



**Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness**

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

MODELO ESTADÍSTICO DE SELECCIÓN DE EMPRENDEDORES EN EL PROGRAMA CAPITAL SEMILLA (IMEBU)

Ludym Jaimes Carrillo, Marianela Luzardo Briceño

**Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

El Instituto Municipal de Empleo y Fomento Empresarial de Bucaramanga, IMEBU, tiene como propósito impulsar la política municipal de empleo y fomento de la empresa. Acorde a esto, en el 2012 realizó el programa Capital Semilla. Los proyectos de los emprendedores de este programa, son apoyados para el arranque y la consolidación sostenible del negocio, teniendo como finalidad formar y formalizar empresas solidarias. Este programa pretende el aumento de la productividad, la creación de empleo y la generación de ingresos.

El proceso se desarrolló en tres etapas: una primera de socialización, que logró una participación de 559 personas. La segunda consistió en 14 capacitaciones en procesos de asociatividad. En último lugar, se formó y formalizó 46 unidades productivas en la Cámara de Comercio, y se apalancó con recursos propios a 16 de estos proyectos.

Se espera como impacto de este programa sobre la sociedad bumanguesa un mayor nivel de bienestar y desarrollo económico sostenible, lograda a través de la redistribución de la riqueza entre sus habitantes y en especial de la población más vulnerable.

En virtud de esto, cabe preguntarse cuáles variables determinan el avance de los emprendedores de las etapas de socialización y capacitación a la de formalización; y en segundo lugar, de aquellas empresas formalizadas, qué factores influyeron para ser seleccionadas como aquellas que recibieron el capital semilla.

En este orden de ideas se propone un modelo estadístico que responda sendas interrogantes; y conocer el comportamiento de las variables que cumplen los supuestos estadísticos e influyen en la selección de empresas para capitalizar. Estos modelos son válidos para explicar dichos comportamientos en el 2012, año al cual pertenece la información. Su fortaleza de momento es conocer si todos los criterios establecidos en la convocatoria del programa son estadísticamente significativos para la escogencia de las empresas. En el futuro se espera optimizar el modelo en busca de crear uno para predecir en el tiempo el comportamiento

de los aspirantes y orientar los lineamientos para las convocatorias para emprendedores en busca de apoyar la innovación como proceso clave en la construcción de mejor calidad de vida en Colombia.

Palabras clave: capital semilla; precooperativas; regresión logística

Abstract

The Municipal Institute for Employment and business development IMEBU (for its acronym in Spanish) Bucaramanga, has the mission to lead, guide, coordinate and socialize the actions of the public and private sectors, with the aim of guarantee the welfare of the population and improve the quality of life of citizens . According to this, in 2012 performed the Seed Capital program. The projects of the entrepreneurs of this program, are supported for starting and sustainable business consolidation, with the aim to form and formalize solidarity companies. This program aims to increase productivity, job creation and income generation

The process was developed in three stages: the first of socialization, which achieved a participation of 559 people. The second consisted of 14 training in association processes. As a last step, was formed and formalized 46 production units in the Chamber of Commerce, and equity leveraged with 16 of these projects.

The impact of this program on Bucaramanga's society will generate a higher level of well-being and sustainable economic development, achieved through the redistribution of wealth among its people and especially the most vulnerable.

Under this, one might ask what variables determine the progress of the entrepreneurs of the stages of socialization and training to formalization, and secondly, of those companies formalized, what factors to be selected as those who received the seed capital

In this sense, we propose a statistical model to answer questions trails, and to explain the behavior of the variables that meet the statistical assumptions that influence the selection of companies to capitalize. These models are valid to explain such behavior in 2012, the year to which the information pertains. Its strength at the moment is to know whether all the criteria set out in the notice of the program are statistically significant for the selection of the companies, and in the future is expected to optimize the model looking to create one for predicting the behavior in time of applicants and guide the guidelines for calls for entrepreneurs looking to support innovation as a key process in building better quality of life in Colombia.

Keywords: *seed capital; precooperatives; logistic regression*

1. Introducción

El Instituto Municipal de Empleo y Fomento Empresarial de Bucaramanga, en adelante IMEBU, es un establecimiento público de orden municipal adscrito a la Secretaría de Desarrollo Social del Municipio de Bucaramanga-Santander Colombia, que tiene como razón de ser fundamental el impulso de la política municipal de empleo y fomento de la empresa. Su propósito es para mejorar la calidad de vida de las familias, mediante la solución de sus necesidades de empleo y el impulso de programas de fomento empresarial, utilizando para ello los instrumentos establecidos por la ley (IMEBU, 2010).

En el ejercicio de sus funciones en el año 2012 el IMEBU lanzó el programa Capital Semilla, el cual planteaba convocatorias en las siguientes modalidades: tecnología, jóvenes, mujeres cabeza de familia, discapacidad y abierta (público en general).

El programa se desarrolló en convenio con la Unidad Administrativa Especial de Organizaciones Solidarias, ya que la convocatoria estaba dirigida a empresas solidarias. Esta entidad, adscrita al Ministerio del Trabajo, tiene la tarea de fomentar y fortalecer organizaciones solidarias en Colombia. Mediante el fomento de la asociatividad Organizaciones Solidarias aporta al cumplimiento de las metas de más empleo, menor pobreza y más seguridad; según los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 “Prosperidad para Todos”. (Organizaciones Solidarias, 2011)

Este documento inicia describiendo el proceso vivido en el año 2012 en el desarrollo del programa por primera vez; luego a partir de algunas variables que se consideraron al momento de la inscripción y selección de las propuestas, se construyó un modelo estadístico de regresión logística con el fin de identificar las variables con mayor influencia para su aceptación. A partir del modelo formulado se busca identificar elementos que permitan sugerir mejoras para futuras convocatorias, así como facilitar la labor de selección desarrollada por el IMEBU.

2. Marco de referencia

2.1 Precooperativas

“Las Precooperativas y Cooperativas de Trabajo Asociado son organizaciones sin ánimo de lucro pertenecientes al sector solidario de la economía, que asocian personas naturales que simultáneamente son gestoras, contribuyen económicamente y son aportantes directos de su capacidad de trabajo para el desarrollo de actividades económicas, profesionales o intelectuales, con el fin de producir en común bienes, ejecutar obras o prestar servicios para satisfacer las necesidades de sus asociados y de la comunidad en general” (Ministerio de la protección social, 2010). En este caso el proceso se enfocó hacia las precooperativas, las cuales son personas jurídicas constituidas con un mínimo de 5 asociados, donde la asociación de sus miembros debe ser libre y voluntaria.

Orientar el programa hacia organizaciones de economía solidaria es pertinente considerando que Colombia se encuentra ante el surgimiento de la solidaridad humana como una forma alternativa de asumir los desafíos de un mundo globalizado y altamente competitivo, característicos del actual sistema económico político mundial, donde la economía solidaria se constituye como eje fundamental para la construcción de procesos a través de esfuerzos entre diversos estamentos públicos y privados, orientados a lograr el bienestar económico-social de la población, la convivencia y la paz.

2.2 Capital semilla

Se asocia a la cantidad de dinero necesaria para implementar una empresa. Constituye la inversión necesaria para cubrir los costos de creación de la empresa, compra de activos y capital de trabajo hasta alcanzar el punto de equilibrio, es decir, el momento a partir del cual la empresa ya genera suficientes ingresos como para cubrir sus costos. Se ha extendido el concepto de capital semilla a la primera inversión externa que recibe una empresa pues también se consideran las oportunidades de inversión en empresas ya establecidas que requieran de nuevos aportes de capital para generar un alto crecimiento, en forma de patrimonio o participación (Carvajal, et al. 2009).

2.3 Prueba de independencia de Pearson

Prueba estadística no paramétrica introducida por Karl Pearson, basada en el estudio de independencia entre dos variables categóricas (Plackett, 1983).

El estadístico de contraste viene dado por

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

el cual sigue una distribución chi cuadrado con $(n - 1) \cdot (k - 1)$ grados de libertad; donde e_{ij} representa la frecuencia esperada bajo el supuesto de homogeneidad $e_{ij} = \frac{n_i \times n_j}{n}$, y n_{ij} la correspondiente frecuencia observada para cada ij . En este tipo de contraste se suele rechazar la hipótesis nula (los valores observados son coherentes con los esperados) cuando el estadístico es mayor que un determinado valor crítico.

2.4 Modelo de Regresión Logística

La regresión logística es un instrumento estadístico de análisis multivariado, de carácter explicativo y predictivo, utilizado principalmente cuando la variable dependiente es dicotómica (un atributo cuya ausencia o presencia se ha puntuado con los valores cero y uno, respectivamente) y un conjunto de variables predictoras o independientes, que pueden ser cuantitativas (covariables) o categóricas. En este último caso, se requiere sean transformadas en variables “dummy”, es decir variables simuladas (Chitarroni, 2012).

Este modelo parte de la hipótesis de que los datos siguen la expresión:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + u = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}$$

Si se llama $Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k$ entonces $\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = Z + \mathbf{u}$

Donde p es la probabilidad de que el suceso ocurra (en este caso que se seleccione la unidad productiva para ser capitalizada). Ahora bien, operando se tiene que:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = Z \qquad p = \left(\frac{e^Z}{1+e^Z}\right)$$

Es decir, la diferencia de la probabilidad de que ocurra un suceso respecto de que no ocurra es lineal pero en escala logarítmica. Por tanto, el significado de los coeficientes, aunque guardando una cierta relación con el modelo de regresión lineal, va a ser algo más complejo de interpretar.

3. Metodología

En primer lugar se establecieron las estadísticas básicas de cada una de las variables que se tomaron en cuenta al momento de la inscripción y elección de las propuestas participantes, permitiendo de esta manera, tener una visión de lo que se estaba presentando.

Analizado esto, se verificó qué variables pudieran estar correlacionadas con la aceptación de las propuestas a partir de la prueba chi cuadrado de Pearson, y por último, cómo a partir de un modelo de regresión logística éstas repercuten en la aprobación.

El método que se utilizó en la selección de las variables para el modelo final se conoce como “*Backward Stepwise Regression*”. Este procedimiento parte del modelo de regresión con todas las variables explicativas y en cada etapa se va eliminando la variable menos influyente según el contraste individual ($p > 0,05$) hasta una cierta regla de parada.

4. Programa Capital semilla IMEBU, 2012

El proceso de desarrollo es: una primera etapa de socialización, que logró una participación de 559 personas de las 17 comunas y los tres corregimientos de la ciudad. La segunda, consistió en 14 capacitaciones en procesos de asociatividad, de las cuales hicieron parte 390 mujeres y 265 hombres certificados por la Confederación de Cooperativas de Colombia. Esto debido a que las precooperativas deben estar constituidas por asociados, quienes previamente o dentro de los tres meses siguientes a la asociación, deben haber recibido un curso básico de economía solidaria, con énfasis en trabajo asociado de veinte horas.

El aumento de participantes de la fase de socialización a la de capacitación se debe a que inicialmente asistieron emprendedores individualmente, quienes después convocaron a cuatro personas más para poder llegar a conformar una precooperativa. La participación de las mujeres es un aspecto relevante no solo en la promoción de la equidad de género, sino en la dotación de herramientas a madres cabeza de familia beneficiadas.

El IMEBU ofreció a los emprendedores capacitados asesoría de expertos en diversas áreas, como: economía, finanzas y gestión empresarial para construir los planes de negocio. En esta etapa los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana brindaron soporte al proceso dirigido por el IMEBU mediante acompañamiento a los emprendedores en su proceso de análisis técnico, financiero y de mercados.

Como última etapa del proceso, el IMEBU a través del programa Capital Semilla formó y formalizó 46 unidades productivas en la Cámara de Comercio, permitiendo la creación de 257 trabajos formales, apalancó con recursos propios a 16 de estos proyectos, mostrando el compromiso de la actual administración con el fomento de la actividad productiva, la generación de ingresos, favoreciendo el bienestar social del municipio.

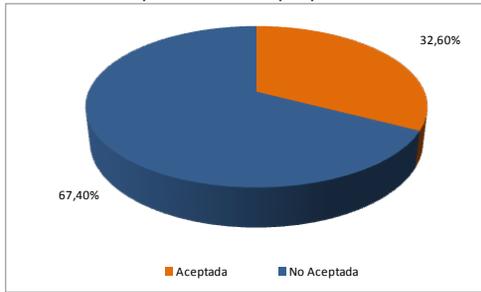
5. Resultados

Los datos recolectados y analizados permitieron lograr dos resultados principales, el primero asociado a la estadística descriptiva y el segundo al modelo como tal.

5.1 Estadística descriptiva

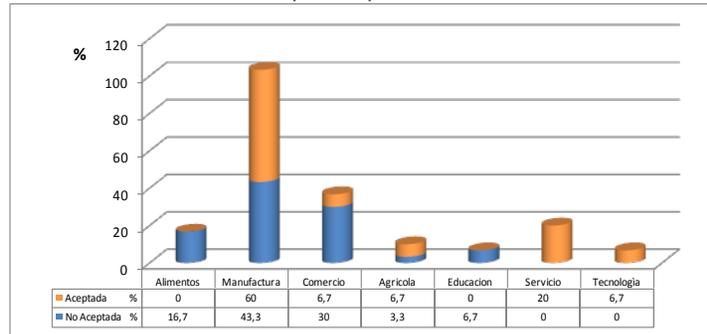
En los gráficos que se presentan a continuación se aprecia que menos de la mitad de las unidades productivas que llegaron a la formalización (32,6%) fueron aceptados para gozar del beneficio del capital semilla (Gráfico N° 1), en este sentido, de estos últimos, los que formaban parte de los sectores de tecnología y servicios fueron admitidos en su totalidad, del sector agrícola mas del doble, algo similar pasó con el sector de manufactura, sin embargo, del sector alimentos y educación no fue admitida ninguna. (Gráfico N° 2).

Gráfico N° 1.
Aceptación de las propuestas



Fuente: elaboración propia

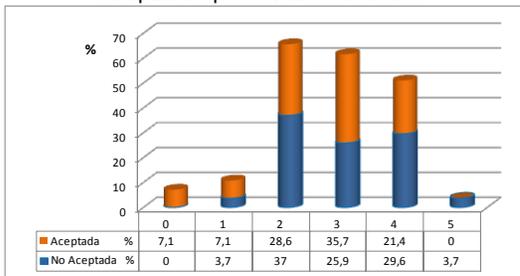
Gráfico N° 2.
Aceptación por sector



Fuente: elaboración propia

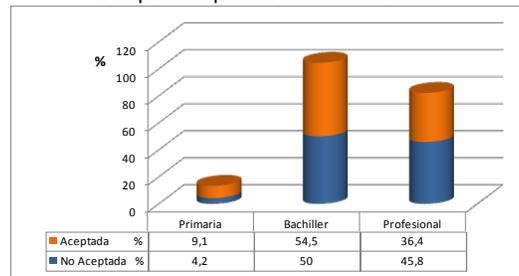
En este orden de ideas, se aprecia en los gráficos 3 y 4, que casi el 40% de las unidades productivas que serían ubicadas en estratos menores o iguales que tres fueron capitalizadas. Alrededor del 65% fueron aquellas donde el último grado de instrucción del emprendedor líder era bachillerato y tenía entre 20 y 42 años de edad.

Gráfico N° 3.
Aceptación por estrato económico



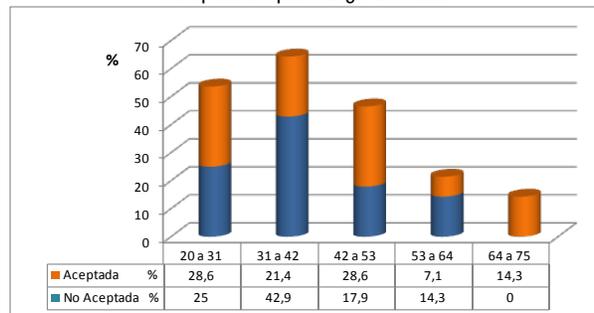
Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 4.
Aceptación por nivel de escolaridad



Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 5.
Aceptación por rango de edad



Fuente: elaboración propia

5.2 Modelo estadístico de regresión logística

Luego del análisis descriptivo de las variables más relevantes del estudio, se realizó la prueba chi cuadrado de Pearson para verificar la existencia de alguna relación. En este contexto, se encontró dependencia estadística entre el hecho de otorgar capital semilla a la unidad productiva y el sector a que corresponde la misma, con un nivel de significación del 5% ($\chi^2=14,1368$, $p=0,02$).

Por último, se realizó el análisis de regresión logística, indicando la probabilidad de que un proyecto para una empresa cualquiera pueda llegar a ser seleccionada. El modelo de regresión logística que representa lo dicho anteriormente es:

$$\Pr(\textit{aceptada}) = \frac{e^{(2,27*mfra+1,91*com+3,49*agric-2,32*educ+3,64*serv+3,10*tecn-0,65*masc)}}{1 + e^{(2,27*mfra+1,91*com+3,49*agric-2,32*educ+3,64*serv+3,10*tecn-0,65*masc)}}$$

La tabla N° 1 refleja los diferentes estadísticos y sus respectivos coeficientes para cada una de las categorías de las variables bajo estudio, sin embargo, se puede apreciar que sólo sector (p=0,002) y sexo (p=0,012) son significativas y por lo tanto, son las que están presentes en el modelo final.

Tabla N° 1
Coeficientes de regresión logística

Variable	β	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(β)
Sector			21,342	5	0,002	
Manufactura	2,27	8,25	19,962	1	0,021	9,68
Comercio	1,91	1,59	5,234	1	0,018	6,75
Agrícola	3,49	1,28	10,906	1	0,007	32,79
Educación	-2,32	2,36	1,726	1	0,190	0,11
Servicio	3,64	1,3	8,423	1	0,446	38,09
Tecnología	3,10	1,05	9,381		0,030	22,19
Sexo			2,86	1	,012	
Masculino	-0,605	0,376	1,551	1	0,08	0,55
Formación			2,63	3	0,22	
Bachiller	1,68	,361	1,87	1	,187	5,37
Profesional	2,13	0,7	3,32	1	,131	8,41
Edad			1,423	3	,158	
31 a 42	-4,583	0,607	,316	1	0,34	0,01
42 a 53	0,332	0,023	,924	1	0,65	1,39
53 a 64	-3,9	0,374	2,08	1	,064	0,02
64 a 75	4,19	1,04	3,21	1	,058	66,02

Fuente: resultado de la investigación

Al analizar las diferentes categorías de la variable **sector**, y referenciándola con el de alimentos; se puede observar que solo el de educación tiene signo negativo en el coeficiente β, representando una disminución en el riesgo de aceptación de la empresa de este tipo con respecto a las que se tratan del sector alimentos de 89% aproximadamente. Por el contrario, al analizar los sectores: manufacturero, comercio, agrícola, servicio y tecnología se ve que la probabilidad de que la empresa sea aceptada se incrementa en aproximadamente 10%, 7%, 33%, 38% y 22% respectivamente. Por otro lado, se aprecia que la probabilidad de que un hombre obtenga el beneficio disminuye en 45% al de la mujer.

6. Conclusiones y recomendaciones

“El componente de asesoría es fundamental para garantizar el éxito de los proyectos. Si las condiciones de gestión de los proyectos y empresas nacientes son adecuadas, el recurso financiero no va a faltar porque en

las economías hay inversionistas dispuestos a tomar estos riesgos a cambio de expectativas atractivas de rentabilidad” (Sandoval, et al., 2010). En este caso particular se propone al IMEBU establecer convenios con las universidades de la ciudad, con el fin de contar con un amplio staff de estudiantes de último nivel, preparados para ofrecer orientación a los emprendedores. De manera que parte del aporte dado por la institución sea dicha asesoría. Ya que ante las limitantes de recursos de este programa, los emprendedores obtengan un plan de negocio de calidad que puedan presentar en otras convocatorias.

“Colombia cuenta con una variada gama de organismos públicos y privados que apoyan el emprendimiento relativamente conectados entre ellos. Sin embargo, los programas estatales se enfocan particularmente en otorgar ayuda crediticia a pymes y a la creación de empresas por parte de grupos especiales de la población, con vacíos importantes en cuanto a mecanismos especializados para el financiamiento de empresas con alto potencial de crecimiento. En particular, la presencia de fondos de capital de riesgo es muy precaria y no existen aún redes formales de inversionistas ángeles. Estas falencias dificultan el trabajo de los centros de apoyo a emprendedores, pues no cuentan con alternativas de financiamiento para sus beneficiarios. Sin un componente muy intensivo de innovación, el riesgo de los proyectos será de un nivel medio, lo que permite una fase de entrenamiento en el manejo de riesgos de emprendimiento para inversionistas sin esta experiencia. Luego de la etapa de inicio se debe crear mecanismos para financiar empresas que están empezando a crecer” (Echecopar, et al, 2006).

A partir de lo anterior es importante resaltar la necesidad de incluir en los criterios de selección la innovación, de manera que esta sea una herramienta para el crecimiento de la unidad productiva; y les permita obtener futuros beneficios asociados a la etapa de fortalecimiento empresarial.

En este mismo sentido, un estudio reciente señala que en un mundo cada vez más integrado e interconectado, la habilidad de los emprendedores para capturar oportunidades globales a través de la comercialización de nuevos productos y procesos más rápidamente que sus competidores es crítica para aumentar la riqueza económica de una nación (OCDE, 2004). Lo cual implica que las unidades productivas a capitalizar en este programa deben contar con ventajas competitivas que le permitan responder a las altas exigencias del mercado.

Zuluaga y otros autores (2010) en un estudio de financiación a las nuevas empresas plantean como recomendaciones: fortalecer las fuentes de Capital Semilla, darle mayor peso en los cursos de finanzas de nivel universitario al estudio de los problemas de las empresas nuevas y mipymes, adelantar una reforma financiera que facilite la emisión de acciones y mejorar la cantidad y calidad de información pública disponible sobre la financiación de las empresas nuevas en los primeros años de vida.

Para finalizar, las autoras resaltan la labor desarrollada por el IMEBU mediante el programa de Capital Semilla, y recomienda para futuros ejercicios fortalecer los vínculos con las Instituciones Universitarias así como dar prioridad a la innovación en los criterios de selección.

7. Referencias

- Carvajal Rodríguez, Marcela & Ruiz Torrado, Laura. (2009) Capital semilla como alternativa de lucha contra la pobreza en Colombia. Tesis de pregrado. Pontificia universidad javeriana. Departamento de Administración de empresas. Bogotá D. C.
- Chitarroni, Horacio (2002). La regresión logística. Universidad del Salvador (USAL). Buenos Aires.

- Echecopar, Germán; Angelelli, Pablo; Galleguillos, Gastón; Schorr, Marina (2006). Capital semilla para el financiamiento de las nuevas empresas: Avances y lecciones aprendidas en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D. C. Serie de informes de buenas prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible.
- IMEBU. (2010) Acerca del IMEBU. Consultado el 18 de abril de 2013 en <http://www.imebu.gov.co/web/>
- Ministerio de la Protección Social (2010). Cooperativas y Precooperativas de Trabajo Asociado. Viceministerio de Relaciones Laborales. Tercera edición.
- OCDE, (2004). Financing innovative SMEs in a global economy. Segunda conferencia de la OCDE de Ministros responsables de las Pequeñas y Medianas Empresas. Estambul, Turquía, 3 a 5 de junio.
- Organizaciones Solidarias (2011). ¿Qué es la entidad?. Consultado el 20 de abril de 2013 en <http://www.dansocial.gov.co/?q=la-entidad/%C2%BFqu%C3%A9-es-la-entidad>
- Plackett, R.L. (1983). Karl Pearson and the Chi-Squared Test. International Statistical Review (International Statistical Institute (ISI)) 51 (1): pp. 59–72.
- Sandoval, Carlos Alberto & Campos Osorio, Alexander (2005). Creación de Empresas: El papel de los Fondos de Capital de Riesgo. No. 550. Consultado el 15 de abril de 2013 en <http://www.asobancaria.com/portal/pls/portal/docs/1/758136.PDF>
- Zuluaga, Bernardo & Mejía, Alina (2010). Aspectos conceptuales y empíricos de la financiación de nuevas empresas en Colombia. Cuadernos de Administración., Vol. 26 Issue 43, p81-97. 17p. ISSN:01204645 Vínculo persistente a este informe (enlace permanente):<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=86028803&lang=es&site=ehost-live>

Sobre los autores

- **Ludym Jaimes Carrillo.** Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander. Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes. Profesor Asociado ludym.jaimes@upb.edu.co.
- **Marianela Luzardo Briceño.** Licenciada en Estadística, MsC en Estadística Aplicada y computación. PhD en Estadística. Universidad de Los Andes, Mérida- Venezuela. marianela.luzardo@upb.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)