



Internet y Eficiencia Técnica en la Mype Peruana

Paulo Chahuara*

*Gerencia de Políticas Regulatorias y Competencia
Sub Gerencia de Análisis Regulatorio
Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL*

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo estudiar empíricamente la relación entre el acceso a internet y el desempeño de las pequeñas unidades de producción en el Perú. El análisis se hace con base a la Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE) realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el año 2013, y se utiliza la técnica de Análisis Envolvente de datos (DEA) para el cálculo de índices de eficiencia técnica y la posterior identificación de las covariables que influyen en dichos índices. En general, la evidencia obtenida sugiere una fuerte asociación estadística entre índices altos de eficiencia técnica y la tenencia del servicio de internet en una MYPE.

© 2015 OSIPTEL. Derechos reservados.

Palabras Clave: internet, eficiencia técnica, análisis envolvente de datos.

<http://www.osiptel.gob.pe>

* Se agradecen la asistencia de Luis Ramos en la elaboración del documento. Remitir comentarios y sugerencias a: investigación@osiptel.gob.pe.

I. Introducción

En el Perú, el sector de micro y pequeñas empresas (MYPEs) incorporaría a más del 50% de la población económicamente activa (PEA) y su participación en el Producto Bruto Interno (PBI) alcanzaría al rededor del 40% (v.gr. Sánchez, 2006; PRODUCE, 2009; MTPE, 2009; PRODUCE, 2010; INEI, 2011; y MEF, 2012).

Sin embargo, a la par de esta relevancia económica y social, las MYPEs peruanas atraviesan una serie de problemas u obstáculos que merman su desempeño. Por ejemplo, se suele señalar que su conducta está ligada en gran medida a la informalidad, que es un status al cual fueron confinadas por un Estado burocrático que le impone altos costos de entrada y de operación (v.gr. De Soto et al., 1986; Robles et al., 2001; y Rodríguez e Higa, 2010), que la falta de infraestructura básica dificulta su flujo comercial a nivel regional (Quedena, 2008), que tienen un déficit de capacitación o educación técnica en sus trabajadores (Albújar et al. 2008), o que enfrentan restricciones para obtener créditos financieros (v.gr. Portocarrero, 1999; Marlunda y Otero, 2003; y Villarán, 2008).

En este escenario, la adopción del servicio de internet en las MYPEs puede constituirse en una herramienta que, siendo fácil de implementar en el corto plazo, ayude a mejorar el desempeño de estas unidades de producción al permitirles mejorar la información sobre sus insumos, productos o tecnología utilizada, y presentándoles la oportunidad de acceso hacia nuevos mercados, lo que al final repercute en mayores incentivos hacia la innovación y la mejora de la productividad en este sector.

En general, gran parte de los trabajos empíricos que han buscado examinar la relación entre TIC y desempeño empresarial han implicado la estimación de un modelo lineal, describiendo la relación entre alguna medida de desempeño (por ejemplo, nivel de producción o valor agregado, valor agregado de producción por trabajador, rentabilidad económica, entre otros) y un conjunto de covariables (tenencia o uso de TICs, capital o inversión en TICs, etc)¹

El presente trabajo se aparta del enfoque anterior en el sentido de que utiliza como medida del desempeño de las MYPEs su eficiencia técnica en el proceso de conversión de inputs en outputs para, una vez determinada dicha eficiencia, estimar cómo se ve influenciada por la tenencia del servicio de internet. La eficiencia técnica se determina utilizando la herramienta de Análisis Envolvente de Datos (DEA), metodología no paramétrica que permite calcular índices radiales de eficiencia en industrias que se caracterizan por operar en un entorno multi-producto o multi-insumo.

¹ Véase por ejemplo, Brynjolfsson y Hitt (1996), Greenan et al. (2001), Chowdhury y Wolf (2003) o Esselaar *et al.* (2007)

II. Marco Metodológico

2.1. El Análisis Envolvente de Datos (DEA) en dos etapas

El análisis del desempeño de una empresa, se deriva de la teoría microeconómica, la cual interpreta las actividades empresariales como un proceso de producción que transforma inputs en outputs². Esta teoría, mediante el uso de fronteras teóricas de producción o costo, determina cuál es el estándar eficiente con el cual se puede comparar el desempeño de las empresas.

Sin embargo, en la práctica no resulta simple realizar dicho trabajo debido a que usualmente no se conocen estas fronteras que representan a las empresas más eficientes. Para solucionar ello, Debreu (1951) y Farrell (1957) propusieron construir utilizando información muestral una frontera o límite que representa el *output* que una empresa perfectamente eficiente puede obtener de cualquier combinación de *inputs*. El rendimiento de una unidad productiva se medirá en esa frontera eficiente, que entendida en sentido empírico, representa la mejor práctica y será usada como referencia para el cálculo de índices del tipo radial, de tal forma que les permitiera cuantificar, porcentualmente, el nivel de eficiencia con el que actúa el resto de las empresas de la muestra. Así, en este contexto, la eficiencia es entendida como la idea de evitar derroche de recursos, y recibe el nombre de eficiencia técnica.

Empero, si bien un ratio del tipo producción/insumos aproxima la productividad (media), y si se comparan estos resultados entre empresas, se tiene una idea de las productividades relativas. Con más de un input u output, el cálculo de la productividad y las comparaciones entre empresas resultan ambiguos, ya que para efectuar un cociente de suma de productos entre suma de insumos, éstos deben ponderarse para poder ser agregados. Para lidiar con esta limitación, Charnes, Cooper y Rhodes (1978) desarrollan el Análisis Envolvente de Datos (DEA), que es una técnica de programación matemática que permite el cálculo de este ratio aplicando técnicas de programación lineal, formulando el problema de tal forma que la elección de estas ponderaciones maximice el ratio producto/insumo sujeto a que ninguna empresa tenga un ratio mayor que 1 y que ningún ponderador sea menor que cero³.

De esa forma, el DEA permite incorporar cualquier número de inputs o outputs para el cálculo del índice radial de eficiencia técnica a la vez que delimita de forma óptima un intervalo con el que puede

² Los inputs son los factores productivos necesarios para obtener, dada una tecnología, una cantidad de outputs. El output es la producción final perseguida por la unidad de decisión obtenida a partir del uso de una tecnología transformadora de inputs.

³ Posteriormente, Charnes, Cooper y Rhodes sustituye la condición de no negatividad de los ponderadores por la de positividad estricta. Esto para evitar que las unidades sean categorizadas erróneamente como ineficientes, por no utilizar alguno de los inputs.

evaluarse el score, ya que mientras este cociente tienda a 1, la empresa resultara más eficiente. Y en caso en que el cociente sea igual a 1, esto indicará que la empresa es eficiente en relación con las otras empresas. Las unidades, que con los mismos ponderadores asignados a la unidad eficiente resulten ser eficientes, constituyen la unidad de referencia de las empresas ineficientes. Así, la unidad eficiente de referencia, respeta la proporción de insumos de la empresa que se quiere evaluar.

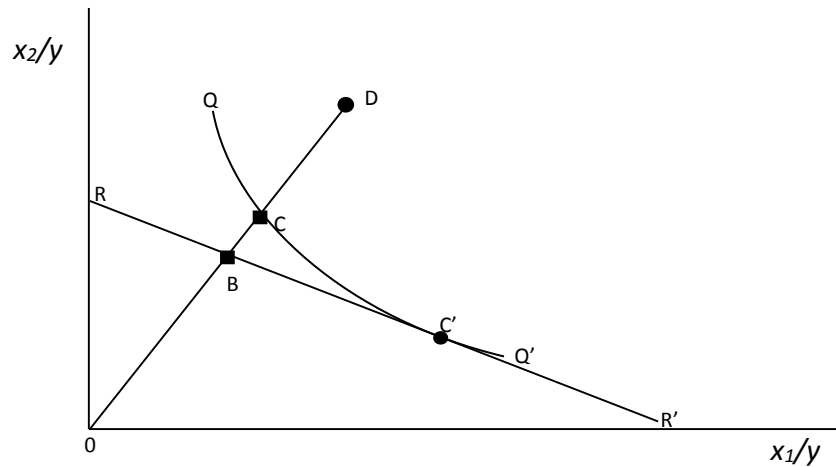
Finalmente se construye una superficie envolvente o frontera de las combinaciones más eficientes de insumos y productos, de manera que incluya a todas las unidades eficientes dentro de la frontera, quedando debajo de la frontera las unidades ineficientes. Ello permitirá evaluar la eficiencia relativa de cada una de las unidades, sin parametrizar a priori una función de producción o costo ideal, sino que son los propios datos de las unidades de producción los que determinan la forma y localización de la frontera.

Ahora bien, nótese que también se puede definir el ratio insumos/productos en contraposición al ratio producción/insumos. La elección de una u otra forma de ratio dependerá de cómo se haga la comparación de la unidad productiva respecto a la frontera eficiente. Esto es, medir la eficiencia técnica de la empresa considerando la mínima combinación de insumos posible para una cantidad fija de producción, o calcular la máxima producción alcanzable dada cierta cantidad de insumos. El primer criterio da lugar a los modelos DEA con orientación al input, mientras que el segundo enfoque se tiene los modelos DEA con orientación al output.

Para ejemplificar lo señalado, se tiene el Gráfico N° 1, donde se observa la isocuanta de la unidad eficiente (QQ') para un conjunto de empresas que utilizan dos insumos y obtienen un producto. Si una empresa se encuentra, por ejemplo, en el punto D, y se quiere saber ¿Cuánto se puede reducir la cantidad de insumos proporcionalmente sin modificar la cantidad que se produce?, la respuesta sería la distancia CD que vendría a ser la ineficiencia técnica de esta empresa. Esta medida, también puede expresarse en porcentajes a través de ratio CD/OD (porcentaje en el cual todos los insumos deben reducirse para lograr la eficiencia técnica). Así la eficiencia técnica puede medirse como el ratio OC/OD ⁴.

⁴Esta medida de eficiencia es igual a $1-CD/OD$. Esto implica que la medida de ET se encuentra entre cero y uno. Un valor igual a la unidad indica que la empresa es totalmente eficiente en sentido técnico. Por ejemplo, una empresa que esté ubicada en el punto C es totalmente eficiente debido a que se encuentra en la isocuanta o frontera eficiente.

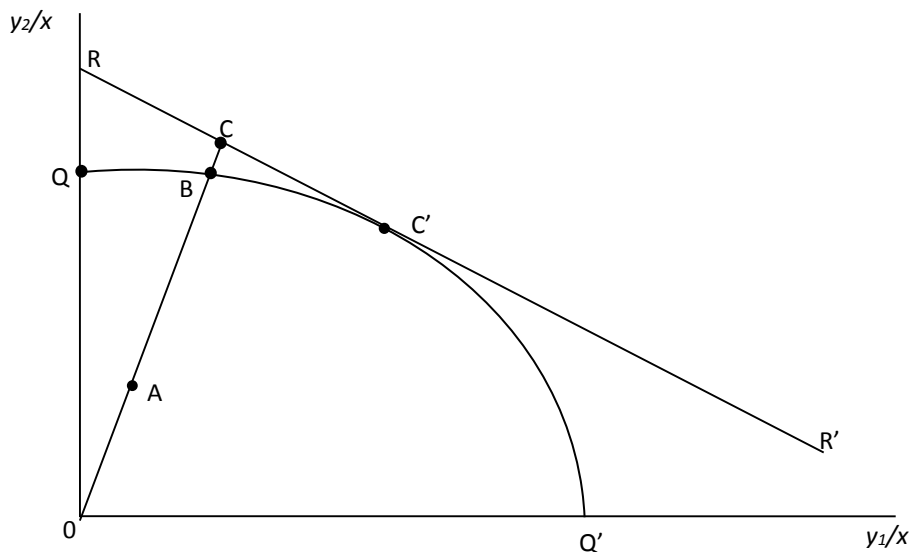
Gráfico N° 1: Medidas de Eficiencia *Input*-Orientadas



Fuente: Coelli et al. (2005)
Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

Por su parte, en el Gráfico N° 2 se observa la curva de posibilidades de producción (QQ') para un conjunto de empresas que utilizan un insumo y obtienen dos productos. Si una empresa se encuentra, por ejemplo, en el punto A, y se quiere saber ¿Cuánto se puede expandir proporcionalmente las cantidades producidas sin alterar la cantidad de insumo utilizado?, la respuesta sería la distancia AB que vendría a ser la ineficiencia técnica de esta empresa. Esta medida, también puede expresarse en porcentajes a través de ratio AB/OB (porcentaje en el cual todos los productos deben expandirse para lograr la eficiencia técnica). Así el porcentaje de eficiencia técnica alcanzado puede medirse como OA/OB .

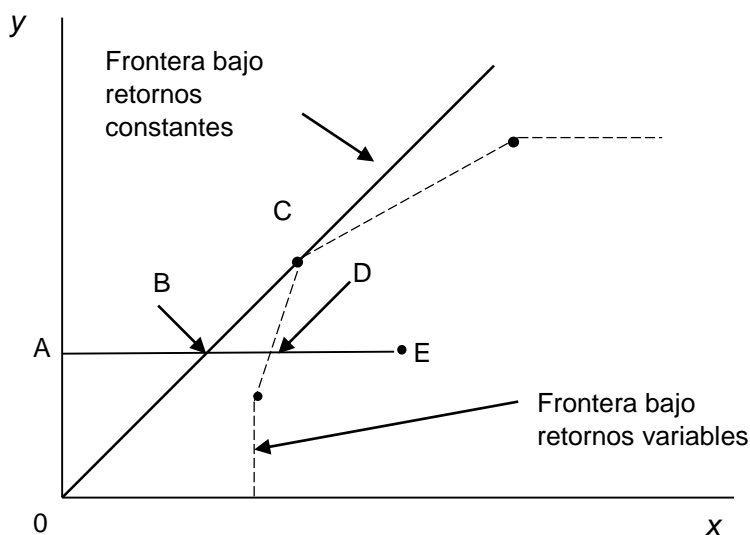
Gráfico N° 2: Medidas de Eficiencia *Output*-Orientadas



Fuente: Coelli et al. (2005)
Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

Asimismo, la obtención de la frontera envolvente vía DEA, puede hacerse bajo rendimientos constantes o variables de escala. Bajo la primera presunción, se obtiene el modelo desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), conocido como el modelo DEA-CCR. En el segundo caso, se utiliza el enfoque de Banker, Charnes y Cooper (1984), conocido como el modelo DEA-BCC. El Gráfico N° 3 permite observar las diferencias de considerar retornos constantes o variables a escala. Así, bajo retornos constantes, una medida input-orientada de la ineficiencia técnica en el punto E es la distancia BE. Sin embargo, bajo retornos variables, la ineficiencia técnica podría ser sólo DE. La diferencia entre estas dos medidas, BD, se debe a la ineficiencia de escala. Así pues, la eficiencia técnica bajo retornos variables a escala considera solo la eficiencia técnica "pura", mientras que con retornos constantes a escala, se le añade la eficiencia de escala.

Gráfico N° 3: Retornos a escala y DEA



Fuente: Coelli et al. (2005)
Elaboración: GPRC-OSIPTTEL.

Si bien los resultados del DEA proporcionan información sobre qué tan bueno o malo es el desempeño de un grupo de unidades de producción, no revelan información sobre qué tipo de características comparten las empresas cuyos índices de eficiencia técnica son los más altos o más bajos. Así pues, si el objetivo es tratar de explicar la heterogeneidad entre los diferentes scores de desempeño, una propuesta ampliamente utilizada en la literatura es relacionar los score de eficiencia técnica con un conjunto de covariables (llamadas "variables ambientales") mediante la estimación de un modelo de regresión. Esta estrategia se conoce como el análisis DEA en dos etapas, en el sentido de que en la primera etapa se estiman la frontera eficiente y la eficiencia técnica, y en la segunda etapa, se trata de encontrar los factores que condicionan estos índices radiales.

2.2. Datos y Selección de Variables

La información utilizada forma parte de la Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE) llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2013 en diez ciudades del Perú: Lima-Provincia Constitucional del Callao, Arequipa, Ayacucho, Chiclayo, Cusco, Huancayo, Iquitos, Juliaca, Piura y Trujillo.

Dicha encuesta recogió información sobre diversas actividades económicas de manufactura que de acuerdo a los resultados del IV Censo Nacional Económico 2008, presentaron la mayor concentración de empresas. La muestra fue seleccionada por el INEI utilizando como marco muestral la lista de empresas del Directorio Central de Empresas y Establecimientos, y considerando solo a aquellas empresas formales cuyas ventas se encuentren entre 20 y 1.700 Unidades Impositivas Tributarias (UIT: S/. 3 650 nuevos soles para ese año). Asimismo, si bien el recojo de información fue realizada en el año 2013, las preguntas del cuestionario hacen referencia a información al cierre del año 2012.

Así pues, de acuerdo a la información que ofrece la EMYPE 2013 y a la literatura revisada⁵, las variables consideradas como outputs son el valor de la producción y las ganancias (ambas, expresadas en miles de soles por mes)⁶, mientras que las variables inputs son el consumo intermedio (expresadas en miles de soles por mes)⁷ y el número de trabajadores. Asimismo, las covariables (también llamadas variables “ambientales”) incluidas en la regresión de segunda etapa fueron una dummy que toma el valor de 1 si la MYPE cuenta con acceso a internet (y 0 en caso contrario), una dummy que toma el valor de 1 si la MYPE se encuentra ubicado en Lima Metropolitana (y 0 en caso contrario), los años de antigüedad de la MYPE, una dummy que toma el valor de 1 si la empresa accedió durante el 2012 a algún tipo de financiamiento (y 0 en caso contrario) y una dummy que toma el valor de 1 si durante el 2012 la empresa pertenecía a alguna organización o agrupación de MYPEs.

La muestra neta de la EMYPE 2013 asciende a 2515 empresas, de las cuales se seleccionaron 2500 observaciones para conformar la muestra utilizada en este trabajo. Las empresas elegidas son aquellas para las cuales se dispone de información de las variables inputs, outputs o ambientales.

⁵ Véase Burki y Terrel (1998), Becchetti y Santoro (2001), Alvarez y Crespi (2003), Ajibefun y Daramola (2003), Hernandez-Trillo et al (2005) y Ajibefun (2007), Fernández et al. (2007), Ruiz et al (2013)

⁶ El valor de la producción se obtiene mediante la suma del margen comercial, las ventas netas y la prestación de servicios netos. Las ganancias son la determinación del resultado del ejercicio que reportaron las empresas en el cuestionario.

⁷ El consumo intermedio es la sumatoria de la compra de materias primas y auxiliares, envases y embalajes, suministros diverso; y gastos de servicios prestados por terceros (transporte, mantenimiento, alquileres, electricidad, agua, publicidad, entre otros).

2.3. Criterios de Estimación

Con el objetivo de que las unidades de producción sean comparables en términos del empleo y combinación inputs u outputs, las 2500 empresas de la muestra fueron divididas en 7 categorías según el grupo al que pertenece su actividad económica principal⁸. La Tabla N° 1, lista los grupos formados, a la vez que muestra los estadísticos descriptivos de las variables que son utilizadas en el análisis de la eficiencia técnica en dos etapas para el conjunto de MYPEs.

Además, dado que se utilizará la metodología DEA en dos etapas, existen naturalmente dos aspectos cruciales que se deben definir: la especificación del modelo DEA y el tratamiento que se abordara en la regresión de segunda etapa.

La especificación de un modelo DEA debe establecer la orientación que tendrán las medidas de eficiencia técnica y el tipo de rendimientos a escala que asumirá la frontera eficiente. De acuerdo a Ramanathan (2003), la orientación a emplear dependerá de que variables estén bajo control de las unidades de producción. Por ejemplo, si la cantidad que se debe producir es fija o exógena, sería mejor un modelo DEA con orientación al input, ya que refleja el comportamiento de la empresa de minimizar la cantidad de recursos que emplea, en un contexto donde no es posible realizar expansiones en el nivel de producción (Ferro et al., 2011).

En el caso del sector MYPE formal, podría asumirse que la reducción de inputs presenta mayores rigideces a diferencia de la expansión de outputs y que su objetivo es más que todo maximizar tanto su producción como sus ganancias. Bajo este supuesto, se opta por que los ratios de eficiencia técnica tengan una orientación output.

⁸ En base al CIU a 3 dígitos.

Tabla N° 1: Variable Outputs, Inputs y Ambientales (Estadísticas descriptivas)

Grupo de Análisis	Obs.	Outputs				Inputs				Ambientales									
		vproducción		ganancias		vconsumo		labor		internet		lima		anti		finan		asoci	
		Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar	Promedio Simple	Desviación Estándar
Elaboración de productos alimenticios (G1)	55	48.70	76.78	7.65	8.18	78.90	126.05	7.86	17.72	0.58	0.50	0.22	0.42	11.8	9.60	0.44	0.50	0.07	0.26
Fabricación de prendas de vestir (G2)	773	27.77	55.43	6.20	11.04	40.59	84.17	4.11	12.60	0.60	0.49	0.51	0.50	9.8	7.26	0.51	0.50	0.09	0.28
Fabricación de productos de cuero y productos conexos (G3)	393	29.16	81.04	6.73	7.52	39.74	99.30	4.31	18.24	0.49	0.50	0.21	0.41	8.9	7.48	0.51	0.50	0.11	0.32
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables (G4)	159	27.13	43.00	5.82	9.17	42.28	72.78	3.40	11.24	0.57	0.50	0.25	0.43	8.7	6.50	0.47	0.50	0.08	0.26
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo (G5)	682	34.62	68.50	7.80	14.33	55.58	108.10	5.94	13.72	0.66	0.48	0.32	0.47	10.4	8.20	0.46	0.50	0.03	0.18
Fabricación de muebles (G6)	390	22.72	39.00	4.84	5.48	32.48	48.56	4.11	6.81	0.55	0.50	0.39	0.49	9.4	6.39	0.47	0.50	0.05	0.23
Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos (G7)	48	19.39	43.82	4.60	7.10	28.21	58.53	2.55	3.58	0.46	0.50	0.31	0.47	12.5	11.18	0.27	0.45	0.08	0.28

Nota:

- vproduc: valor de producción (miles de soles /mes).
- vconsumo: consumo intermedio (miles de soles /mes).
- labor: Número de trabajadores (incluyendo al empleador).
- ganancias: beneficios (miles de soles /mes).
- internet: dummy asociada a la tenencia del servicio de internet.
- lima: dummy asociada a si la empresa se ubica en Lima.
- anti: tiempo (en años) que viene operando la MYPE.
- finan: dummy asociada a si la empresa accedió a algún tipo de financiamiento.
- asoci: dummy asociada a si la empresa pertenecía a alguna asociada de MYPES.

Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE), 2013.

Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

En cuanto a la elección del tipo de rendimientos a escala que asumirá la frontera eficiente del DEA, Ferro et al. (2011) mencionan que el modelo el modelo DEA-CCR es más apropiado en procesos productivos donde el tamaño es irrelevante, además de que tiene el inconveniente de no distinguir de la (in)eficiencia técnica relacionada a una operación ineficiente de la causada por condiciones (des)ventajosas de escala⁹. En este orden de ideas y considerando la estructura inherente de las pequeñas unidades de producción se consideró que la frontera eficiente debería obtenerse vía el modelo DEA-BCC.

Una vez especificado que la eficiencia técnica será obtenida vía un modelo DEA-BCC¹⁰ output orientado, queda por precisar cómo se realizará la regresión de la segunda etapa. Las propuestas más difundidas y abordadas en la literatura ha sido el empleo del modelo de regresión lineal normal o el uso del modelo de regresión normal truncada y el modelo tobit. Sin embargo, hay dos puntos que se deben abordar con esta estrategia.

El primero tiene que ver con la crítica de Simar y Wilson (2007), que señala que la estrategia DEA en dos etapas no es válida ya que las estimaciones de la segunda etapa incumplen el supuesto de independencia de los errores. Ello es debido a que el índice de eficiencia obtenido en la primera etapa se obtiene a partir de información de todas las unidades de la muestra. Esta variable es por tanto dependiente de todas las unidades analizadas lo que lleva a que el término de error de la regresión de la segunda etapa este correlacionado serialmente, con lo cual se invalidarían los resultados de la inferencia estadística basada en este tipo de análisis de segunda etapa.

Para solucionar este problema, Simar y Wilson (2007) plantean un procedimiento basado en un doble bootstrap: en la primera etapa se determinan los valores de la eficiencia corregidos por el sesgo, usando un procedimiento bootstrap, mientras que en la segunda etapa se estudian al “grupo de variables ambientales” que pudieran influir en los niveles de eficiencia asumiendo una regresión normal truncada para los score de eficiencia técnica e implementado nuevamente el procedimiento bootstrap para construir intervalos de confianza¹¹.

No obstante, como se discute en McDonald (2009) y Ramalho et al. (2010), el procedimiento clásico del DEA en dos etapas si sería válido si las puntuaciones DEA se interpretan como medidas descriptivas de eficiencia técnica relativa de las unidades de producción. Así, la frontera puede ser vista como la mejor practica – dentro de la muestra – y, por tanto en la segunda etapa los score DEA

⁹ En otras palabras, optar por un modelo DEA-CCR, asumiría a priori que la unidad de análisis no tiene restricciones de demanda o capacidad para cambiar su escala de operación, o que todas las empresas ya están operando en su escala óptima de su producción (Cabrera, 2007).

¹⁰ También llamado DEA-VRS (variable returns to scale).

¹¹ Simar y Wilson (2007) señala que su propuesta descansa sobre la presunción de que las variables ambientales solo influyen en si una empresa es más o menos eficiente, pero no debe afectar a las empresas catalogadas como eficientes ni a la frontera eficiente calculada.

pueden ser tratados como cualquier otra variable dependiente en el análisis de regresión. En este marco, la cuestión principal es la elección de un proceso generador de datos (PGD) apropiado para las puntuaciones DEA, lo que requiere esencialmente seleccionar una forma funcional adecuada para el modelo de regresión que relaciona estas puntuaciones a las variables ambientales.

Justamente la forma funcional adecuada, trae a colación el segundo punto de discusión, y es que no es concluyente si analizar el proceso generador de datos (PGD) de las puntuaciones DEA vía una regresión MCO, una regresión normal truncada o tobit, sea la manera más adecuada de llevar a cabo esta segunda etapa del análisis, debido a que el rango de valores de la eficiencia técnica está acotado entre 0 y 1, lo que hace que estas regresiones habitualmente empleadas en la literatura no constituyan una razonable representación del proceso generador de datos y puede llevar a resultados engañosos o inconsistentes (véase Ruggiero 1998, o Ramalho et al. 2010).

En vista de ello, y dado el carácter natural de “tasa” o “proporción” del índice de eficiencia técnica¹², McDonald (2009) propuso emplear la regresión fraccional logit desarrollada por Papke y Wooldridge (1996), que es un modelo de regresión específico para el análisis de proporciones o variables que se encuentran en el intervalo de 0 a 1. Ello, siguiendo a McDonald (2009), permite obtener estimadores consistentes y asintóticamente más eficientes que los de las regresión clásicas.

Por lo expuesto anteriormente, se concluye que aún no existe consenso sobre cual procedimiento arroja mejores resultados. Por un lado, se gana consistencia al elegir una mejor especificación y por la otra parte se tiene mejor inferencia estadística de los resultados. En este contexto, el presente artículo ha adoptado como base para el análisis de segunda etapa el modelo de regresión de Papke y Wooldridge (1996), y, adicionalmente, se aplicará la regresión normal truncada siguiendo la propuesta de Simar y Wilson (2007) pero utilizando como variable dependiente el recíproco del score DEA a fin de ayudar a la “normalización” de su distribución (Chilingerian, 1995). Así pues, el uso de estos dos enfoques permitirá analizar la robustez de los resultados.

¹² En general, la distribución de las puntuaciones DEA no se distribuye en forma normal y a veces suele ser asimétrica (Cooper et al., 2011).

IV. Resultados

La Tabla N° 2 muestra los resultados de los índices de eficiencia técnica promedio bajo retornos variables a escala para cada grupo de análisis. Estas medidas de eficiencia promedio nos dicen que, dentro de cada grupo, cuanto más podrían expandir tanto las ventas como las ganancias de los MYPEs dados los insumos evaluados. Por ejemplo, en el caso del grupo G4, el índice de eficiencia técnica VRS de 0.60 indica que, en promedio, las pequeñas unidades de producción podrían expandir, dado sus insumos, en alrededor de 40% su producción y sus beneficios.

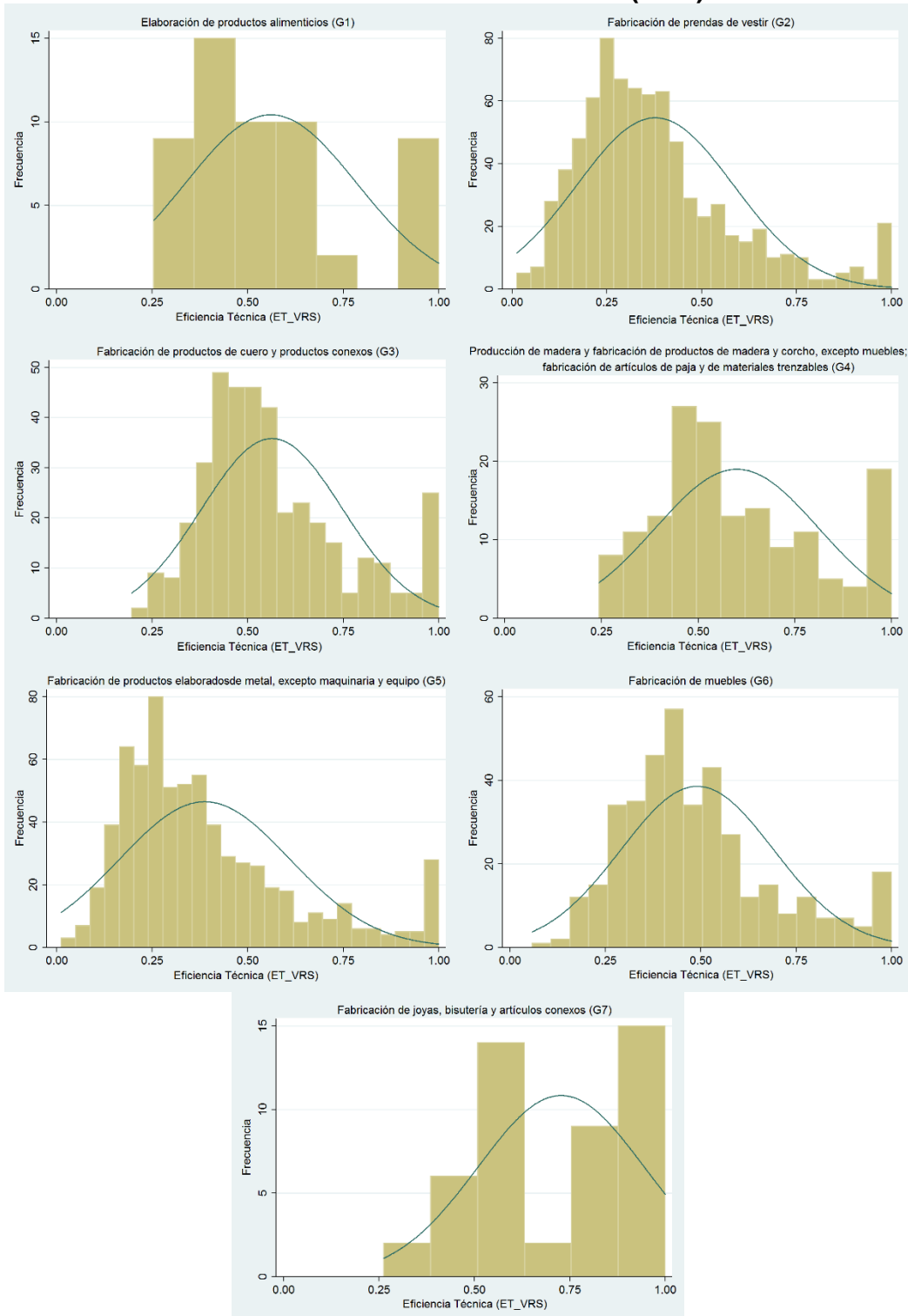
Tabla N° 2: Eficiencia técnica promedio por grupo de análisis

Grupo de Análisis	ET_VRS	
	Promedio Simple	Desviación Estándar
Elaboración de productos alimenticios (G1)	0.56	0.22
Fabricación de prendas de vestir (G2)	0.38	0.21
Fabricación de productos de cuero y productos conexos (G3)	0.56	0.19
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables (G4)	0.60	0.21
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo (G5)	0.39	0.22
Fabricación de muebles (G6)	0.49	0.20
Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos (G7)	0.73	0.22

Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE), 2013.
Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

El Gráfico N° 4 muestra cómo se distribuye el índice de eficiencia técnica dentro de cada grupo. Al respecto, se observa que en actividades económicas como la fabricación de prendas de vestir así como la fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo, existe una mayor concentración de empresas en torno a menores niveles de eficiencia en comparación con el resto de actividades. Adicionalmente, independientemente del grupo bajo análisis, los ET_VRS no parecen seguir una distribución normal.

Gráfico N° 4: Eficiencia técnica (VRS)



Nota: La función de densidad observada se basó en una distribución normal.

Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE), 2013.

Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

Seguidamente se procede a distinguir qué factores condicionan las diferencias en eficiencia. Las estimaciones de esta segunda etapa se presentan en la Tabla N° 3 y 4 para el modelo de Papke y Wooldridge (1996) y la propuesta de Simar y Wilson (2007), respectivamente. Al respecto, debido a que el análisis se ha realizado para cada grupo de actividades económicas, el número de observaciones en los grupos G1 y G2 podría considerarse limitado para hacer uso de las propiedades de inferencia bajo el método de máxima verosimilitud (ML) en el modelo de Papke y Wooldridge (1996), por lo que las estimaciones de las desviaciones estándar de los estimadores de esta regresión se realizaron bajo bootstrapping.

Como se puede desprender de la Tabla N° 3, el acceso a internet representa un factor coadyuvante para mejorar los índices de eficiencia técnica obtenidos en casi todos los grupos de análisis, ello a pesar de los diferentes niveles de especialización o la heterogeneidad de las actividades económicas de cada grupo bajo análisis. Así, se tiene que por ejemplo, la tenencia del servicio de internet en una MYPE que pertenece al grupo G5, incrementaría su performance un 43% en promedio, mientras que para una MYPE del grupo G3, la eficiencia técnica obtenida con el acceso a internet crecería hasta en 60% en promedio.

Por su parte, la Tabla N° 4 vuelve a confirmar la relevancia estadística del acceso a internet para los grupos G3, G4 y G5. Así, con el acceso a internet, una MYPE del grupo G5 podría reducir la distancia a la frontera eficiente en -1.51 en promedio, mientras que las pequeñas unidades de producción del grupo G3 lo harían en -0.54 en promedio¹³.

Además, es importante señalar los resultados anteriores son robustos ante la inclusión o no de las restantes covariables. En otras palabras, tanto la significancia estadística como la relación positiva entre el índice de eficiencia técnica y el acceso a internet se mantienen así se controle o no por la ubicación geográfica de la empresa o los años de antigüedad del negocio, por citar.

¹³ Cabe precisar nuevamente, que los resultados de la Tabla N° 4, tienen una interpretación diferente a los de la Tabla N° 3, ya que las estimaciones realizadas son implementadas en términos de la función de distancia o el recíproco (la inversa) del índice de eficiencia técnica. Así, este nuevo ratio ya no se encuentra entre 0 y 1, sino de 1 a infinito y guarda una relación directa con el ratio de ineficiencia técnica de la unidad de producción.

Tabla N° 3: Factores Condicionantes de la Eficiencia Técnica (VRS) bajo el modelo de Papke y Wooldridge (1996)

Covariables	ET_VRS						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
internet	0.932 (0.270)	1.191 *** (0.073)	1.609 *** (0.119)	1.790 *** (0.264)	1.438 *** (0.106)	1.234 ** (0.107)	1.469 (0.543)
lima	1.172 (0.379)	1.375 *** (0.086)	1.638 *** (0.199)	1.132 (0.197)	1.601 *** (0.128)	1.352 *** (0.124)	1.225 (0.443)
anti	0.996 (0.013)	1.004 (0.004)	1.007 (0.005)	0.998 (0.010)	0.997 (0.004)	1.004 (0.006)	1.027 (0.016)
finan	1.455 (0.421)	1.301 *** (0.079)	1.065 (0.075)	0.967 (0.141)	1.341 *** (0.097)	1.100 (0.088)	1.345 (0.587)
asoci	0.902 (0.325)	0.730 *** (0.073)	1.202 * (0.116)	1.111 (0.307)	0.957 (0.198)	1.537 * (0.338)	1.001 (2.618)
_cons	1.156 *** (0.347)	0.397 *** (0.028)	0.826 *** (0.052)	1.080 (0.167)	0.380 *** (0.030)	0.684 *** (0.061)	1.430 (0.492)

Nota:

- La descripción de las variables fue realizada en la nota al pie de la Tabla N° 1.
- Se utilizó un bootstrapping con 3000 repeticiones para estimar los errores estándar (en paréntesis) de los parámetros que acompañan a las covariables.
- * Nivel de significancia al 10%, ** Nivel de significancia al 5%, *** Nivel de significancia al 1%.

Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE), 2013.

Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

Tabla N° 4: Factores Condicionantes de la Eficiencia Técnica (VRS) bajo la propuesta de Simar y Wilson (2007)

Covariables	ET_VRS																				
	G1			G2			G3			G4			G5			G6			G7		
	Coef.	IC		Coef.	IC		Coef.	IC		Coef.	IC		Coef.	IC		Coef.	IC		Coef.	IC	
	2.5%	97.5%		2.5%	97.5%		2.5%	97.5%		2.5%	97.5%		2.5%	97.5%		2.5%	97.5%		2.5%	97.5%	
internet	0.182	-0.521	0.919	1.852	-0.491	4.700	-0.544	-0.740	-0.360	-0.513	-0.973	-0.116	-1.513	-3.015	-0.179	-0.219	-1.670	1.114	-0.700	-2.928	0.618
lima	-0.462	-1.390	0.378	-5.702	-10.385	-2.872	-0.529	-0.791	-0.280	-0.372	-0.895	0.109	-3.956	-6.067	-2.256	-2.151	-4.645	-0.607	-0.905	-3.722	0.511
anti	0.006	-0.029	0.039	-0.121	-0.330	0.033	-0.007	-0.021	0.007	0.001	-0.028	0.029	0.012	-0.074	0.085	-0.028	-0.151	0.073	-0.064	-0.240	2.1E-04
finan	-0.414	-1.150	0.296	-2.885	-5.998	-0.556	-0.185	-0.360	-0.010	-0.254	-0.663	0.132	-2.413	-4.034	-1.101	-0.260	-1.723	1.037	-0.692	-3.163	0.714
asoci	-0.297	-1.911	0.993	5.623	2.137	10.206	-0.411	-0.752	-0.104	-0.130	-1.055	0.634	-1.430	-6.263	2.076	1.369	-1.443	4.059	-0.067	-4.941	2.658
_cons	2.533	1.686	3.274	-4.474	-14.043	0.424	2.583	2.411	2.753	2.230	1.811	2.603	1.578	-0.981	3.320	-0.747	-4.977	1.507	1.720	-0.987	2.990

Nota:

- La descripción de las variables fue realizada en la nota al pie de la Tabla N° 1.
- Se utilizó un bootstrapping con 3000 repeticiones para la primera y segunda parte del algoritmo 2 de Simar y Wilson (2007).
- Los resultados en negrita indican un nivel de significancia al 5%.

Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE), 2013.

Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

No obstante, la interpretación mencionada sobre la estimación del coeficiente asociado al acceso a internet debe considerar la posible inconsistencia derivada de un problema de causalidad inversa o doble causalidad. Para ser más precisos, si bien se encuentra evidencia a favor que la tenencia de un servicio de internet tiene impactos positivos y significativos sobre el performance de la MYPE. Esto no necesariamente podría implicar una relación causa-efecto del servicio de internet sobre el desempeño de la empresa, ya que la relación podría también darse en sentido inverso: una MYPE que no derrocha o aprovecha al máximo sus recursos, podría tener ganancias pecuniarias que le permitan solventar el pago del servicio de internet. Así, la eficiencia técnica y el acceso a internet se determinarían en forma simultánea o intertemporal e implicaría, que el acceso a internet es una variable endógena y se debe considerar el uso de la técnica de variables instrumentales (mínimos cuadrados en dos etapas, 2SLS) para reducir o eliminar la inconsistencia de los estimadores.

A fin de considerar esta posibilidad se ha adicionado los resultados de la estimación por variables instrumentales bajo la propuesta de Maddala (1983), que permite tener en cuenta la naturaleza categórica de la variable “sospechosa” de endogeneidad (el acceso a internet) aunque con la contraparte que la estimación conjunta por ML del índice de eficiencia y la tenencia del servicio de asume una distribución normal bivariada¹⁴. Las variables instrumentales que se eligieron fueron dos: una variable dummy (“rs”) que toma el valor de 1 si la empresa cuenta con redes sociales (Facebook, twitter, u otro) y cero en caso contrario, y una variable dummy (“sup”) que toma el valor de 1 si el informante del cuestionario tiene educación superior y cero en caso contrario.

Si una MYPE tiene una cuenta en una red social, probablemente también cuente con acceso a internet debido a los fuertes costos de transacción (coordinación) que implicarían no contar con una conexión propia de internet que permita actualizar frecuentemente la información de la empresa o responder a tiempo los comentarios o mensajes de los clientes o proveedores. Por lo tanto, la presencia en redes sociales de una MYPE, puede ser un buen predictor de la tenencia del servicio de internet en las pequeñas unidades de producción. Por el contrario, el derroche o aprovechamiento de recursos de toda una unidad de producción, no dependería de una cuenta en redes sociales. Asimismo, el uso del nivel educativo del entrevistado también parece ser un instrumento válido, ya que a mayor nivel de educación mayor probabilidad de que una persona acceda o use internet en su vida diaria. Por tal, el nivel educativo del informante, puede ser un predictor de que en una MYPE se emplee el servicio de internet. Sin embargo, la explotación de recursos de toda la empresa no dependerá exclusivamente de los años de educación de solo una persona que trabaja en esta MYPE¹⁵.

¹⁴ Tanto el modelo de Papke y Wooldridge (1996) como la propuesta de Simar y Wilson (2007) no ha sido extendidos para el caso en que se tiene un regresor endógeno en la estimación.

¹⁵ Si uno incluye las variables dummy “rs” y “sup” como covariables adicionales para explicar la eficiencia técnica resultan no significativas con p-values por encima de 0.2.

Los resultados de la estimación por variables instrumentales bajo la metodología de Maddala (1983) se presenta en la Tabla N° 5, y como se observa la influencia del acceso a internet sobre la eficiencia técnica sigue siendo positiva y estadísticamente significativa, a pesar de la heterogeneidad u orientación de las actividades económicas en cada grupo de análisis.

Tabla N° 5: Factores Condicionantes de la Eficiencia Técnica (VRS) bajo la metodología de Maddala (1983)

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
ET VRS							
lima	0.036 (0.075)	0.077 *** (0.015)	0.108 *** (0.021)	0.023 (0.040)	0.111 *** (0.018)	0.071 *** (0.022)	0.039 (0.067)
anti	-4.6E-06 (0.003)	0.001 (9.8E-04)	0.002 (0.001)	-2.3E-04 (0.002)	-0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.006 (0.003)
finan	0.091 (0.059)	0.063 *** (0.014)	0.017 (0.016)	-0.006 (0.033)	0.067 *** (0.016)	0.022 (0.020)	0.087 (0.073)
asoci	-0.038 (0.113)	-0.076 *** (0.026)	0.031 (0.027)	0.025 (0.061)	-0.010 (0.044)	0.105 ** (0.043)	-0.011 (0.114)
internet	0.252 ** (0.126)	0.145 *** (0.043)	0.232 *** (0.043)	0.272 *** (0.080)	0.112 *** (0.039)	0.173 *** (0.062)	0.333 ** (0.153)
_cons	0.370 *** (0.098)	0.216 *** (0.030)	0.400 *** (0.025)	0.442 *** (0.054)	0.253 *** (0.029)	0.341 *** (0.038)	0.469 *** (0.099)
internet							
rs	1.074 * (0.595)	0.792 *** (0.163)	1.363 *** (0.282)	1.171 *** (0.422)	1.038 *** (0.229)	0.941 *** (0.242)	0.844 ** (0.386)
sup	1.387 *** (0.489)	0.706 *** (0.099)	0.739 *** (0.132)	0.844 *** (0.207)	1.141 *** (0.120)	0.631 *** (0.128)	0.245 (0.403)
_cons	-1.058 ** (0.483)	-0.324 *** (0.084)	-0.478 *** (0.098)	-0.443 *** (0.171)	-0.515 *** (0.103)	-0.341 *** (0.103)	-0.455 (0.340)

Nota:

- La descripción de las variables asociadas a la ecuación principal fue realizada en la nota al pie de la Tabla N° 1.

- * Nivel de significancia al 10%, ** Nivel de significancia al 5%, *** Nivel de significancia al 1%.

Fuente: Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE), 2013.

Elaboración: GPRC-OSIPTEL.

V. Conclusiones

El presente documento ha mostrado evidencia empírica a favor de una relación positiva entre el servicio de internet y la eficiencia técnica del sector de micro y pequeña empresa peruana. Para ello, se utilizó como referencia la Encuesta de Micro y Pequeña Empresa (EMYPE) 2013 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Así pues, la tenencia del servicio de internet no solo condicionaría de forma significativa el nivel de rendimiento que puede tener una MYPE, sino que además supondría una mejora en la eficiencia técnica de las pequeñas unidades de producción.

Esto tiene implicancias en términos de la implementación políticas públicas o privadas que contribuyan a mejorar el desempeño de estas empresas, ya que a diferencia de otras medidas que pueden ser más costosas o difíciles de implementar y evaluar en el corto o mediano plazo, el servicio de internet se presenta como una opción más ágil.

VII. Bibliografía

Alvarez, R. y G. Crespi (2003). "Determinants of Technical Efficiency in Small Firms". *Small Business Economics* (20), 233-244.

Albújar, H., L. Janampa, R. Odar y M. C. Osorio (2008). "Sistema nacional de capacitación para la MYPE peruana". Lima: Universidad ESAN.

Ajibefun, I. A. y A. G. Daramola (2003). "Determinants of Technical and Allocative Efficiency of Micro-enterprises: Firm-level Evidence from Nigeria". African Development Bank.

Ajibefun, I. A. (2007). "Technical Efficiency Analysis of Micro-enterprises: Theoretical and Methodological Approach of the Stochastic Frontier Production Functions Applied to Nigerian Data". *Journal of African Economies*, Vol, 17, 2, 161– 206.

Banker, R., A. Charnes y W. W. Cooper (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, 30, 9, 1078-1092.

Becchetti, L. y M. Santoro (2001). "The Determinants of Small and Medium-Sized Firm Internationalization and Its Relationship with Productive Efficiency". *Welt.liches Arc*, 137, 2, 297-319

Brynjolfsson, E. y H. Lorin (1996). "Paradox Lost? Firm-level Evidence on the Returns to Information Systems Spending". *Management Science*, 42, 4, 541-558.

Burki A. y D. Terrell (1998). "Measuring Production Efficiency of Small Firms in Pakistan". *WorldDevelopment*, 26, 1, 155-169.

Cabrera, O. (2007). "Eficiencia y Productividad en la Industria Bancaria Salvadoreña en el período 2001-2005". Banco Central de Reserva de El Salvador. Documentos Ocasionales N° 2007-02.

Coelli, T., D. S. P. Rao, y G. E. Battese (2005). "An Introduction of to Efficiency and Productivity Analysis". London: Kluwer Academic Publishers. Second Edition.

Cooper, W., L. Seiford y J. Zhu (2011). "Handbook on Data Envelopment Analysis". Springer.

Charnes, A., W. W. Cooper y E. Rhodes (1978). "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research*, 2, 429–441.

Chilingerian, JA. "Evaluating physician efficiency in hospitals: a multivariate analysis of best practices". *European Journal of Operational Research*, 80, 3, 548-574.

Chowdhury, S., y S. Wolf (2003). "Use of ICTs and economic performance of small and medium enterprises in East Africa". Discussion Paper No. 2003/06, WIDER, United Nations University.

Debreu, G. (1951). "The Coefficient of Resource Utilization," *Econometrica*, 19, 3, 273-292.

De Soto, H., E. Ghersi y M. Ghibellini (1986). "El otro sendero: la revolución informal". Lima: Instituto de Libertad y Democracia.

Esselaar S., C. Stork, A. Ndiwalana y M. Deen-Swarra. (2007). "ICT usage and its impact on profitability of SMEs in 13 African countries". *Information Technologies and International Development*, 4, 1, 87-100

Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society, A CXX*, Part 3, 253-290.

Fernandez, J., J. López, A. Rodríguez y F. Sandulli. "El Impacto del Uso Efectivo de las TIC sobre la Eficiencia Técnica de las Empresas Españolas". *Estudios Gerenciales*, Volume 23, Issue 103, Pages 13-149

Ferro, G., E. Lentini y C. Romero (2011). "Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado", División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Greenan N., J. Mairesse y A. Topiol-Bensaid (2001). "Information Technology and Research and Development Impacts on Productivity and Skills: Looking for Correlations on French Firm-Level Data", NBER Working Paper, N°8075

Hernández-Trillo, F., J. Pagán y J. Paxton (2005). "Start-up Capital, Microenterprises and Technical Efficiency in Mexico". *Review of Development Economics*. Vol. 9(3), pp.434–447

Quedena, E. (2008), "Condiciones laborales y competitividad en las MYPE peruanas". CEDEP.

Maddala, G. S. (1983). "Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics". Cambridge: Cambridge University Press.

Marulanda, B. y M. Otero (2005). "Perfil de las microfinanzas en Latinoamérica en 10 años: visión y características Acción Internacional".

McDonald, J. (2009). "Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses". *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792-798.

MEF (2012). "Agenda de Competitividad 2012-2013". Lima: Ministerio de Economía y Finanzas del Perú.

MTPE (2006). "La Microempresa: una Propuesta Tipológica y Ejercicio de Aplicación en Lima Sur". *Boletín de Economía Laboral* N° 34. Lima: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú. -
----- (2009). *El Empleo en Perú y Lima Metropolitana: Informe Final*. Lima: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú.

Ramanathan R (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis*. New Delhi, Sage Publications.

Ramalho, E.A., J.J.S. Ramalho y P.D. Henriques (2010). "Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses", *Journal of Productivity Analysis*, 34(3), 239-255.

Robles, M., J. Saavedra, M. Torero, N. Valdivia, y J. Chacaltana (2001). "Estrategia y racionalidad de la pequeña empresa". World Bank.

Rodríguez, J. y M. Higa (2010). "Informalidad, empleo y productividad en el Perú". Documento de Trabajo N° 282, PUCP.

Ruggiero, J. (1998). "Non-discretionary inputs in data envelopment analysis". *European Journal of Operational Research*, 111, 461—469.

Papke, L.E. y J.M. Wooldridge (1996). "Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(k) plan participation rates". *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 619-632.

Ruiz, E., A. Torre y J. Vilela (2013). "Capital humano y eficiencia técnica: evidencia a partir del caso del parque industrial de Villa el Salvador". *Revista Horizonte Económico*, N° 3.

Sánchez, B. (2006). "Las MYPES en Perú: su importancia y propuesta tributaria". Lima: UNMSM.

Simar, L. y P. Wilson (2007). "Estimation and inference in two-stage, semiparametric models of production processes." *Journal of Econometrics*, 136 (1): 31-64.

INEI (2011). "Resultados de la Encuesta de Micro y Pequeña Empresa del 2010". Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

PRODUCE (2010). Informe de Estadísticas. CODEMYPE. Lima: Ministerio de la Producción del Perú.
----- (2009). Política Nacional en Materia de MYPE en el Marco del D.S. N°027-2007-PCM. Lima: Ministerio de la Producción del Perú.

Portocarrero, F. (1999). "Microfinanzas en el Perú: experiencias y perspectivas". Lima: Centro De Investigación de la Universidad del Pacífico-PROPYME

Villarán, F. (2008). "Políticas e Instituciones de Apoyo a la Mype en el Perú". Lima: SASE (MIMEO).