una cámara de germinación (CNRG). A la derecha el tratamiento con bolsa de nylon transparente; a la izquierda el tratamiento con vaso de plástico.

utilizó la bolsa como tapa de plástico. La mayoría de las cruza intraespecíficas de vainilla superaron lo registrado por Martínez *et al.* (2005), quienes utilizaron dos clones de *Eucalyptus grandis* y *E. urophylla* y obtuvieron 75% y 85% de sobrevivencia respectivamente. La cruza 36×69 presentó 80% de sobrevivencia en ambos tratamientos, mientras que la cruza 124×27 presentó 60% para el tratamiento tapado por vaso, y 100% de sobrevivencia cuando se utilizó como tapa una bolsa de plástico. Las cru-

zas 195×16 y 112×21 fueron las que presentaron el valor más bajo de sobrevivencia, con 40% cuando fueron tapadas con un vaso. Esto pudo deberse a estomas poco funcionales, debido a la alteración en la forma de las células oclusivas (Gil, 1996), y a la absorción y transporte de agua ineficiente, debido a una conexión vascular incompleta o deficiente entre la raíz y el brote. Preece y Sutter (1991) mencionan que una ineficiencia fotosintética, debida a bajos contenidos de pigmentos del aparato fotosintético, puede afectar la sobrevivencia de plantas aclimatadas. El tratamiento que presento mejor respuesta a la pre aclimatación fue T<sub>2</sub>, ya que al utilizar una bolsa de plástico como tapa tuvo en promedio 98.26% de sobrevivencia, mientras que el T<sub>1</sub> fue de 89.57%, estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $P \leq 0.05$ ). Los primeros días que se extraen las plántulas del tubo de ensaye son críticos durante el proceso de pre aclimatación, la bolsa de nylon hace que se genere un microclima, al hacer orificios cada cierto tiempo a la bolsa, permite a las plantas que se vayan adaptando gradualmente al intercambio de gases, temperatura, humedad relativa, obligando que sus estomas realicen sus funciones gradualmente. En este sentido Abad (1989) menciona que también la eficiencia del proceso de adaptación depende, entre otros factores, de la elección del sustrato y de la obtención de una relación adecuada entre los componentes de la mezcla, que asegure una buena supervivencia en el trasplante.

En relación a la altura de planta (AL), la cruza 195×20 tuvo la mayor altura, con 15.75 cm, mientras que 20 cru-

zas estuvieron en un intervalo de 7.67 a 15.09 cm, siendo la cruza 28×39 la de menor altura con 7.2 cm. En diámetro de tallo (DT), la cruza 111×2 presentó el mayor valor con 2.33 mm, mientras que las cruzas 124×35 y 36×112 fueron las que tuvieron los valores más bajos; el resto de cruzas presentaron un diámetro de tallo de 1.84 a

2.28 mm. Para sobrevivencia, 14 cruzas tuvieron el 100%, mientras que las cruzas 112×21 y 195×16 mostraron los menores porcentajes (70%) de sobrevivencia. Morgado et al. (2000) mencionan que es fundamental que las plántulas sean de buena calidad y tengan buena aclimatación, porque de ello depende el porcentaje de supervivencia, la velocidad de crecimiento y la producción final de éstas en la fase de campo. Las diferencias encontradas en AL, DT y sobrevivencia fueron estadísticamente significativas (Cuadro 2) debido a que las cruzas realizadas dieron como resultado respuestas diferenciadas a pre aclimatación por sus diferencias genéticas. Al respecto, Foolad (2007) menciona que en especies autóгамas, como la vainilla, la

heterosis no se expresa en igual magnitud que en especies alógamas.

Para el caso de la aclimatación en campo, igualmente el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las cruzas para las tres variables (AL, DT y sobrevivencia) lo cual es un indicador de que las cruzas respondieron de manera diferente a los efectos del ambiente para su aclimatación. Esto es importante porque permitiría seleccionar aquellos materiales

**Cuadro 2.** Comparación de medias de 22 cruzas de *Vanilla planifolia* pre aclimatadas.

Cruzas	AL	DT	Sobrevivencia
112 × 21	14.11abc	2.26ab	70c
124 × 27	13.80abc	2.28ab	90b
36 × 69	13.08abcde	1.90abcd	90b
124 × 28	15.08ab	1.98abcd	90b
124 × 21	13.62abc	2.02abcd	90b
21 × 41	12.02abcde	2.09abcd	100a
71 × 2	11.74abcde	2.17abcd	100a
111 × 39	13.85abc	2.06abcd	100a
111 × 2	13.64abc	2.33a	100a
195 × 20	15.75 <sup>a</sup>	2.11abcd	100a
124 × 2	13.33abcd	1.94abcd	100a
35 × 20	9.25cde	1.87bcd	100a
21 × 124	8.95cde	1.84bcd	90b
21 × 28	10.01abcde	2.09abcd	100a
39 × 196	10.32abcde	1.92abcd	100a
36 × 112	9.56abcde	1.82d	100a
28 × 39	7.28e	1.87bcd	90b
195 × 16	7.78de	1.89bcd	70d
115 × 21	10.08abcde	1.98abcd	100a
27 × 27	10.35abcde	2.23abc	100a
124 × 35	11.06abcde	1.76d	100a
71 × 112	7.67de	1.91abcd	100a
DMS	5.79	0.4367	8.79

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales ( $\alpha \leq 0.05$ ); DMS=Diferencia mínima significativa; AL=altura de planta hasta el ápice (cm); DT=diámetro de tallo (mm); Sobrevivencia=plantas vivas (%).

**Cuadro 3.** Comparación de medias de 22 cruzas de *Vanilla planifolia* aclimatadas en campo.

Cruzas	AL	DT	Sobrevivencia
112 × 21	26.29a	2.32ab	70d
124 × 27	21.11ab	2.46ab	90b
36 × 69	20.43ab	2.34ab	70d
124 × 28	20.17ab	2.37ab	90b
124 × 21	19.83ab	2.65a	90b
21 × 41	19.20ab	2.48ab	90b
71 × 2	18.50ab	2.42ab	90b
111 × 39	18.13ab	2.25ab	80c
111 × 2	16.06ab	2.65a	90b
195 × 20	15.35ab	2.26ab	100a
124 × 2	14.77ab	2.38ab	100a
35 × 20	13.56ab	2.14ab	80c
21 × 124	13.33b	1.92ab	90b
21 × 28	13.33b	1.98ab	90b
39 × 196	12.65b	2.04ab	100a
36 × 112	11.95b	1.85b	100a
28 × 39	11.83b	2.29ab	90b
195 × 16	11.50b	2.15ab	70d
115 × 21	11.50b	2.09ab	90b
27 × 27	11.39b	2.41ab	90b
124 × 35	11.78b	2.14ab	90b
71 × 112	9.31b	1.93ab	80c
DMS	12.94	0.7835	9.35

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales ( $\alpha \leq 0.05$ ); DMS=Diferencia mínima significativa; AL=altura de la base de la planta hasta el ápice (cm); DT=diámetro de planta tomado de la parte media de la planta (mm); Sobrevivencia=plantas vivas (%).

con la mejor expresión de características medidas y ser usados en el mejoramiento genético. La comparación de medias de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) detectó a la cruz 112×21 como la de mayor altura (26.29 cm), 10 cruzas estuvieron en un intervalo de 9.31 a 13.33 cm (Cuadro 3). Para diámetro de tallo, las cruzas 111×2 y 124×21 tuvieron los mayores valores, ambas con 2.65 mm, mientras que la cruz 36×112 fue la que presentó el valor más bajo (1.85 mm); el resto de las cruzas tuvieron un diámetro de tallo de 1.92 a 2.48 mm. Con respecto al porcentaje de sobrevivencia, las cruzas 195×20, 124×2, 39×196 y 36×112 no se vieron afectados por el cambio de ambiente, ya que mantuvieron el 100% de sobrevivencia. Sin embargo, las cruzas 112×21, 36×69 y 195×16 mostraron los menores porcentajes de sobrevivencia con 70%. Estos resultados demuestran la amplia variabilidad genética

que se genera cuando se forman y utilizan cruzas intra-específicas en vainilla, lo que aporta evidencia de que es posible aumentar la reducida diversidad genética existente derivada de su cultivo.

El valor de sobrevivencia en pre aclimatación fue de 93.64% en promedio, mientras que en la aclimatación fue de 88.18%. Esta reducción de sobrevivencia en la etapa de aclimatación se debió que en campo las condiciones ambientales, tales como temperatura y humedad relativa fueron variables. Sin embargo, se observó variabilidad genética a la respuesta de aclimatación, ya que las cruzas 195×20, 124×2, 39×196 y 36×112 se aclimataron con mayor rapidez a las condiciones ambientales de campo.

## CONCLUSIONES

De los dos tratamientos evaluados en pre aclimatación el T2 en el cual se utilizó bolsa transparente de nylon con orificios que sirvieron de tapa permitió a las plántulas una pre aclimatación gradual a las condiciones ambientales, reflejando mayor porcentaje en sobrevivencia de vitro-plantas. Se observó respuesta diferenciada a la aclimatación entre las cruzas atribuido a su condición genética.

## LITERATURA CITADA

- Abad M. 1989. Los sustratos en horticultura ornamental. *Agrícola* Vergel 3: 146-152.
- Arditti J.E.R. 1984. Physiology of germinating orchid seed. *In: Orchid Biology: Reviews and Perspectives*. III. (Ed) J Arditti. pp. 177-222. Cornell University Press: Ithaca, New York.
- Augstburger F., Berger J., Censkowsky U., Heid P., Miltz J., & Streit C. 2000. Vainilla. *Agricultura orgánica en el Trópico y Subtrópico*. Asociación Naturland, Gräfelfing, Alemania.
- Besse P., Da Silva D., Bory S., Grisoni M., Le Bellec E., Duval M-F. 2004. RAPD genetic diversity in cultivated vanilla: *Vanilla planifolia*, and relationships with *V. tahitensis* and *V. pompona*. *Plant Science* 167: 379 - 385.
- Castillo M.R. y Engleman E.M. 1993. Caracterización de dos tipos de *Vainilla planifolia*. *Acta Botánica* 25: 49-59.
- Cibrián J.A. 1999. Variación genética de *Vanilla planifolia* en México. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM, México DF. 60 pp.
- Divakaran M., Babu N., Ravindran P.N., Peter K.V. 2006. Interspecific hybridization in vanilla and molecular characterization of hybrids and selfed progenies using RAPD and AFLP markers. *Scientia Horticulturae* 108: 414-422.
- FAO 1995. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos de América Central y México. Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos fitogenéticos. San José, Costa Rica.
- Foolad M.R. 2007. Genome mapping and molecular breeding of tomato. *Int. J. Plant Genom.* 2007: 1-52.

- Gill R.I. 1996. Micropropagation of economically important tropical forest trees. Tree improvement for sustainable tropical forestry. QFRI-IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, Australia 1: 230-233.
- INEGI 2006. [www.INEGI.gob.mx](http://www.INEGI.gob.mx). Fecha de consulta agosto 2015.
- Kadlecek P., Tichá I., Haisel D.Č.V. y Schäfer C. 2001. Importance of *in vitro* pretreatment for *ex vitro* acclimatization and growth. *Plant Science* 161: 695-701.
- Luan V.Q., Thien N.Q., Khiem D.V., Nhut D.T. 2006. *In vitro* germination capacity and plant recovery of some native and rare orchids. Proceedings of International Workshop on Biotechnology in Agriculture. Nong Lam University Ho Chi Minh City, October 20-21. pp. 175-177.
- Martínez G.A 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas, México D.F. 756 p.
- Martínez R.R., Azpiroz R.H.S. Rodríguez de la O J.L., Cetina A.V.M., Gutiérrez E.M.A. 2005. Aclimatación de plantas obtenidas *in vitro* *Eucalyptus urophylla* S T. Blake *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Revista Ra Ximhai*. 3: 591 – 597.
- Menchaca G.R., Ramos P.J.M., Moreno M.D., Luna R.M., Mata R.M., Vázquez G.L.M., Lozano R.M.A. 2011. Germinación *in vitro* de híbridos de *Vainilla planifolia* y *V. pompona*. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 1:80-84.
- Morgado I.F., Carneiro J., Leles P., Barroso D. 2000. Residuos agroindustrias prensados como sustrato para producto de mudas de caña de azúcar. *Sci. Agrícola*. vol.57 (4). Piracicaba.
- Preece J.E. y Sutter E.G. 1991. Acclimatization of micropropagated plant to the greenhouse and field. In: Debergh P.C., Zimmerman, R.H. *Micropropagation technology and application*. Editorial Dordrech Kluwer Academic Press. pp. 71-93.
- SAS Institute. 2002. *User's Guide of SAS (Statistical Analysis System)*. SAS Institute Inc. Cary, N. C. USA. 550 p.
- Soto M.A. 1999. Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. Instituto Chinoín AC. Informe final SNIB-Conabio, proyecto J101. México D. F.
- Soto A.M. 2008. Recopilación y análisis de la información existente sobre las especies mexicanas del género *Vanilla*. Disponible en Internet: [www.biodiversidad.gob.mx/genes/.../Vanilla/.../Proyecto20Vanilla.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/.../Vanilla/.../Proyecto20Vanilla.pdf). Consultado el 20 de abril del 2015.

# ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.)

## ANTI-MICROBIAL ACTIVITY OF THYME ESSENTIAL OIL (*Thymus vulgaris* L.)

López-Ambrocio, R.M.<sup>1</sup>; Ruiz-Posadas, L.M.<sup>2\*</sup>; Delgadillo-Martínez, J.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Programa de Botánica, <sup>3</sup>Programa de Microbiología, Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

\*Autor responsable: lucpo@colpos.mx

### RESUMEN

El tomillo (*Thymus vulgaris* L.) se comercializa principalmente por sus hojas y por la extracción de su aceite esencial (AE), compuesto principalmente por monoterpenos (timol, carvacrol y linalol,  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno,  $\alpha$ -Pino y  $\alpha$ -Tujeno). Se conocen diversas propiedades del AE, tales como su actividad antitumoral, antibacteriana, antifúngica y antioxidante. Se evaluó el efecto que tiene la aplicación de un fitorregulador comercial, la inoculación con rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y hongos micorrízicos arbusculares en el rendimiento, composición y actividad antibacteriana del aceite esencial de tomillo, obteniendo que el mayor rendimiento lo registró el tratamiento P61 con 13.3 mg AE g<sup>-1</sup> MS. Se observó que el número de componentes y el porcentaje presente en el AE son diferente en cada tratamiento. El tratamiento que presentó mayor concentración de timol fue el Testigo (52.55%), seguido por el tratamiento inoculado con P61 (51.05%) y Zac19+Cedro (50.66%). Para O-Cimeno el tratamiento inoculado con Zac19 (21.79) presenta la mayor concentración, seguido de Zac19+Cedro y Bioforte con 20.38% y 19.37% respectivamente. Respecto a la concentración de  $\gamma$ -terpineno Cedro y P61 mostraron mejor respuesta, con 17.91 y 17.84% respectivamente. Los aceites de *T. vulgaris*, mostraron actividad antibacteriana contra *E. coli*, en concentración a 50%, correspondiendo a plantas inoculadas con P61 que demostró mayor diámetro de inhibición.

**Palabras clave:** tomillo, aceite esencial, micorriza arbuscular, rizobacterias.

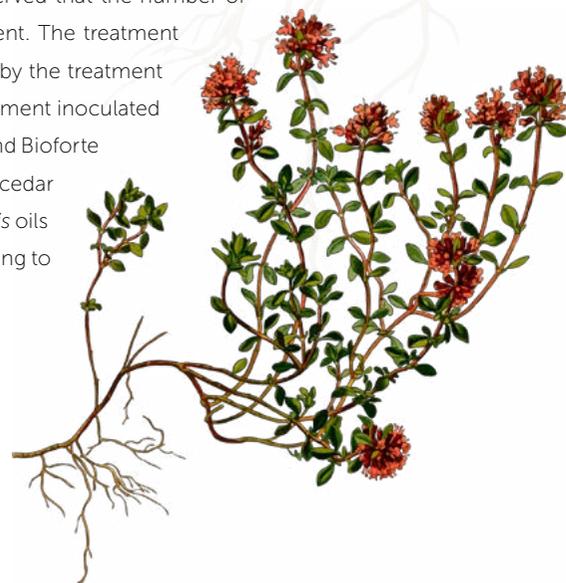
### ABSTRACT

Thyme (*Thymus vulgaris* L.) is marketed primarily for its leaves and the extraction of its essential oil (EO), composed mainly by monoterpenes (thymol, carvacrol and linalool,  $\gamma$ -terpinene, p-Cymene,  $\alpha$ -Pinen, and  $\alpha$ -Tujene). Various properties of the EO are known, such as its antitumor, antibacterial, antifungus and antioxidant activities. The effect on the yield, composition and antibacterial activity of the thyme essential oil of applying a commercial phyto regulator, and inoculating with plant growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizic fungi was evaluated, finding that the highest yield was recorded with the P61 treatment with 13.3 mg EO g<sup>-1</sup> MS. It was observed that the number of components and the percentage present in the EO are different in each treatment. The treatment that presented highest thymol concentration was the control (52.55 %), followed by the treatment inoculated with P61 (51.05 %) and Zac19+Cedar (50.66%). For p-Cymene, the treatment inoculated with Zac19 (21.79) presents the highest concentration, followed by Zac19+Cedar and Bioforte with 20.38% and 19.37%, respectively. Regarding the concentration of  $\gamma$ -terpinene, cedar and P61 showed a better response, with 17.91 and 17.84%, respectively. The *T. vulgaris* oils showed antibacterial activity against *E. coli*, in a concentration of 50 %, corresponding to plants inoculated with P61 which demonstrated a larger inhibition diameter.

**Keywords:** thyme, essential oil, arbuscular mycorrhizae, rhizobacteria.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 78-82.

**Recibido:** febrero, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.



## INTRODUCCIÓN

El aceite esencial (AE) de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) está compuesto principalmente por monoterpenos oxigenados (timol, carvacrol y linalol) y monoterpenos hidrocarbonados ( $\gamma$ -terpineno, p-cimeno,  $\alpha$ -Pineno y  $\alpha$ -Tujueno) también puede contener ésteres acéticos, cetonas y aldehídos (Rota *et al.*, 2008; Ghasemi *et al.*, 2013). El tomillo ha sido muy utilizado y recomendado desde la antigüedad. Comúnmente se usa como té de hierbas, condimento y para diversos fines medicinales, esta propiedad se atribuye a el AE de sus hojas; se usa como tónico, carminativo, digestivo, antiespasmódico, antimicrobiano, antioxidante, antiviral, antiinflamatorio, sedante y expectorante. El AE de tomillo presenta actividad antitumoral, antibacteriana (frente a gram positivas y gram negativas), posee propiedades antifúngicas y antioxidantes (Muñoz, 202; El-Nekeety *et al.*, 2011). Las principales industrias que demandan el AE de tomillo son la farmacéutica, cosmética, veterinaria, agroalimentaria, avícola y ganadera. Las cualidades del AE de tomillo se deben principalmente a sus componentes: timol y carvacrol. El timol que conforma 50% del AE de tomillo, ha sido reportado como potente agente antimicrobiano, capaz de desintegrar la membrana externa de las bacterias, debido a que se une a las membrana bacteriana de manera hidrofóbica por puentes de hidrógeno, lo que causa perturbaciones en la membrana, incrementando la permeabilidad, que conducen a la pérdida de iones de potasio y ATP intracelular, y finalmente la muerte celular. También se ha reportado que el timol inhibe la germinación de esporas, el crecimiento y multiplicación celular en bacterias (Alonso, 2004; García *et al.*, 2008; Nikolic *et al.*, 2014).

El carvacrol es un isómero del timol, cambiando únicamente la posición del grupo hidroxilo, su mecanismo de acción es semejante al del timol. Este componente interactúa con la membrana celular disolviéndose en la bicapa fosfolipídica, lo que causa la desestabilización de la misma, aumentando su fluidez y la permeabilidad. La posición orto de su radical hidroxilo le permite actuar como intercambiador de protones, primero se difunde a través de la

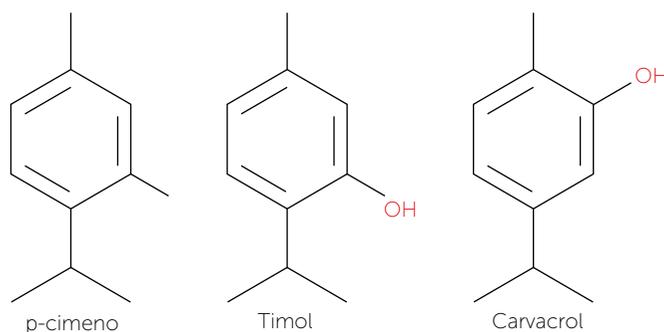
membrana hacia el citoplasma donde libera su protón, posteriormente vuelve al exterior de la célula transportando y liberando un catión (por ejemplo ion-potasio), y el carvacrol capta un nuevo catión repitiendo el ciclo, causando agotamiento de ATP, deterioro de procesos vitales y finalmente la muerte de la célula bacteriana. También se ha reportado que el carvacrol afecta la síntesis de componentes estructurales, inhibiendo la producción de flagelos en *E. coli* (García *et al.*, 2008). Algunos trabajos reportan que la fuerte acción antimicrobiana del timol y carvacrol se atribuye a la presencia del

radical hidroxilo, debido a que p-cimeno (Figura 1), precursor biológico de estos componentes carece de este hidroxilo y presenta menor actividad. El AE de tomillo comprende una amplia gama de aplicaciones, la industria farmacéutica lo usa para la elaboración de medicamentos por sus propiedades funcionales (Ortuno, 2006; CBI, 2014).

*Escherichia coli* es una bacteria Gram-negativa, anaerobia facultativa y crece de manera óptima bajo condiciones aeróbicas a 37 °C; es una bacteria habitual en el intestino del ser humano y de otros animales, la mayoría de las cepas son inofensivas, sin embargo, las cepas patógenas causan una variedad de enfermedades, incluyendo gastroenteritis, disentería, síndrome urémico hemolítico, infección del tracto urinario, septicemia, neumonía, y meningitis (Meng *et al.*, 2007; Leggett *et al.*, 2012). Con base al factor de virulencia y enfermedades que causan, las cepas patógenas de *E. coli* se clasifican en seis

subgrupos distintos: *E. coli* adhesión-difusa (DAEC), *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterotoxigena (ETEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) y *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) (Meng *et al.*, 2007). La infección por *E. coli* se transmite a los seres humanos

principalmente a través del consumo de alimentos contaminados, tales como carne cruda o poco cocida, leche cruda, contaminación fecal del agua y vegetales. Su importancia como problema de salud pública fue reconocida en 1982, a raíz del brote en los Estados Uni-



**Figura 1.** Estructura química de p-cimeno, timol y carvacrol (Chizzola, 2013).

dos de América. Los síntomas de la enfermedad incluyen cólicos y diarrea, que puede ser sanguinolenta. También pueden aparecer fiebre y vómitos. La mayoría de los pacientes se recuperan en el término de 10 días, aunque en algunos casos la enfermedad puede causar la muerte (Leggett *et al.*, 2012). La principal preocupación en los últimos años ha sido el un creciente número de brotes de EHEC, esta cepa causa diarrea con sangre y síndrome urémico hemolítico, se ha aislado de las heces de gaviotas pollo, cabras, ovejas, cerdos, perros y gatos. La mayoría de las infecciones se originan por comer carne de vacuno cruda, leche y queso no pasteurizado (Meng *et al.*, 2007, OMS, 2105).

Esta enfermedad es prevalente en los países desarrollados, ha sido implicada en muchos brotes en los EE.UU., Europa y Canadá. En 1993, hubo un brote en EE. UU. afectando a más de 500 personas y causando cuatro muertes, y a finales de 2006, hubo importante brote involucrando espinacas (*Spinacia oleracea* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), la enfermedad afectó a 199 y provocó tres muertes. También en Alemania en el 2011 se informó de un brote epidémico producido por EHEC, se trataron cerca de 3255 casos, según la OMS, con 33 fallecidos. La cepa de la bacteria aparecida en Alemania es resistente a ocho tipos de antibióticos, tales como la penicilina, sulfamida, cefalotina o la estreptomycin (Leggett *et al.*, 2012; OMS, 2015); por lo que es importante buscar otras alternativas para su control. Aunado a lo anterior, la necesidad de la exclusión o eliminación de microorganismos patógenos, la aparición bacterias resistentes a los antibióticos y la tendencia en la sustitución

de conservantes sintéticos ha impulsado la investigación de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales. Con base a lo anterior, se evaluó el efecto antimicrobiano del aceite esencial de tomillo en busca de alternativas naturales para el control de *E. coli*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la cepa de *Escherichia coli* DH5-Alpha (*E. coli* DH5a), y se activó colocando 15 mL de caldo nutritivo (Merck) en un matraz Erlenmeyer y se cubrió con papel aluminio, para esterilizarlo en una olla de presión a 18 lb plg<sup>-2</sup> por 18 minutos. Dentro de una campana laminar, el caldo nutritivo se vertió en un tubo tipo Falcón. Utilizando una asa esterilizada a la llama y enfriada, se tomó una asada de la cepa *E. coli* (DH5a) y se vertió en el tubo, el cual se colocó en una incubadora con agitación rotatoria (Thermo Scientific Max Q200) a 37 °C con 110 rpm durante 24 h. Para extraer el caldo nutritivo, el tubo se centrifugó a 7,000 rpm durante 15 min (centrifuga SIGMA), después se retiró la alícuota y se agregaron 15 mL de agua destilada previamente esterilizada; el pellet y el agua destilada se mezclaron con la ayuda de un vórtex y centrifugó nuevamente. Este proceso se repitió tres veces.

### Material Vegetal

El AE se obtuvo por el método de arrastre de vapor de plantas de tomillo inoculadas con hongos micorrizicos arbusculares, rizobacterias promotoras del crecimiento y un fitorregulador de crecimiento comercial. Los tratamientos fueron los siguientes: 1) inóculo del consorcio de HMA Zac19\*, 2) inóculo del consorcio de HMA Cedro\*, 3) inóculo del consorcio de HMA Zac19 con inóculo del consorcio de HMA Cedro\*, 4) cepa de *Paenibacillus polymyxa* (P61) (\*cepas de referencia del Área de Microbiología), 5) fitorregulador de crecimiento comercial Bioforte. 6) testigo (López-Ambrocio *et al.*). Se utilizó un diseño completamente al azar, cuatro concentraciones de AE por tratamiento (0%, 15%, 20% y 50%). Las pruebas se hicieron por triplicado y con tres repeticiones.

### Bioensayos

La actividad antibacteriana del AE de tomillo frente a *E. coli* (DH5a) se evaluó mediante el método de difusión de disco en agar. Se preparó agar (Merck), se esterilizó y se repartió en cajas Petri. Posteriormente en una campana de flujo laminar se preparó el inóculo bacteriano estandarizado en  $1 \times 10^9$  células mL<sup>-1</sup> de la cepa *E. coli* (DH5a). De este inóculo se vertieron 10  $\mu$ L en cada caja Petri y con una varilla de vidrio esterilizada a la llama se estrió en un patrón radial. El AE de cada tratamiento se diluyó con diclorometano a diferentes concentraciones de 0%, 15%, 20% y 50%. Después en el centro de las cajas Petri se colocó un disco de papel de filtro Whatman Núm. 1 esterilizado de 10 mm de diámetro previamente saturado con 10  $\mu$ m de la concentración correspondiente de AE. Se utilizó ampicilina como testigo positivo en concentraciones de 0%, 15%, 20% y 50%. Las cajas se incubaron a 37 °C por 24 h en una incubadora Thermo Scientific Max Q200. Se colocaron de tal manera que la tapa quedara hacia abajo para evitar que gotas de agua condensada puedan caer sobre los microorganismos y dispersen su crecimiento.

## VARIABLES EVALUADAS

**Diámetro de inhibición:** Con un vernier se midió la zona de inhibición de crecimiento de *E. coli* (DH5a) que rodea al disco, la cual incluyó el diámetro del disco de papel. Los resultados se expresan en mm.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

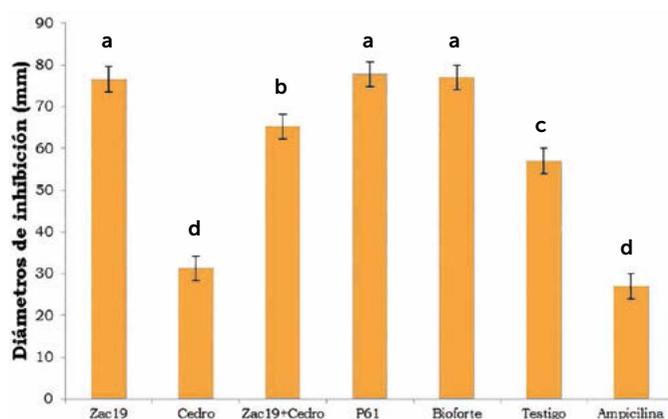
Los resultados se analizaron para cada tratamiento y el análisis de varianza se hizo con el modelo lineal general, y cuando hubo diferencias se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS, 0.05). Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diámetro de inhibición

Los aceites de *Thymus vulgaris* L. mostraron tener un gran potencial de la actividad antibacteriana contra *E. coli*. (Cuadro 1), ya que según Uzel *et al.* (2004) las zonas de inhibición  $\geq 3$  mm se consideran como de alta actividad. La dilución diferentes diluciones de AE mostraron diferencia significativa en el diámetro de inhibición, la concentración que demostró tener mejor efecto fue al 50% (Cuadro 1). En la concentración al 50% los tratamientos tuvieron diferencias significativas (Figura 2); el tratamiento con mayor diámetro de inhibición correspondió a las plantas inoculadas con P61; en contraste el tratamiento con menor diámetro de inhibición fue el testigo. En el análisis del AE por cromatografía de gases se observó que en cada tratamiento la composición del AE es diferente. El efecto antibacteriano del AE está relacionado con sus componentes, el timol conforma de 40% a 53% del total, y ha sido reportado por varios autores como un potente agente antimicrobiano; este compuesto es capaz de desintegrar la membrana externa de las bacterias. También se ha reportado que el timol inhibe la germinación de esporas, el crecimiento y multiplicación celular en bacterias (Alonso, 2004; García *et al.*, 2008; Nejad *et al.*, 2008; Nikolic *et al.*, 2014).

También se considera la sinergia de los componentes menores del aceite, así como una posible interacción. Otros constituyentes, tales como C-terpineno han demostrado ejercer buena actividad debido a su posible sinérgica o efectos antagónicos. El monoterpeno hidrocarbonado p-Cimeno (precursor biológico del timol) es hidrofóbico y causa turgencia en la membrana citoplasmática, esta sustancia no es tan efectiva cuando se usa sola, pero cuando es combinada con Carvacrol se ha registrado sinergismo (Rosas *et al.*, 2011). Se ha observado que la sinergia de los componentes inhibe distintas rutas bioquímicas y enzimas. Los componentes de los AE también pueden actuar sobre las proteínas que se encuentran embebidas en la membrana citoplasmática. Hay estudios que demuestran los efectos antibacterianos de eugenol y carvacrol en *E. coli*, los resultados demuestran disminución del potencial de membrana al exponer las células microbianas a estos compuestos (Ennomoto *et al.*, 1991). Burt *et al.* (2007) señalaron que las células de *E. coli* crecen en presencia de carvacrol a una concentración de 1mM pero se inhibe la síntesis de flagelos provocando que el microorganismo crezca sin movilidad.



**Figura 2.** Actividad antibacteriana del AE al 50% de *Thymus vulgaris* L. en *Escherichia coli* DH5-Alpha en función de los diámetros de inhibición del crecimiento de la bacteria (mm  $\pm$ DMS; n=9). Medias con letras iguales no fueron significativamente diferentes (DMS, 0.05).

**Cuadro 1.** Actividad antibacteriana del AE de *Thymus vulgaris* L. en *Escherichia coli* DH5-Alpha en función de diámetros de inhibición del crecimiento de la bacteria (mm  $\pm$ error estándar; n=9).

Concentración (mg mL <sup>-1</sup> )	Tratamientos						
	Zac19	Cedro	Zac19+Cedro	P61	Bioforte	Testigo	Ampicilina
15	25.2 c ( $\pm$ 2.3)	11.3 b ( $\pm$ 0.5)	31.3 b ( $\pm$ 1.9)	35.1 c ( $\pm$ 0.8)	34.1 c ( $\pm$ 1.3)	27.0 c ( $\pm$ 1.2)	27.1 a ( $\pm$ 1.1)
20	68.4 b ( $\pm$ 1.4)	33.0 a ( $\pm$ 1.1)	64.8 a ( $\pm$ 1.5)	46.3 b ( $\pm$ 1.6)	72.5 b ( $\pm$ 2.2)	39.0 b ( $\pm$ 2.3)	26.4 a ( $\pm$ 0.85)
50	76.5 a ( $\pm$ 1.7)	31.3 a ( $\pm$ 1.4)	65.2 a ( $\pm$ 1.4)	77.7 a ( $\pm$ 1.1)	77.0 a ( $\pm$ 1.5)	57.0 a ( $\pm$ 1.2)	27.0 a ( $\pm$ 1.0)

Medias con letras iguales en una columna no fueron significativamente diferentes (DMS, 0.05). El diámetro del testigo fue 10 mm.

## CONCLUSIONES

Se demostró que el AE de tomillo tiene potencial para ser utilizado en el control de *E. coli*.

## LITERATURA CITADA

- Alonso J. 2004. Tratado de fitofármacos y nutraceuticos. Editorial Corpus. Argentina. 1350 p.
- Chizzola R. 2013. Natural Products. KG Ramawat, Mérillon JM. Regular Monoterpenes and Sesquiterpenes (Essential Oils). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2973-3003.
- El-Nekeety A, Mohamed S, Hathout A, Hassan N, Aly S, Abdel-Wahhab M. 2011. Antioxidant properties of *Thymus vulgaris* oil against aflatoxin-induce oxidative stress in male rats. *Toxicol* 57: 984-991.
- García RM, Paulo E. 2008. Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos. *Temas selectos de ingeniería en alimentos* 2-2:41-51.
- CBI. 2014. Tradewatch natural colours, flavours and thickeners. Disponible en <http://www.cbi.eu/disclaimer>.
- Ghasemi A, Hashemib M, Taherian F. 2013. Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products* 48: 43- 48.
- Leggett H, Cornwallis C, West S. 2012. Mechanisms of Pathogenesis, Infective Dose and Virulence in Human Parasites. Springer New York.
- López-Ambrocio, R.M., Ruiz-Posadas L.M., Delgadillo-Martínez, J. 2015. Rendimiento y calidad de *Thymus vulgaris* L., por efecto de hongos micorrízicos, rizobacterias y fitoreguladores. *Agro Productividad* (8):3-11.
- Meng L, Schroeder C. 2007. *Escherichia coli*. En Simjee S. Infectious Disease: Foodborne Diseases. Humana Press Inc., Totowa, NJ. 132 p.
- Muñoz F. 2002. Plantas medicinales y aromáticas; estudio, cultivo y procesado. España: Mundi-Prensa. 365 p.
- Nikolić M, Glamoclija J, Ferreirab I, Calhelhab R, Fernandesb A, Markovicc T, Markovicd D, Giwelie A, Sokovica M. 2014. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumoractivity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products* 52:183- 190.
- OMS. Mayo 2015. Disponible en [www.who.int](http://www.who.int).
- Ortuño M. 2006. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. Ediciones AIYANA. España. 274 p.
- Rosas A, López A. 2011. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*). *Temas selectos de ingeniería en alimentos* 5-1:41-50.
- Rota M, Herrera A, Martínez R, Sotomayor J, Jordán M. 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control* 19: 681-687.



# ¿PARA QUIÉN PRODUCIR CAÑA DE AZÚCAR? DIFERENCIAS A NIVEL MUNICIPAL EN MÉXICO

## WHO TO PRODUCE SUGAR CANE FOR? DIFFERENCES AT THE MUNICIPAL LEVEL IN MÉXICO

**Figuroa-Rodríguez, K.A.<sup>1</sup>; Figuroa-Sandoval, B.<sup>2\*</sup>; Hernández-Rosas, F.<sup>1</sup>; Morales-Morales, L.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Negocios Agroalimentarios. Colegio de Postgraduados. Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Córdoba, México. C.P. 94946. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Salinas, SLP. Iturbide No. 73, Colonia Centro. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. Iturbide No. 73. Col. Centro. C.P. 78620.

**Autor de correspondencia:** benjamin@colpos.mx

### RESUMEN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en México se destina principalmente para producir azúcar en ingenios, y piloncillo o panela en trapiches. Se determinaron las diferencias entre municipios que abastecen principalmente a trapiches contra los que destinan la producción al ingenio. Se compararon 20 índices elaborados a base del padrón de cañeros de la zafra 2006-2007 en México. Los resultados indicaron que los cañeros que destinan su producto al trapiche firmaron menos contratos, el manejo agronómico fue menor, recurrieron a menos servicios, se organizaron menos para el trabajo colectivo y sus condiciones de marginación fueron superiores que los que destinan la caña al ingenio ( $p < 0.05$ ). Únicamente los índices de siniestro y enfermedades del cultivo no tuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Las diferencias pueden explicarse por aspectos geográficos (montaña vs valles), no obstante permitió señalar la importancia que tiene el tamaño de la agroindustria y el destino final de la producción como ejes de desarrollo en el sector rural, y las diferencias en el destino final de la producción determinan la competitividad del sector cañero en México.

**Palabras clave:** Panela, piloncillo, trapiche, competitividad, territorio

### ABSTRACT

Sugar cane (*Saccharum* spp.) in México is destined primarily to producing sugar in sugar factories, and powdered brown sugar or raw cane sugar in mills. The differences between municipalities that supply mostly mills and those that destine production to sugar factories were determined. Twenty indices were compared, elaborated based on the sugar cane producers' census of the 2006-2007 sugar harvest in México. The results indicated that sugar cane producers who destine their product to mills signed less contracts, had less agronomic management, resorted to less services, were less organized for collective work, and had higher marginalization conditions than those who destine sugar cane to sugar factories ( $p < 0.05$ ). Only the indices of losses and crop disease did not have significant differences ( $p < 0.05$ ). The differences can be explained by geographical aspects (mountain vs valley), although they allowed pointing out the importance of the size of the agroindustry as well as the final destination of production, as development axes in the rural sector, and the differences in the final destination of production determine the competitiveness of the sugar cane sector in México.

**Keywords:** raw cane sugar, powdered brown sugar, mill, competitiveness, territory.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp. 83-88.

**Recibido:** febrero, 2015. **Aceptado:** septiembre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es un cultivo establecido en 108 países del mundo con una producción reportada en 2013 de 1,877 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento del área cultivada de 2003 a 2013 del 3.6% y un incremento en el rendimiento para el mismo período del 0.68%. El 49.7% de la producción mundial de 1993 a 2013, se concentró en América y el 41.7% en Asia, donde Brasil produjo en promedio 462 millones e India 292 millones promedio para el mismo período. En México reportó en 2013 una producción de 61 millones de toneladas y ha seguido la tendencia mundial de crecimiento en el área cosechada a una tasa de 1.6% promedio anual para el período de 2003 a 2013, en contrapartida el rendimiento promedio anual ha disminuido en 0.42% para el mismo período (FAO, 2014). Este cultivo según la FAO (2014) es más importante en toneladas producidas que los forrajes, el maíz (*Zea mays* L.) o el sorgo (*Shorgum bicolor* L.) cultivados en el país. Para Campos y Oviedo (2013), la caña de azúcar de 2006 a 2011 fue el segundo producto agrícola más valioso del país después del maíz, reportándose como actividad de alto impacto en 227 municipios, generando más de 450 mil empleos y beneficios directos a más de 2.2 millones de personas. A nivel mundial India es el primer productor de panela o piloncillo (*jaggery*) seguido por Colombia (Díaz y Iglesias, 2012), donde el consumo *per cápita* era de 25.5 kg habitante<sup>-1</sup> (Mosquera *et al.*, 2007). El proceso de elaboración de este producto consiste en extraer el jugo a la caña de azúcar y posteriormente concentrarlo a fuego directo o vapor formando una

melaza espesa que una vez batida y enfriada en moldes el producto se vuelve sólido, el molino utilizado para extraer el jugo es tradicionalmente conocido como *trapiche* (Raymond, 1997). En México, desde el siglo XVII se reporta la producción de piloncillo (conocidos en Centroamérica como panela o panocha) en lo que ahora son los estados de Morelos, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Guerrero, Nuevo León y San Luis Potosí, en una extensa red de pequeños *trapiches* de diversos tamaños (Aguilar-Rivera, 2010), misma que se perpetúa hasta la actualidad y que existe de forma paralela a los ingenios. Según la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA), este producto participa con 2.3% de la producción nacional de endulzantes provenientes de caña de azúcar. La mayoría de las publicaciones sobre este cultivo se enfocan a la caña que se destina a ingenios azucareros o fábricas tanto a nivel parcela —Unidad de Producción, UP— (Armida *et al.*, 2011; Bustillo *et al.*, 2009) como ingenio (Aguilar *et al.*, 2012; Aguilar, 2014). Sin embargo, se ha descuidado la investigación sobre la caña que se destina a la fabricación de piloncillo o panela, sin tenerse publicaciones previas de estudios comparativos sobre ambas realidades. En virtud de la importancia que tiene la caña de azúcar en México y de la falta de estudios que comparen a los municipios que abastecen principalmente a trapiches con los que destinan la producción al ingenio se tuvo como objetivo de la investigación establecer si existían diferencias entre ambas realidades.

## MATERIALES Y METODOS

Para el análisis del comportamiento de la caña destinada a la elabora-

ción de piloncillo, se utilizaron los datos del SIACON (SIAP, 2014). Para el cálculo de la tasa media de crecimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$TMC = \left[ \left( \frac{V_f}{V_i} \right)^{1/n} - 1 \right] * 100$$

Dónde:  $V_f$  Valor final;  $V_i$  Valor inicial;  $n$  número de años

Se utilizó la base de datos elaborada por el INEGI (2008) del padrón de cañeros de la zafra 2006-2007 en México. Se estableció como criterio de la vocación del municipio el destino del 51% de la producción municipal (ingenio, piloncillo, semilla u otros). En aquellos casos donde no se podría definir claramente una vocación, ya que se tenían combinaciones de 50-50% o 33-33-33% se denominaron mixtos. De los 643 municipios cañeros, 302 se clasificaron como vocación ingenio, 152 piloncilleros, 10 para semilla, 121 para otros fines y 58 mixtos. Para el estudio sólo se retuvieron los municipios con vocación de ingenio y piloncilleros. Una vez definida la unidad de medición, la base de datos contenía 392 variables, del total de variables se discriminaron aquellas que servirían como indicadores de competitividad territorial, manejo y agroclimáticas. Con base en lo anterior, se procedió a elaborar índices que representaban el porcentaje de alguna de las dimensiones estudiadas para las unidades de producción reportadas en los municipios. Por ejemplo, para la construcción del indicador Sinietro se dividió la superficie (ha) reportada sin afectación por siniestro en dicha zafra, entre la superficie total sembrada con caña por mu-

nicipio. De igual forma se procedió para el resto de los indicadores construidos. En todos los casos, contrario al índice de marginación que genera la CONAPO y que se enfoca en las limitaciones de los individuos en el territorio (Cortés y Vargas, 2011), los índices que se construyeron se concentraron en la ventaja competitiva para cada variable. Por ejemplo:

$$I_j = \frac{S_i^{\text{sin daño}}}{S_i^{\text{total}}} \times 100$$

Donde:  $S_i^{\text{sin daño}}$ : es el número de hectáreas que no sufrió algún siniestro en el municipio.  $S_i^{\text{total}}$ : es el número de hectáreas totales del municipio.

Para analizar las diferencias entre los municipios con vocación piloncillera y del ingenio se utilizó la prueba *t* de Student, que sirve para calcular los intervalos de confianza para una media poblacional (Navidi, 2006). Para realizar las pruebas estadísticas se utilizó el software SPSS® Versión 20.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Una visión general de la producción nacional de piloncillo

Según el SIAP (2014), en 15 estados del país se produce caña de azúcar destinada a la elaboración de piloncillo, de éstos, únicamente Hidalgo, San Luis Potosí y Veracruz reportan una superficie promedio de 1998-2012 superior a mil hectáreas. A nivel nacional, el crecimiento de la superficie sembrada pasó de 12,530 ha en 1998 a 14,984 en 2012 (Figura 1), donde San Luis Potosí aportó 62.5% de la producción nacional. Veracruz tuvo la Tasa Media de Crecimiento (TMCA) más elevada aumentando de 450 a 1,220 ha, contrario al estado de Hidalgo donde la superficie sembrada ha disminuido, de hecho ha dejado de considerarse como cañero no obstante la tradición de los trapiches se ha mantenido en la Huasteca utilizando materia prima de los estados vecinos. En 2012 el volumen total producido a nivel nacional fue de 411,474.95 toneladas de caña, con un valor de la producción de \$200,616,176 pesos MX. El precio promedio a nivel nacional fue de 487 pesos  $t^{-1}$ , en Hidalgo fue de 380 pesos  $t^{-1}$ , San Luis Potosí de 466 pesos  $t^{-1}$  y Veracruz de 401 pesos  $t^{-1}$ .

**Cuadro 1.** Índices construidos.

Clave	Variable o indicador construido
Porc_CAÑA	% del municipio con caña
Porc_UP	% de UP del municipio con caña
Rend	Rendimiento ( $\text{ton ha}^{-1}$ )
InRiego	% de terrenos con riego
IndFert	% de la superficie que fertilizaba
IndSiniestro	% de la superficie que no sufrió algún siniestro
IndEnfermedad	% de la superficie que no fue dañada por alguna enfermedad
IndDistancia	% de las UP que están a menos de 20 km del ingenio o trapiche
InContrato	% de UP que firmaron contrato
InColectivo	% de las UP que realizan actividades colectivas
IndMano	% de la superficie que contrató mano de obra
IndCredito	% de las UP que contrataron créditos
IndAsist	% de las UP que tuvieron asistencia técnica
IndCapacita	% de las UP que tuvieron capacitación
IndParedes	% de las UP cuyo principal material de las paredes de la vivienda era tabique
IndPiso	% de las UP cuyo principal material del piso de la vivienda era cemento
IndTecho	% de las UP cuyo principal material del techo de la vivienda era losa
IndServicios	% de las UP que tenían algún servicio
IndVíasCom	% de las UP cuya principal vía de comunicación de la localidad era carretera pavimentada
IndEduca	% de las UP cuyo nivel de estudios del productor era superior a la secundaria
IndIngresos	% de las UP que tuvieron otros ingresos

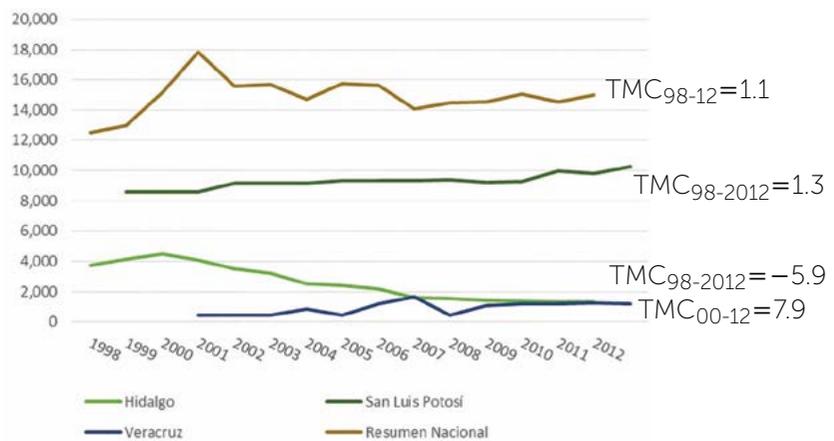
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2008).

El rendimiento promedio para Hidalgo en 2012 fue de 28.33 t ha<sup>-1</sup> con una TMCA con respecto a 1996 de -2.2%, para San Luis Potosí de 27.7 t ha<sup>-1</sup> con una TMCA con respecto a 1998 de -1.9% y para Veracruz de 34.4 t ha<sup>-1</sup> con una TMCA de -0.1%. A nivel nacional el rendimiento promedio en 1996 fue de 45 t ha<sup>-1</sup>, reduciéndose a 27.7 t ha<sup>-1</sup> para 2012. Los rendimientos son de menos de la mitad de los reportados en caña para los ingenios, esto pueden atribuirse a las variedades utilizadas, Bastidas *et al.* (2012) encontraron diferencias en los parámetros agronómicos y productivos según la variedad utilizada para azúcar, piloncillo o forraje; también puede deberse al manejo que se le da al cultivo o a otros factores que explican el rendimiento, como son la disponibilidad de servicios o factores sociales (Figueroa *et al.*, 2015).

### Los municipios cañeros y los piloncilleros

Utilizando los datos del Padrón Nacional Cañero 2007 (INEGI, 2008), los estados con más municipios de vocación piloncillera se ubicaron en Oaxaca (47.5% de sus municipios), San Luis Potosí (40%), Sinaloa (37.5%) y en menor medida Chiapas (23.9%), Puebla (22%) y Tamaulipas (22.2%) (Figura 2).

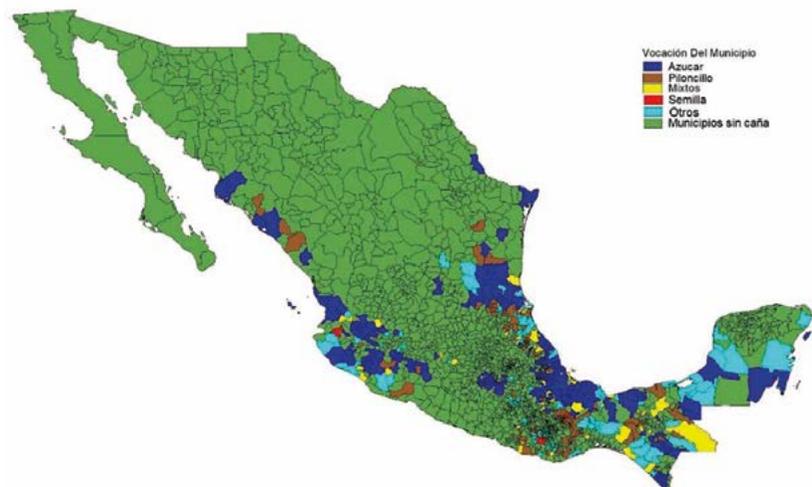
El Cuadro 2 presenta los resultados de la comparación entre municipios que destinan al ingenio y los del piloncillo. En general, los municipios están diversificados con otros cultivos que no son caña, por ejemplo, sólo cuatro casos cuentan con la totalidad de las Unidades de Producción (UP) del municipio con 100% dedicadas a dicho cultivo (Tuxtilla, Amatlán, Lerdo de Tejada, Ursulo Galván, todos del Estado de Veracruz). No obstante, la media del



**Figura 1.** Comportamiento de la superficie sembrada con caña de azúcar destinada a la producción de piloncillo en México (ha). Elaboración propia con datos del SIAP (2014).

porcentaje de superficie con caña para los municipios del ingenio fue superior a los del piloncillo: 15.3% de la superficie *versus* 2.2% ( $t(352.82)=10.43$ ,  $p<0.001$ ) y 21.9% de las UP *versus* 5.4% ( $t(433.11)=9.47$ ,  $p<0.001$ ). Las variables estudiadas, salvo los índices de siniestro y enfermedad ( $p>0.05$ ), tuvieron diferencias significativas en las medias donde los valores fueron superiores para el ingenio con respecto al piloncillo a excepción de la distancia donde las UP están más cercanas al trapiche ( $94.93\pm 17.49$ ) que al ingenio ( $54.59\pm 38.03$ ),  $t(449.05)=-15.47$ ,  $p<0.001$ .

Los datos permiten observar que los municipios donde se produce caña que se destina al trapiche firmaron menos contratos, tuvieron manejos agronómicos más deficientes (menos riegos y fertilización), recurrieron a menos servicios (contrataron menos mano de obra y créditos, recibieron menos capacitación y asistencia técnica), se organizaron menos para el trabajo colectivo y sus condiciones de marginación fueron superiores (menos viviendas con paredes de tabique, piso de concreto, techo con loza, servicios, vías de comunicación pavimentadas y menores niveles de educación). Finalmente, el  $27.3\pm 22.8\%$  de los proveedores del ingenio *versus* el  $15.7\pm 26.11\%$  de los del trapiche obtienen ingresos de otras actividades,  $t(452)=4.859$ ,  $p<0.001$ ;



**Figura 2.** Municipios con caña según su vocación. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2008).

**Cuadro 2.** Comparativo para diversas variables de municipios cuyo destino final es el ingenio versus el piloncillo. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2008).

Variables	Ingenio		Piloncillo		t	gl	Sig.
	Media	Desviación tıp.	Media	Desviación tıp.			
Porc_CAÑA	15.314	20.972	2.167	4.493	10.426***	352.827	.000
Porc_UP	21.916	26.437	5.433	10.414	9.465***	433.105	.000
Rend	67.097	25.478	10.610	18.116	27.191***	401.612	.000
InContrato	88.702	22.313	48.527	39.266	11.699***	201.402	.000
InRiego	49.032	44.938	22.665	37.836	6.57***	352.418	.000
IndDistancia	54.587	38.028	94.926	17.486	-15.469	449.047	.000
IndColectivo	32.999	19.742	23.908	19.996	4.61***	452	.000
IndSiniestro	88.364	16.929	91.522	18.322	-1.824	452	.069
IndEnfermedad	95.020	9.034	92.806	20.359	1.278	181.514	.203
IndFert	85.161	27.610	11.311	26.611	27.220***	452	.000
IndMano	76.882	23.771	43.782	36.863	10.039***	216.076	.000
IndCredito	38.822	30.302	1.256	8.432	20.056***	382.690	.000
IndAsist	14.900	20.428	0.468	2.710	12.068***	321.639	.000
IndCapacita	11.778	19.781	0.954	2.889	9.623***	325.882	.000
IndParedes	77.050	26.621	35.592	31.953	13.770***	259.070	.000
IndPiso	78.099	23.710	57.465	32.783	6.904***	232.877	.000
IndTecho	54.602	32.150	22.020	27.592	11.221***	346.672	.000
IndServicios	61.154	14.227	48.208	17.239	7.989***	257.112	.000
IndViasCom	71.870	33.173	28.395	36.646	12.306	277.551	.000
IndEduca	17.022	22.215	6.272	19.171	5.340***	345.020	.000
IndIngresos	27.283	22.844	15.693	26.118	4.859***	452	.000

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ ;  $N_{Ingenio} = 302$  (Rend = 301);  $N_{Piloncillo} = 152$  (Porc\_CANA y Porc\_UP = 151).

lo que les permite a los primeros financiar su actividad de mejor manera y superar más rápidamente condiciones de marginación. Las diferencias entre las variables de los municipios cañeros y piloncilleros puede explicarse porque las zonas de producción generalmente son las montañas a diferencia del ingenio que tiene estructuras de gran escala, en zonas planas, mecanizadas y con mayor fertilidad (Rodríguez *et al.*, 2004). Aunado a lo anterior, las organizaciones de piloncilleros son débiles, no cuentan con financiamiento y existen problemas de eficiencia en la cadena del piloncillo, donde hay muchos intermediarios que encarecen el producto, además de tenerse problemas durante el almacenamiento del piloncillo lo que los obliga a salir al mercado rápidamente aunque los precios sean castigados.

### La agroindustria como motor del desarrollo

Los resultados permiten registrar las diferencias notables de las variables seleccionadas entre los municipios que tienen distintos destinos. Los trapiches que son una estructura ancestral tradicional en México y otros países (como Colombia o India), no han podido modernizarse

por lo que tienen problemas de calidad del producto final, estacionalidad y bajos precios, lo que repercute en que se mantengan como micro y pequeñas empresas ineficientes (Baca del Moral *et al.*, 2010; Mosquera *et al.*, 2007; Shankar *et al.*, 2010), que evidentemente no sirven de motores para el desarrollo de proveedores cañeros, al no demandar variedades idóneas para la producción de panela (Mujica *et al.*, 2008), logística de cosecha, entre otras variables. Los estudios previos y las estadísticas disponibles no permiten establecer con claridad si los trapicheros son productores o si compran la materia prima, algunos conocedores de la situación local por lo menos en la zona de Huatusco en Veracruz, México, comentan que 70% de la caña es adquirida a terceros. Es preciso diagnosticar minuciosamente esta realidad para establecer mejor las estrategias de desarrollo territoriales. Por ejemplo, autores como Rodríguez-Borray (2008), para el caso Colombiano proponen como estrategia desarrollar nuevas presentaciones del producto así como diversificar el uso de la caña para engordar ganado, especialmente en los periodos en que el precio del piloncillo o panela se reduce, mientras que Solís (2006) propone la

modernización del proceso tradicional de elaboración de panela para lograr una mejor calidad del producto final.

## CONCLUSIONES

El estudio tuvo como objetivo comparar a los municipios que abastecen principalmente a trapiches contra los que destinan la producción al ingenio a fin de establecer divergencias entre ambas realidades. Los resultados nos permitieron concluir que los municipios cuyo destino final es el trapiche son menos competitivos que aquellos que destinan su producción al ingenio. Esto pone de relieve la importancia que tiene el tamaño de agroindustria y el destino final de la producción en el sector rural, por ejemplo el piloncillo que es un producto estacional y de platillos típicos decembrinos tiene menos demanda que el azúcar de uso masivo, lo que impacta finalmente a la cadena en general y a los territorios donde se cultivan las materias primas en particular. Por lo que las políticas públicas de apoyo a los *trapiches* o *piloncilleros* deben reorientarse para no continuar perpetuando la marginación a nivel municipal.

## AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada con fondos de la LPI-13 del Colegio de Postgraduados y del proyecto "Diseño de un programa contemporáneo de manejo integrado de mosca pinta en caña de azúcar" (SAGARPA-SNITT).

## LITERATURA CITADA

- Aguilar-Rivera N., Rodríguez L.D.A., Enríquez R.V., Castillo M.A., Herrera S.A. 2012. The Mexican sugarcane industry: Overview, constraints, current status and long-term trends. *Sugar Tech.* 14(3): 207-222.
- Aguilar-Rivera N. 2010. La caña de azúcar y sus derivados en la Huasteca San Luis Potosí, México. *Diálogos, Revista Electrónica de Historia.* 11(1): 81-110.
- Aguilar-Rivera N. 2014. Gestión de factores limitantes para la diversificación de la agroindustria azucarera. *Revista Venezolana de Gerencia.* 19(65): 66-91.
- Armida-Alcudia L., Ruiz-Rosado O., Salgado-García S., Gallardo-López F., Nava-Tablada M. E., Juárez López J.F. 2011. Socioeconomic and technological factors in sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) agroecosystems production in Chontalpa, Tabasco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 13(3): 261-269.
- Baca del Moral J., Pacheco-Aparicio A., Quintero-Peralta M.A., Piza-Pano J.L., Fabien C. 2010. El sistema agroindustrial localizado del piloncillo en la Huasteca potosina. *Textual.*(56): 137-156.
- Bastidas L., Rea R., De Sousa-Vieira O., Hernández E., Briceño R. 2012. Analysis of agronomic variables in sugarcane cultivars with purposes sugar, forage and jaggery. *Bioagro.* 24(2): 135-142.
- Bustillo-García L., Martínez-Dávila J.P., Osorio-Acosta F., Salazar-Lizán S., González-Acuña I., Gallardo-López F. 2009. Grado de sustentabilidad del desarrollo rural en productores de subsistencia, transnacionales y empresariales, bajo un enfoque autopoiético. *Revista Científica, FCV-Luz.* XIX(6): 650-658.
- Campos-Ortiz F., Oviedo-Pacheco M. 2013. "Estudio sobre la competitividad de la industria azucarera en México." Banco de México, México, DF.
- Cortés F., Vargas D. 2011. Marginación en México a través del tiempo: a propósito del índice de Conapo. *Estudios Sociológicos.* 29(86): 361-387.
- COVECA. n/d. "Monografía del piloncillo," Gobierno del Estado de Veracruz. <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/MONOGRAF%20CDA%20DE%20PILONCILLO.PDF>. Fecha de consulta: 10/02/2014.
- Díaz A., Iglesias C.E. 2012. Bases teóricas para la fundamentación del proceso de extracción de jugo de caña de azúcar para la producción de panela. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.* 21(1): 53-57.
- FAO. 2014. "FAOSTAT." <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Fecha de consulta: 22/10/2014.
- Figueroa-Rodríguez K.A., García-García A.M.T., Mayett-Moreno Y., Hernández-Rosas F., Figueroa-Sandoval B. 2015. Factores que explican el rendimiento de caña de azúcar a nivel municipal en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 6(7): aceptado para su publicación.
- INEGI. 2008. "Padrón nacional cañero 2007 " SAGARPA. <http://www.infocana.gob.mx/materiales/pdf/padron.pdf>. Fecha de consulta: 17/02/2014.
- Mosquera S.A.; Carrera J.E., Villada H.S. 2007. Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento de Cauca. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.* 5(1): 17-27.
- Mujica, M.V., Guerra M., Soto N. 2008. Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada. *Interciencia.* 33(8): 598-603.
- Navidi, W. 2006. *Estadística para ingenieros y científicos.* Ed. McGraw Hill, México, DF. 861.
- Raymond, P. 1997. *Hacienda tradicional y aparcería.* Ed. Ediciones UIS, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez-Borray G. 2008. La diversification productive comme stratégie d'activation de Systèmes agroalimentaires localisés: cas de l'agro-industrie de la panela en Colombie. *Cahiers Agricultures.* 17(6): 572-576.
- Rodríguez G., García H., Díaz Z.R., Santacoloma P. 2004. "Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina." AGSF-FAO.
- Shankar M.; Gowda M.C.; Mohithkumar G.V.; Jayamala G.B.; Kumargoud V., Vidyashree, S.M. 2010. A Critical Study on Jaggery Industry in Mandya District of Karnataka State. *International Journal of Applied Engineering Research.* 5(4): 565-572.
- SIAP. 2014. "SIACON (1980-2013)," SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). <http://www.siap.gob.mx/>. Fecha de consulta: 1/09/2014.
- Solís Pacheco J. R., Pérez Martínez, F., Orozco Ávila, I., Flores Montaña, J. L., Ramírez Romo, E., Hernández Rosales, A., Aguilar Uscanga, B. 2006. Descripción de un proceso tecnificado para la elaboración de piloncillo a partir de caña de azúcar. *e-Gnosis [online].*(4): 8.

# TERMOESTABILIDAD DE LA MEMBRANA Y TOLERANCIA A CALOR EN VARIEDADES DE *Saccharum* spp.

## HEAT STABILITY OF THE MEMBRANE AND HEAT TOLERANCE IN VARIETIES OF *Saccharum* spp.

Castro-Nava, S.<sup>1\*</sup>; Mireles-Rodríguez, E.<sup>2</sup>; García-Girón, J.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Victoria, Cd. Victoria, Tam. México. 87149. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Centro. Cd. Mante, Tam. México. 89880.

\*Autor de correspondencia: scastro@docentes.uat.edu.mx

---

### RESUMEN

Se evaluó la tolerancia al calor de cuatro variedades de caña de azúcar (Mex 68-1345, Mex 68-P-23, CP 72-2086 y Mex 79-431) en su ciclo de planta bajo condiciones de temporal, mediante la prueba de termo-estabilidad de la membrana celular. El porcentaje relativo del daño a la membrana celular (DMC%) se utilizó como indicador de la tolerancia al calor. Las variedades mostraron respuestas diferenciales, siendo más tolerante al calor las Mex 68-1345 y CP 72-2086, en función de que el porcentaje relativo del daño a la membrana celular fue más bajo, además de un potencial hídrico alto durante las horas de calor, principalmente de Mex 68-1345 y buena capacidad de recuperación en base a la temperatura foliar durante la tarde alcanzando la temperatura más baja de todas las variedades.

**Palabras clave:** Calor, estabilidad térmica, tolerancia, caña de azúcar

### ABSTRACT

The heat tolerance of four varieties of sugar cane (Mex 68-1345, Mex 68-P-23, CP 72-2086 and Mex 79-431) was evaluated in the plant cycle under rainfed conditions, through the heat stability test of the cell membrane. The relative percentage of the damage to the cell membrane (DCM %) was used as indicator of heat tolerance. The varieties showed differential responses, with Mex 68-1345 and CP 72-2086 being more tolerant to heat, in function of the relative percentage of the damage to the cell membrane being lower, in addition to a high water potential during the hours of heat, primarily of Mex 68-1345, and good capacity for recovery based on the leaf temperature during the afternoon, reaching the lowest temperature of all the varieties.

**Keywords:** heat, heat stability, tolerance, sugar cane.

## INTRODUCCIÓN

**La caña** de azúcar (*Saccharum* spp.) es un cultivo importante para la producción de azúcar, y uno de los convertidores cuánticos más eficientes por su gran capacidad de amacollamiento y producción de biomasa y bioenergía (Shrivastava *et al.*, 2015). En México se cultiva en 828,609.15 hectáreas que producen 56,7 millones de toneladas, con una productividad de 74,4 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2015); casi 58% se cultiva en condiciones de secano, donde la precipitación es insuficiente y con periodos de estrés por calor y sequía. Un estrés por calor es definido como aumento de temperatura más allá de los límites óptimos que causa daño irreversible y limita en gran medida el crecimiento y el rendimiento de las plantas cultivadas cuando se produce transitoriamente o continuamente (Wahid, 2007). Estas ocurrencias serán características importantes del clima en el futuro (Djanaguiraman *et al.*, 2011) ya que se predice que las temperaturas superficiales globales seguirán aumentando (IPCC, 2007). El efecto del calor o temperatura alta sobre el metabolismo de la planta depende de la intensidad y la duración de temperaturas supra-óptima en combinación con la tasa de aumento de temperatura (Wahid *et al.*, 2007). Puede modificar la función, composición y estructura de la membrana celular (Wang *et al.*, 2003; Rahman *et al.*, 2004; Barnabás *et al.*, 2008). La ruptura y daño de la membrana celular ocasiona la pérdida de electrolitos (aminoácidos, ácidos orgánicos, proteínas y otros solutos). Esta pérdida es una medida del daño ocasionado a la membrana celular, y por lo tanto es un factor importante en la tolerancia al calor (McDaniel, 1982). Sullivan (1972) desarrolló una prueba para medir la tolerancia al calor, la cual determina la termoestabilidad de la membrana celular a través de la medición de la cantidad de electrolitos perdidos en discos de hojas, después de una exposición a un tratamiento de calor (>40 °C). Esta prueba se ha usado en cultivos como soja (*Glycine max* L.: Martineau *et al.*, 1979); trigo (*Triticum aestivum* L.: Fokar *et al.*, 1998, Blum *et al.*, 2001); chícharo (*Vigna unguiculata* L.: Thiaw y Hall, 2004); algodón (*Gossypium hirsutum* L.: Rahman *et al.*, 2004); maíz (*Zea mays* L.: Castro *et al.*, 2012); sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench: Sullivan y Ross, 1979) y caña de azúcar (*Saccharum* spp.: Sudhakar *et al.*, 2010, Gomathi *et al.*, 2013); sin embargo su efecto depende del nivel de temperatura utilizada en la prueba, la especie y etapa fenológica (Castro, 2013). Los resultados obtenidos por la pérdida de electrolitos puede ser un criterio de selección indirecto para la tolerancia al calor

(Blum *et al.*, 2001; Rahman *et al.*, 2004; Thiaw y Hall, 2004), aunque su efectividad dependerá de la magnitud de la variabilidad genética en una población. La identificación de genotipos que tienen gran capacidad de utilizar agua limitada y tolerancia a temperaturas altas, es por lo tanto importante para mejorar la productividad de los cultivos. En el contexto anterior, se determinó la respuesta al estrés por calor de cuatro de las variedades comerciales de caña de azúcar con mayor superficie cultivada en México mediante la aplicación de la prueba de termo-estabilidad de la membrana celular.

## MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron cuatro variedades comerciales de caña de azúcar (Mex 68-1345, Mex 68-P-23, CP 72-2086 y Mex 79-431), en un lote comercial ubicado en el municipio de Cd. Ocampo, Tamaulipas, México. Las cuatro variedades cubren aproximadamente 46% de la superficie sembrada en México (Salgado *et al.*, 2013). Se evaluaron en condiciones de campo mediante la prueba de termo estabilidad de la membrana celular (TMC) para establecer su tolerancia a la temperatura alta. Se utilizaron lotes de ciclo planta, establecidos durante la zafra 2012-2013 en condiciones de temporal de acuerdo a la tecnología agronómica de la región. Cuando las plántulas se encontraban en la sexta hoja ligulada de su desarrollo, se midió la tolerancia a calor (daño a la membrana celular) mediante la prueba de termo estabilidad de la membrana celular (TMC) siguiendo el procedimiento descrito por Sullivan (1972). Para minimizar el error experimental al momento del muestreo por edad y posición de la hoja (Bajji *et al.*, 2001), se tomaron 20 discos de tejido foliar de la hoja madura más joven en cada una de las plantas. Los discos fueron extraídos con un sacabocados de 10 mm de diámetro, entre las 12:00 y las 14:00 horas, y colocadas inmediatamente en tubos de ensayo conteniendo 10 ml de agua deionizada. Los discos de tejido de hoja se lavaron tres veces en agua deionizada para eliminar los electrolitos liberados al momento del corte. Se hicieron dos grupos de 10 discos de tejido de hoja con cinco repeticiones, un grupo para el control y el otro para el tratamiento de calor. Después del lavado se agregaron 10 ml de agua deionizada a cada tubo y se cubrieron con papel aluminio para evitar la desecación y evaporación durante el tratamiento de calor, el cual se hizo en un baño maría manteniendo el control a una temperatura de 50 °C ± 1 °C por una hora. El grupo de discos control se mantuvo a una temperatura ambiente de 25 °C por el mismo período de tiempo. Terminado el tratamiento

de temperatura se agregaron 10 ml de agua deionizada y se dejó reposar en un refrigerador a 10 °C por 24 h para permitir la difusión de electrolitos. Después de esto, se extrajeron del refrigerador y las muestras se dejaron reposar a temperatura ambiente por 1 h a 25 °C, e hicieron lecturas de conductividad eléctrica (CE) con un digital conductivity meter (VWR modelo CRB-10M con compensación de temperatura automática). Los tubos de ensayo se introdujeron en una autoclave (Felisa Modelo FE-399; Zapopan, Jalisco, México) a 120 °C durante 10 min a una presión de 0.10 MPa para liberar todos los electrolitos. Se dejó reposar el tejido a 25 °C durante 1 h y se realizó la segunda lectura de la CE. El porcentaje relativo del daño a la membrana celular (DMC%), como indicador de la termo estabilidad de la membrana celular (TMC) se calculó como:

$$DMC = [1 - (T_1 / T_2)] / [1 - (C_1 / C_2)] \times 100$$

donde DMC=daño a la membrana celular;  $T_1$ =tratamiento antes de introducirse a la autoclave;  $T_2$ =tratamiento después de haberse introducido a la autoclave;  $C_1$ =testigo antes de introducirse a la autoclave;  $C_2$ =testigo después de haberse introducido a la autoclave. De manera complementaria se evaluó el potencial hídrico ( $\Psi$ ) utilizando la cámara de presión tipo Scholander y la temperatura foliar ( $T_h$ ) con un termómetro infrarrojo, ambas variables a las 8, 14 y 19 horas. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un ANDEVA como un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones utilizando el programa SAS (2010) y prueba de comparación de medias de Tukey ( $P=0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron grandes contrastes durante el ciclo biológico de las variedades de caña de azúcar estudiadas, en términos de temperatura del aire (Cuadro 1). Durante el ciclo se registraron temperaturas  $\geq 35$  °C que representaron 26.3% del total de días desde la siembra hasta el corte, y temperaturas  $\geq 40$  °C (2.5%). En ambos casos representaron condiciones desfavorables para el proceso metabólico de las plantas, aunado a la condición de temporal, con altos riesgos de estrés hídrico. El daño a la membrana celular es un indicador de la tolerancia al calor (Rahman *et al.*, 2004); valores bajos indican alta termo estabilidad de la membrana (genotipos tolerantes), mientras que valores altos indican baja termo-estabilidad (genotipos susceptibles). Para este estudio el análisis estadístico indicó diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

en el DMC entre variedades. Esto significa que variedades como Mex 68-1345 y CP 72-2086 tuvieron un DMC menor que los que presentan las variedades

Mex 79-431 y Mex 68-P-23 (Figura 1); es decir de acuerdo con estos valores y lo señalado por Rahman *et al.* (2004), se podrían considerar como tolerantes al calor y recomendarlas con mayor confiabilidad para siembra en zonas como el sur de Tamaulipas, donde la temperatura excede durante algunos días del ciclo (Cuadro 1), la temperatura óptima para el cultivo, pero sobre todo en épocas críticas del desarrollo. Las variedades tolerantes superaron a las susceptibles con 14.4% en el DMC.

El DMC se relacionó de manera directa con el  $\Psi$  y la  $T_h$ . Las variedades estudiadas mostraron un  $\Psi$  significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) en las horas de muestreo. El  $\Psi$  se vio reducido hacia el mediodía en todas las variedades como resultado del incremento de la  $T_{aire}$  (Figura 1). La variedad Mex 68-1345 con un DMC bajo y Mex 68-P-23 con un DMC alto mantuvieron el  $\Psi$  más alto durante las horas de mayor temperatura, pero no las variedades CP 72-2086 y Mex 79-431, la primera junto con CP 72-2086 consideradas como tolerantes al calor por la prueba del DMC, aunque para las 18 h, la recuperación de CP 72-2086 a las condiciones de calor ocurridos durante el mediodía, junto con Mex 68-P-23 y Mex 79-431 fue significativa, alcanzando valores del  $\Psi$  superiores al inicial durante el mismo día; dicha respuesta no fue similar para Mex 68-1345. Esta respuesta podría ser atribuida probablemente a diferencias en el potencial osmótico.

La  $T_h$  se incrementó en todas las variedades a medida que avanzó la hora del día hasta alcanzar un promedio de 36.4°C a las 14.00 h (Figura 2). Posterior a esta hora y como

**Cuadro 1.** Temperatura del aire medida durante el ciclo biológico y su duración de cuatro variedades de *Saccharum* spp.

Variable	Total
Temperatura máxima promedio (°C)	29.4
Temperatura mínima promedio (°C)	18.3
Temperatura promedio (°C)	23.8
Días $\geq 35$ °C	124
Días $\geq 40$ °C	12
Duración del ciclo planta (días)	472

resultado de la reducción de la  $T_{aire}$ , las plantas tuvieron una recuperación gradual hasta las 19.00 h; solo la variedad Mex 68-1345 redujo la  $T_h$  de manera significativa ( $P < 0.05$ ) a través de la transpiración hasta un promedio de 28.3 °C. Lo anterior demuestra la capacidad de la variedad Mex 68-1345 para crecer en ambientes donde existen riesgos de estrés por calor. La  $T_{aire}$  durante las horas de mayor calor fue de 37.4 °C; durante esas horas de sólo la variedad Mex 68-1345 no reguló su temperatura foliar, ya que la  $T_h$  fue muy similar a la  $T_{aire}$  (Figura 3).

En general, se observan diferencias entre variedades para el DMC, sin embargo, se podría obtener una respuesta más clara estudiando una temperatura más alta a la establecida en la metodología utilizada; dicha sugerencia es avalada por Castro (2013) en maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ya que según Blum y Ebercon (1981) temperaturas superiores a 40 °C, utilizadas en la prueba provocan incrementos en el DMC, lo cual puede ser favorable para establecer diferencias más reales. Sin embargo, de acuerdo a las inconsistencias en las variables evaluadas, es recomendable seguir estudiando la respuesta de estas variedades de caña al estrés por calor y probablemente al estrés hídrico con mayor detalle.

### CONCLUSIONES

Las variedades Mex 68-1345 y CP 72-2086 registraron la mayor tolerancia al calor en base a la prueba de termo estabilidad de la membrana celular. Esta capacidad de tolerar el calor se vio también reflejada en un mayor potencial hídrico durante las horas de calor, principalmente de la variedad Mex 68-1345 además de mayor capacidad de recuperación en base a la temperatura foliar durante la tarde alcanzando la temperatura más baja de todas las variedades evaluadas.

### LITERATURA CITADA

Bajji M., Kinet J.M., Lutts S. 2001. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regul.* 36:61-70.

Barnabás B., Jäger K., Fehér A. 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant Cell Environ.* 31: 11-38.

Blum A., Klueva N., Nguyen H.T. 2001. Wheat cellular thermotolerance is related to yield under heat stress. *Euphytica* 117:117-123.

Castro N.S., Ramos O.V.H., Huerta A.J. 2012. Uso de la termoestabilidad de la membrana celular para la estimación de la tolerancia al calor en maíz. *Interciencia* 37(12):921-926.

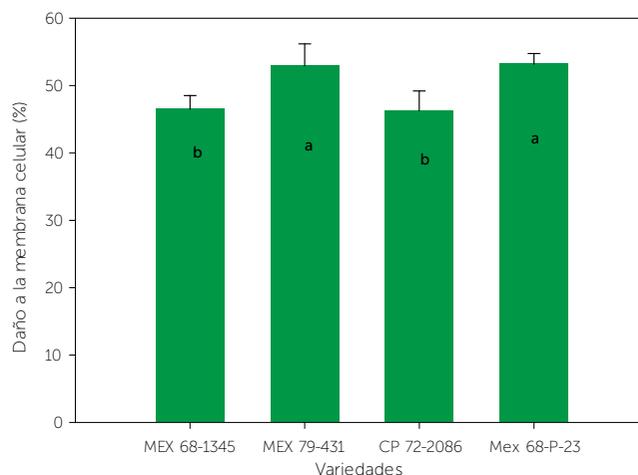


Figura 1. Daño a la membrana celular (DMC) en cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) obtenido mediante la metodología de la termo estabilidad de la membrana celular.

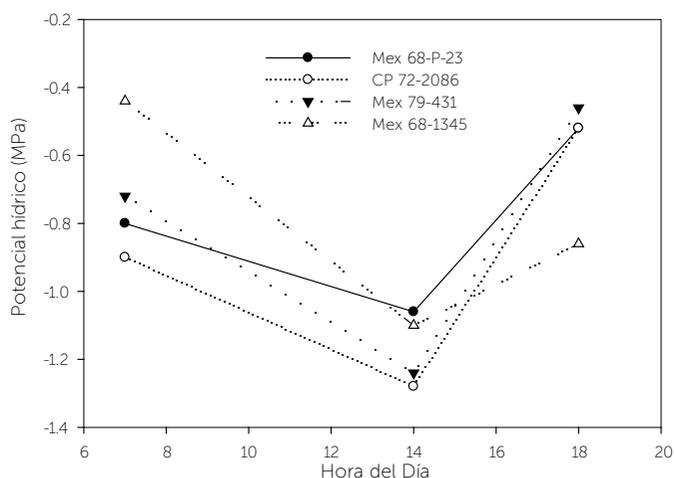


Figura 2. Potencial hídrico total en hojas de cuatro variedades de *Saccharum* spp., a diferentes horas del día.

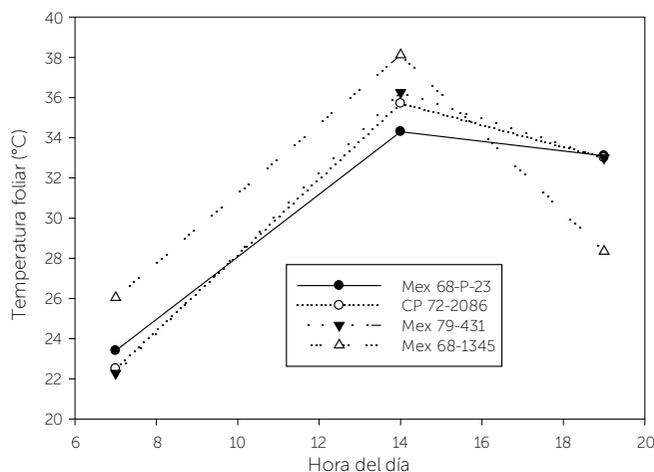


Figura 3. Temperatura foliar de cuatro variedades de *Saccharum* spp., a diferentes horas del día.

- Castro N.S. 2013. Temperatura óptima y etapa fenológica para determinar la termoestabilidad de la membrana celular en maíz y frijol. *PHYTON* 82:249-254.
- Djanaguiraman M., Prasad P.V.V., Boyle D.L., Schapaugh W.T. 2011. High-temperature stress and soybean leaves: leaf anatomy and photosynthesis. *Crop Sci.* 51:2125-2131.
- Fokar M., Nguyen H.T., Blum A. 1998. Heat tolerance in spring wheat. I. Estimating cellular thermotolerance and its heritability. *Euphytica* 104:1-8.
- Gomathi R., Yukashini K., Shiyamala S., Vasantha S., Suganya A., Rakkiyappan P. 2013. Induced response of sugarcane variety Co 86032 for thermotolerance. *Sugar Tech* 15(1):17-26.
- IPCC. 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change fourth assessment report. *Climate Change 2007*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Martineau J.R., Specht J.E., Williams J.H., Sullivan C.Y. 1979. Temperature tolerance in soybeans. I. Evaluation of a technique for assessing cellular membrane thermostability. *Crop Science* 19:75-78.
- McDaniel R.G. 1982. The physiology of temperature effects on plants. *In*: Christiansen, M.N., and Lewis C.F. (eds), pp. 13-45. *Breeding plants for less favorable environments*. Wiley, New York. 459 p.
- Rahman H.U., Malik S.A., Saleem M. 2004. Heat tolerance of upland cotton during the fruiting stage evaluated using cellular membrane thermostability. *Field Crops Res.* 85: 149-158.
- SAS Institute. 2010. *SAS/STAT User's guide: Version 9.2* SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, U.S.A. 1689 p.
- Shrivastava A.K., Solomon S., Rai R.K., Singh P., Chandra A., Jain R., Shukla S.P. 2015. Physiological interventions for enhancing sugarcane and sugar productivity. *Sugar Tech* 17(3):215-226.
- Sudhakar P., Latha P., MuneenfraBabu A. 2010. Evaluation of sugarcane genotypes for high water use efficiency and thermostability tolerance under imposed moisture stress at formative stage. *Sugar Tech* 12(1):72-75.
- Sullivan C.Y. 1972. Mechanisms of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement. *In*: Rao, N.G.P. and House L.R. (eds). pp. 247-264. *Sorghum in the seventies*. Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi, India. 638 p.
- Sullivan C.Y., Ross W.M. 1979. Selecting for drought and heat resistance in grain sorghum. *In*: Mussell, H., Staple R. (eds). pp. 263-281. *Stress physiology in crop plants*. Wiley Interscience. John Wiley and Sons. New York. 510 p.
- Thiaw S., Hall A.E. 2004. Comparison of selection for either leaf electrolyte-leakage or pod set in enhancing heat tolerance and grain yield of cowpea. *Field Crops Research* 86: 239-253.
- Wahid A. 2007. Physiological implications of metabolite biosynthesis for net assimilation and heat-stress tolerance of sugarcane (*Saccharum officinarum*) sprouts. *J. Plant Res.* 120:219-228.
- Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M.R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environ. Exp. Bot.* 61:199-223.
- Wang W., Vinocur B., Altman A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218: 1-14.



# RELACIÓN DEL TIPO DE FERMENTACIÓN CON LA CALIDAD FÍSICA Y DE TAZA DEL CAFÉ

## RELATIONSHIP OF THE TYPE OF FERMENTATION WITH THE PHYSICAL AND CUP QUALITY OF COFFEE

**Caballero-Pérez, J.F.<sup>1</sup>; Zacarias-Santizo, A.B.<sup>2</sup>; Ichimura-Toledo, A.<sup>2</sup>; Ovalle-Nanduca, J.J.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. Av. Progreso No. 5. Santa Catarina Coyoacán. D.F. C.P. 04010. México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez, kilómetro 1081, Sin Número, Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29050.

**Autor de correspondencia:** seneka95@hotmail.com

### RESUMEN

Se evaluó la calidad física del grano y sensorial de la bebida del café, procesado mediante la fermentación natural y variantes de ésta usando levadura y filtrado de mucilago (FM) para la remoción de pulpa (mucilago). Se usó café (*Coffea arabica* L.) cereza de la variedad Bourbon, recolectado de manera selectiva y sometido a beneficiado húmedo. En cada uno de los tratamientos de fermentación, se realizó un análisis físico del grano y determinó el perfil sensorial de la infusión. Durante el proceso fermentativo, el pH presentó aumento, y los sólidos solubles totales disminuyeron. Después del proceso de beneficiado húmedo, en los tratamientos con levadura al 15% (T4) y FM a 25% (T5) se obtuvo mayor rendimiento del grano. Los defectos físicos del grano y perfil sensorial de la infusión variaron en función del tiempo de fermentación entre 16 y 15 horas en T5 y T4, y en este último se requirieron cinco horas menos para completar el proceso de fermentación en contraste al de fermentación natural (T1), que fue de 20 horas para eliminar el mucilago. Con relación a la impresión global de la bebida, el café procesado con fermentación (T4, T5), presentaron calificaciones de 83, significativamente mayores a las calificaciones para el café sometido al tratamiento T1. Estos tratamientos, también presentaron el más bajo porcentaje de granos con defectos, lo cual fue significativo en la calidad de la bebida. Con el proceso fermentativo T4 se logra la degradación completa del mucilago en corto tiempo y permite obtener café de muy buena calidad.

**Palabras clave:** *Coffea arabica*, beneficiado húmedo, calidad de taza.

### ABSTRACT

The physical quality of the grain and sensory quality of the coffee beverage was evaluated, processed through natural fermentation and variations of it using yeast and mucilage filter (MF) to remove the pulp (mucilage). Cherry coffee (*Coffea arabica* L.) of the Bourbon variety was used, collected in a selective way and subjected to humid processing. In each of the fermentation treatments, a physical analysis of the grain was carried out, and the sensory profile of the infusion was determined. During the fermentative processes, the pH presented an increase, and total soluble solids decreased. After the wet process of the coffee, in the treatments with yeast at 15% (T4) and FM at 25% (T5), a higher yield of the grain was obtained. The physical defects of the grain and the sensory profile of the infusion varied in function of the fermentation time between 16 and 15 hours in T5 and T4, and in the latter five hours less were required to complete the fermentation process in contrast to that with natural fermentation (T1), which was 20 hours to eliminate the mucilage. Regarding the global impression of the beverage, the coffee processed with fermentation (T4, T5), presented marks of 83, significantly higher than the marks for coffee subject to treatment T1. These treatments also presented the lowest percentage of grains with defects, which was significant for the beverage quality. With the T4 fermentative process, the complete degradation of the mucilage is achieved in a short time, and it allows obtaining coffee of very good quality.

**Keywords:** *Coffea arabica*, wet processing, cup quality.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 11, noviembre. 2016. pp: 94-100.

**Recibido:** marzo, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.

## INTRODUCCIÓN

El grano de café, está cubierto por una capa de mucílago o pulpa, la cual mide aproximadamente 0.4 milímetros de espesor y está compuesta por agua, polisacáridos, azúcares, proteínas, lípidos, minerales y ácidos (Avallone *et al.*, 2000). Aunque esta estructura representa entre 15% y 22% del peso del fruto maduro con relación al contenido de humedad, tiene que ser removida durante la etapa de fermentación en el proceso de beneficiado por vía húmeda, para obtener cafés “suaves lavados”, los cuales son importantes en el mercado internacional (Rodríguez, 2009). En México, la fermentación de mucílago es practicada por cerca de 90% de los caficultores, principalmente los que poseen menos de 5 ha en producción (Moguel y Toledo, 2004). En este proceso las enzimas y microorganismos naturales desintegran la estructura del mucílago que queda adherido al grano después del despulpado y antes del lavado, permitiendo que las protopectinas, ácido pectínico y pectinas se solubilizan a través de las reacciones naturales que se presentan y puedan ser retirados del grano por medio del lavado (Wood, 1998). Según Kairuz (2002), estos componentes se forman a partir de la hidrólisis y acidogénesis que se produce de la ruptura de las células que conforman el mucílago. De acuerdo con Fajardo y Sanzu (2003), la remoción del mucílago del café se puede hacer por fermentación natural del mucílago, con adición de enzimas pectolíticas al café despulpado, o mecánicamente por medio de máquinas desmucilaginosas. La calidad en taza del café se valora teniendo en cuenta atributos como el aroma, acidez, sabor, impresión global y cuerpo; cualidades que están determinadas por la variedad, la ubicación geográfica, clima y cuidado con que se realizan las diferentes prácticas de cultivo, recolección y beneficiado (Illy y Viani, 1995; Puerta, 1996). Durante el beneficiado húmedo, la fermentación del mucílago de café, al ser un proceso natural, tiene como principal respuesta el tiempo que se requiere para finalizar el proceso; algunos microorganismos favorecen y aceleran la degradación del mucílago, mientras que otros contribuyen al desarrollo de defectos cuando el tiempo de fermentación se prolonga (Cuevas *et al.*, 2006). Los daños físicos más comunes, que se originan por fermentaciones no controladas, son los granos vinagres, manchados, decolorados, y en taza aparecen aromas y sabores agrios, y rancio (Puerta, 2007). Este tipo de defectos son considerados los más críticos en el detrimento de la calidad final del grano del café debido a que los azúcares y los compuestos pécticos del mucílago no se degradan; ocasionando pérdidas económicas importantes. Parte de estos defectos son originados por el desconocimiento del proceso de fermentación, ya que no tiene ningún tipo de control y solo se espera que pase el tiempo necesario para desprender la mayor parte del mucílago. Puerta (1994), trabajó con sistemas rápidos agregando enzimas o sustancias químicas en los tanques de fermentación para disminuir el tiempo, lo que dio como resultado los métodos enzimático y químico. El más usado ha sido el método de la fermentación natural o tradicional, y recientemente, el método mecánico, que utiliza equipos de desmucilaginado de flujo ascendente (Fajardo y Zanzu, 2003). Por lo anterior, se identificó la relación de la fermentación con la calidad física del grano y sensorial de la bebida para contribuir al conocimiento de los factores que afectan la fermentación natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó café (*Coffea arabica* L.) de las variedades Bourbon de fruto rojo, recolectado en la cosecha de 2015 en la comunidad de Salvador Urbina, Cacahoatán, Chiapas, México, en la parcela experimental (712 m de altitud, 15° 03' 22" N, 92° 12' 22" O), 25.4 °C de temperatura, humedad relativa de 72%, 4,050 mm de precipitación total anual (INAFED, 2016). Para el beneficiado del café se usó: despulpadora, recipientes de plástico para la fermentación, secador solar, material de empaque y rotulación. Para el análisis de calidad se usaron en laboratorio, tostador, molino, tamices, medidor de humedad, estufa, trilladora, pocillos, bandejas, mesas de catación, servilletas, formatos de registro, mesas de análisis físicos, lámparas y balanza. Para el beneficiado del café. Se recolectaron 70 kg de café cereza maduro, clasificándolo manualmente, para escoger sólo el café maduro y sano. El beneficiado se realizó por vía húmeda; se despulpó sin agua, se removió el mucílago mediante la fermentación del café con preparados de levadura (L) y filtrado de mucílago (FM) a diferentes concentraciones (Cuadro 1), utilizando recipientes de plástico.

Previo a la fermentación, los preparados L y FM se adicionaron a la masa de granos usando 20 mL de preparado por cada kilogramo de masa de fermento, en ambos casos. Durante la fermentación se determinó el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) mediante un refractómetro y el pH del mucílago por lectura potenciométrica (AOAC, 2005). Al finalizar el tiempo de fermentación en cada tratamiento, el café se lavó con agua limpia y secó utilizando un secador solar cubierto, donde se revolvió constantemente

**Cuadro 1.** Tratamientos en el proceso de fermentación del café.

No.	Levadura (%)	Filtrado de mucílago (%)	Código
1	0	0	T1
2	5	0	T2
3	10	0	T3
4	15	0	T4
5	0	25	T5
6	0	30	T6
7	5	25	T7
8	10	30	T8

hasta alcanzar humedad de 10% a 12%. El café pergamino se empacó en bolsas plásticas, se rotuló y almacenó a 65% de humedad relativa y 15 °C por un mes hasta su análisis físico y sensorial.

**Análisis físicos:** Para cada muestra de café se realizaron los siguientes análisis: A) En café pergamino se determinó humedad, y B) En café verde se determinó: rendimiento y los defectos partido, negro, perforado por broca, decolorado y el total de defectos.

**Panel de catación:** Se contó con la participación de cinco catadores entrenados para el análisis organoléptico de las muestras. Cada taza se preparó utilizando 11 g de café molido en 150 mL de agua destilada en ebullición. Se utilizó tostado medio 13% a 14% de pérdida de peso, y molienda media, tamaño de partícula 500  $\mu\text{m}$  (Puerta, 1996). Se calificaron las siguientes propiedades sensoriales del café: aroma, acidez, sabor, cuerpo e impresión global de la bebida. Se usó el método descriptivo cuantitativo, utilizando una escala de nueve puntos, para la calificación de cada característica organoléptica del café, la cual se interpretó así: calificaciones 9, 8, 7 para cualidades equilibradas, deseables, donde 9 correspondió a la mejor calificación; 6, 5, 4 para cualidades intermedias, calificando desviaciones, 4 apenas tolerable y 3, 2, y 1 como cualidades indeseables, calificando defectos, donde 1 se consideró como la peor calificación. Para el análisis estadístico, se consideró 1 kg de café pergamino (muestra experimental) por tratamiento (proceso de fermentación) con 11 repeticiones, considerando un diseño experimental completo al azar. A los datos de °Bx, pH, los defectos físicos, contenido de humedad, rendimiento, así como información de calidad de taza, se les realizó un análisis de varianza y comparaciones de medias con la prueba de Duncan con una  $P=0.05$  (SAS Institute, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad de la bebida del café depende de la calidad del fruto o cereza a la cosecha. Para lograr obtener bebidas de café de superior calidad es necesario realizar la recolección oportuna y selectiva de frutos maduros. El estado de madurez y sanidad del café en cereza determinan la calidad del café verde y de la bebida. Los frutos verdes, sobremaduros, secos y enfermos se deben separar y beneficiar por separado. Al menos el 95 % del café cosechado debe ser cereza madura, para que el café por despulpar sea lo más uniforme posible en tamaño y madurez (Figura 1). Puerta (1996), señala que debido a la cosecha de frutos verdes, se producen los defectos conocidos como grano vinagre y negro, estos ocasionan sabor y aroma a fermento en la bebida ya que, en estos, el proceso de fermentación sucede de la parte externa del grano hacia el interior.

La temperatura inicial de la masa de granos fue mayor a la temperatura del aire, luego aumentó entre 29.5 °C a 35.2 °C y al final de los procesos, disminuyó hasta 31 °C. En las primeras etapas de fermentación, no se observaron diferencias significativas en el pH del mucílago. El pH inicial en los tratamientos T4 y T5 fue similar siendo de 5.09 y 5.08 respectivamente, y no se observó diferencia significativa con el pH registrado en el resto de los tratamientos (Cuadro 2). Al final de los procesos de fermentación, en los tratamientos T7 y T8 se observó un incremento de pH significativamente mayor en contraste con las otras variantes de fermentación, donde el pH registró disminución. Según Illy y Viani (1995), en el proceso de fermentación se eleva la temperatura debido a la actividad microbiana, esto ayuda a la actividad de la pectinasa, pero si ésta no es suficiente en los granos, los microorganismos pueden suplir la deficiencia, adaptándose a los cambios de pH que suceden en la masa de café. Avallone *et al.* (2000), afirman que la descomposición del mucílago en la fermentación se relaciona directamente con la acidificación, ya que el crecimiento de los microorganismos es necesario, sin embargo, resaltan que la microflora no participa directamente en la degradación del mucílago por producción de enzimas.

En etapas iniciales del proceso fermentativo, los tratamientos T6, T7, T8 mostraron valores de °Bx significativamente mayores comparados con el resto de los tratamientos de fermentación. Al final de la fermentación, los °Bx en el tratamiento T8 fueron de 14.8, siendo significativamente mayor a los tratamientos T5, T6, T7. En los

tratamientos T2 y T4 los °Bx fueron significativamente menores (Cuadro 2). Según Illy y Viani (1995), el contenido de sólidos solubles del mucílago, durante la fermentación, se modifica debido a que el pH durante el proceso de fermentación muestra una tendencia descendente, lo cual indica aumento de la acidez de la masa, que coincide con la producción de ácidos a partir de los azúcares y del rompimiento de las pectinas. El tiempo de fermentación para eliminar el mucílago fue de 17, 16 y 15 horas en los tratamientos T3, T5 y T4 respectivamente, en este último se requirieron cinco horas menos para completar el proceso de fermentación en contraste al tratamiento de fermentación T1, en el cual el tiempo total requerido fue de 20 h. En los tratamientos T6 y T8, el proceso de fermentación fue de 22 y 23 horas respectivamente siendo significativamente mayores al tiempo requerido para la eliminación del mucílago por el proceso de fermentación natural (T1). Avallone *et al.* (2000) menciona que la cantidad de pulpa (mucílago) en el café puede variar debido a que este compuesto es un coloide con fuerte capacidad de retención de agua, por lo que su contenido de humedad depende de las condiciones climáticas que prevalezcan durante la recolección siendo mayor en días lluviosos (Puerta, 2006). En el caso de la fermentación con el T4, el tiempo corto del proceso se atribuye a que la masa de café posee mayor cantidad de microorganismos localizados en la pulpa, por lo tanto, la menor cantidad de

sustrato en la masa y la mayor actividad microbiana, aceleran el proceso de fermentación. Posterior a la fermentación del café, el lavado es una actividad que se efectúa con el fin de eliminar residuos de mucílago que queda por remover al final del proceso, para evitar la presencia de defectos en la bebida de café. Se recomienda usar agua limpia para evitar la contaminación y el defecto sucio en la bebida de café (Puerta, 1996) (Figura 2).



**Figura 1.** A: Cosecha selectiva del café. B-C: separación de cerezas con defectos por flotación. D: frutos de café con madurez apta para beneficiado.

Después del proceso de beneficiado húmedo, en los tratamientos T1, T4 y T5 se obtuvo un mayor rendimiento de grano, es decir, por cada 100 g de café verde se obtuvieron 83 g de café pergamino. Estos valores fueron significativamente mayores al rendimiento de café observado en los tratamientos T2 y T8 (Cuadro 3). Puerta (2007), menciona que la forma de cosechar influye considerablemente en el rendimiento del café, ya que afecta el peso del fruto según el número de flotes en la partida. Por otra parte, menciona que el rendimiento se ve favorecido cuando la fermentación de frutos completamente maduros se procesa adecuadamente; sin embargo, se ve afectado de manera significativa con contenidos mayores a 5% de café verde en la cosecha. El rendimiento también se afectado por la calidad de la materia prima, el grado de madurez, el daño por la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y tamaño del grano (Puerta, 2008). Durante el análisis físico, se observaron porcentajes de grano brocado de 0.5 a 4.6. Los tratamientos con porcentajes significativamente mayores de grano brocado fueron T2, T3 y T8. Puerta (2010), señala que el rendimiento en café almendra disminuye hasta 32% para café con alto porcentaje de café perforado por la broca.

Durante la evaluación de defectos se observó un porcentaje de grano decolorado de 0.23 a 5.9. Los porcentajes de grano partido en los tratamientos registraron valores de 0.5 a 1.5. En los

**Cuadro 2.** Características químicas y tiempo de fermento del café. n=11.

Tratamiento	Sólidos Solubles Totales (°Bx)		pH		Tiempo de fermentación (horas)
	inicial	final	inicial	final	
T1	12b <sup>z</sup>	8d	5.02a	4c	20b
T2	9.9b	8.9c	5.18a	5.8b	18b
T3	9.7b	6.7d	5.16a	5.2b	17c
T4	12.3b	10.3c	5.09a	4.8c	15c
T5	13.1b	12.1b	5.08a	4.6c	16c
T6	16.1a	12.4b	5.13a	5.8b	22a
T7	16.3a	13.5b	5.16a	6.8a	18b
T8	17.2a	14.8a	5.1a	6.9a	23a

<sup>z</sup>Letras iguales en columnas indican medias estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 2.** Café en proceso de fermentación (A), lavado del café (B), café pergamino lavado (C).

**Cuadro 3.** Caracterización física del café pergamino y almendra procesados bajo diferentes tratamientos de fermentación. n=11.

Tratamiento	Humedad (%)	Rendimiento (%)	Partido (%)	Negro (%)	Perforado por broca (%)	Decolorado (%)	Total de defectos (%)
T1	11.01b <sup>z</sup>	82.1a	1b	0.22c	2.2c	0.57c	3.99c
T2	11.18b	79c	1.5a	7.2a	4.6a	3.8b	17.1a
T3	11.02b	80b	1.3a	8.1a	3.8a	5.7a	18.9a
T4	10.45b	82.6a	0.5c	0.12c	0.5d	0.23c	0.33d
T5	10.86b	82.3a	1.2a	0.12c	1.2d	0.28c	2.8c
T6	10.47b	80.3b	0.8b	2.8b	3.2b	0.44c	7.24b
T7	11.55a	81.6b	0.8b	1.3c	2.5c	0.7c	5.3b
T8	10.32b	79.3c	0.7b	7.3a	4.2a	5.9a	18.1a

<sup>z</sup>Letras iguales en columnas indican medias estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

tratamientos T4, T1, T6, T7 y T8, los valores para esta variable fueron significativamente menores comparado con los tratamientos T5, T3 y T2. En el grano de café procesado con los tratamientos T3 y T8 se observó un porcentaje de grano decolorado significativamente mayor que el mostrado por los tratamientos T1, T4 y T5. Los tratamientos T1, T4, T5 y T7 presentaron porcen-

tajes de grano negro significativamente menores a los tratamientos T8, T2 y T3.

De acuerdo con Fajardo y Sanzu (2003), la presencia de grano negro se debe a que el fruto verde no fue despulpado y se secó como semidespulpado e indica que este tipo de defecto afecta la calidad, ya que causa pérdida

de sabor suave en la bebida. En el total de defectos se observaron valores de 2.8 a 18.1. Los tratamientos T1, T4, y T5, presentaron una significativamente menor presencia de defectos y el T4 fue en el que se obtuvo un porcentaje de grano con defectos significativamente menor comparado con los demás tratamientos de fermentación. Los tratamientos T2, T3 y T8 presentaron los más altos porcentajes de grano negro, lo cual contribuyó a la mala calidad de la almendra. El contenido de humedad es un parámetro importante para el almacenamiento del grano. En los procesos fermentativos evaluados se obtuvo un contenido de humedad con valores de 10% a 12%. El punto de equilibrio corresponde a 12% de contenido de humedad; para café con humedad mayor a 13% (actividad de agua superior a 0.67) proliferan hongos que deterioran el producto (Puerta, 2006). En este sentido y a fin de lograr un grano homogéneamente seco y de apariencia aceptable, se recomienda contar con un secador tipo invernadero cubierto con plástico transparente. Este tipo de secador puede construirse en forma muy sencilla con varas del mismo lugar de beneficiado del café, con tubo de PVC o con varilla de construcción (Figura 3). En estas condiciones y a pleno sol el café pergamino puede secarse en cinco días, el cual luego se retrilla para producir café verde (almendra). Bajo la mesa del secador, se pueden usar zarandas con malla metálica (Figura

3), dispuestas en soportes a un metro de altura sobre el piso.

El aroma de la infusión en los tratamientos T4, T7 y T8 mostró calificaciones superiores a 7.5, siendo mayores significativamente comparado con el aroma percibido en el resto de los tratamientos. Con respecto a la acidez de la bebida, en los tratamientos T4 y T5 se detectaron calificaciones por arriba de 7.5, seguido de los tratamientos T6, T7 y T1. En estos tratamientos de fermentación las calificaciones de acidez en la infusión fueron mayores significativamente comparado con el resto de los tratamientos.

En el caso del sabor de la infusión del café, después del tratamiento T4 presentó una calificación cercana a 8, y supera de manera significativa al sabor del café en el resto de los tratamientos de fermentación. Para la variable cuerpo de la infusión, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Estos valores confirman que la clasificación del café, previa al despulpado y el proceso de fermentación con levadura al 15%, contribuye a conservar las características sensoriales de la bebida. Con relación a la impresión global de la bebida, el café procesado bajo los tratamientos de fermentación T4 y T5, presentó calificaciones alrededor de 8.3, mismas que fueron significativamente mayores a las calificaciones detectadas en el café sometido al tratamiento T1. Estos tratamientos, también presentaron el porcentaje más bajo de granos con defectos lo cual tuvo efecto significativo en la calidad de la bebida de café. La calificación para la impresión global de la bebida disminuye cuando existe un contenido considerable de café verde y de grano perforado



**Figura 3** A) Secador solar para café, con zaranda; B y C) malla metálica para secar el pergamino; D) retrilla del café, E) café verde y F) determinación de humedad en el café.

por broca en el café recolectado (Puerta, 2010). Además, se encontró que a pesar de la presencia de 7% de grano negro y más del 4% de grano afectado por la broca del café, en los tratamientos T2 y T8 la calificación para la impresión global de la bebida fue de 80.

## CONCLUSIONES

El tipo de fermentación influye sobre las características físicas del grano y sensoriales de la infusión, variando el grado de defectos y las cualidades organolépticas en función del tiempo de fermentación, el cual fue más corto al usar levadura al 15%. Esto permite la degradación completa del mucílago, lo cual facilitó su desprendimiento del grano. Con este tipo de fermentación se logra la reducción de pérdidas de calidad del grano ocurridas normalmente durante la fermentación natural. Esta variante en el proceso de fermentación del café permite obtener café de muy buena calidad con el consecuente aumento en la competitividad del grano en el mercado.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC Internacional. Fruits and fruit products. pp: 829-830.
- Avallone S., Guiraud J.P., Guyot B., Olguin P.E., Brillouet J.M. 2000. Polysaccharide constituents of coffee-bean mucilage. *Journal of Food Science* 65: 1308-1311.
- Cuevas M., Jiménez H., Candelario J., Toral B. 2006. Influencia de métodos de desmucilaginado y reposo sobre la calidad del café (*Coffea arabica*) en Chenes, Barahona, República Dominicana. 42 Reunión Anual, Caribbean Food Crops Society (CFCS), San Juan, Puerto Rico. p 47.
- Fajardo P.I.F., Sanzu J.R. 2003. Evaluación de la calidad física del café en los procesos de beneficio húmedo tradicional y ecológico (Becolsub). *Cenicafé* 54(4):286-296.
- Illy A., Viani R. 1995. Espresso Coffee: the chemistry of quality. London, Academic Press Limited, 253 p.
- INAFED. 2016. Los municipios del estado de Chiapas. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios de México.
- [www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/municipios.htm](http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/municipios.htm) (Consultado el 21 de enero, 2016).
- Kairuz L. A. 2002. Introducción al estudio de la composición de los alimentos. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 162 p.
- Moguel P.V.M. Toledo. 2004. Conservar produciendo: Biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *CONABIO. Biodiversitas* 55: 1-7.

**Cuadro 4.** Perfil de calidad de taza del café procesado bajo diferentes tratamientos de fermentación. n=5.

Tratamiento	Aroma	Acidez	Sabor	Cuerpo	Impresión Global
T1	7.25d <sup>z</sup>	7.5b	7.42b	7.25a	81b
T2	7.25d	7.25c	7.25c	7.17a	80.08b
T3	7.33c	7.25c	7.25c	7.25a	80.5cb
T4	7.58a	7.58a	7.83a	7.5a	83.5a
T5	7.42b	7.58a	7.67b	7.5a	83.08a
T6	7.5b	7.5b	7.42b	7.08a	80.83b
T7	7.67a	7.5b	7.42b	7.42a	81.58b
T8	7.58a	7.33c	7.33c	7.17a	80.92b

<sup>z</sup>Letras iguales en columnas indican medias estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

- Puerta Q.G.I. 1994. Evaluación de preparación de enzimas pectolíticas en el proceso de fermentación del beneficio húmedo de café. Informa final. Chinchiná, Cenicafé, 108 p.
- Puerta Q.G.I. 1996. La calidad del café. Chinchiná, Cenicafé, 9 p.
- Puerta Q.G.I. 2006. La humedad controlada del grano preserva la calidad del café. Chinchiná, Cenicafé, 8 p. (Avances Técnicos No. 352)
- Puerta Q.G.I. 2007. Frecuencia de defectos en la bebida de café. p. 20-32. En: Informe anual de actividades de investigación. Disciplina Calidad y Manejo Ambiental. Chinchiná. Cenicafé, 87p.
- Puerta Q.G.I. 2008. Riesgos para la calidad y la inocuidad del café en el secado. Chinchiná: Cenicafé, 8p. (Avances Técnicos No. 371).
- Puerta Q.G.I. 2010. Rendimientos y calidad de *Coffea arabica* L., según el desarrollo del fruto y la remoción del mucílago. *Cenicafé* 61: 67-89.
- Rodríguez V.N. 2009. Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería hidráulica y Medio ambiente. Valencia, España. 101 p.
- SAS. 2009. SAS/STAT Guide for personal Computers. Version 9. SAS Institute N. C. USA. 890 p.
- Wood B.J.B. 1998. Microbiology of fermented foods. Londres (Inglaterra), Blackie Academic and Professional. 517 p.





Programa Adopte un Talento

# Convocatoria de comunicación científica PAUTA 2016 - 2017

¿Te gusta el helado de vainilla y los pasteles sabor vainilla?

La vainilla es una planta de origen mexicano que ha conquistado el paladar de millones de personas alrededor del mundo.

Uniendo el delicioso sabor de la vainilla con la ciencia te invitamos a participar en el segundo concurso "Elabora una comunicación" que este año es sobre el tema de la Vainilla.

El Programa Adopte un Talento, convoca a todos los y las estudiantes que participan en talleres y clubes de ciencia PAUTA a difundir el conocimiento científico de la vainilla elaborando una comunicación científica gráfica y/o escrita, que se publicará en la página web del programa, basada en un artículo de investigación científica.

## BASES

### Participantes

1. Podrá participar cualquier estudiante de clubes y talleres PAUTA de primaria, secundaria y preparatoria.
2. Las categorías serán:
  - Primaria baja
  - Primaria alta
  - Secundaria
  - Preparatoria

Si no se reciben trabajos de alguna categoría esta se declarará desierta.



## Características del trabajo

3. La comunicación debe estar basada en el artículo científico que será asignado por el tallerista de acuerdo al nivel educativo del participante.
4. Las comunicaciones deberán presentarse de forma individual.
5. El participante puede solicitar ayuda de su tallerista o docente, recordando que el autor del artículo debe ser el estudiante.
6. Las comunicaciones presentadas deberán ser inéditas basadas en el artículo científico asignado.
7. Deberán incluir texto e imágenes.
8. La extensión de la comunicación será libre.
9. Si se utilizan imágenes, que no son de autoría del participante, se deberá especificar su origen y tener el permiso para incluirlas en la comunicación.
10. Las comunicaciones deberán contener el nombre completo del participante, grado escolar, escuela, dirección de correo electrónico, número telefónico, ciudad y estado. Si recibe apoyo de su tallerista o docente para la elaboración de la comunicación debe especificarlo, anotando su nombre.
11. Las comunicaciones en formato Word, deberán ser enviadas por los participantes al correo electrónico [convocatorias@pauta.org.mx](mailto:convocatorias@pauta.org.mx).

## Fechas importantes

12. Los trabajos se recibirán a partir de la publicación de la convocatoria (14 de noviembre) hasta el 29 de enero de 2017.

## Otros

13. Todos los participantes recibirán una constancia de participación.
14. Los derechos de uso y reproducción de las comunicaciones elaboradas por los participantes serán cedidos al Programa Adopte un Talento quien podrá hacer uso de ellas con fines de promoción y divulgación.
15. Cualquier situación no contemplada en la presente convocatoria será resuelta por el Programa Adopte un Talento.

## RESULTADOS

Un jurado conformado por científicos seleccionará la mejor comunicación de cada una de las categorías.

Los ganadores obtendrán una suscripción a una publicación científica.

