

Primera Jornada de Economía y Administración Agrarias

“Creando un espacio de interacción entre el conocimiento y la práctica profesional”

Evidencia de cambio en el uso del suelo en el Alto Valle de Río Negro debido a la expansión de la actividad petrolera

Frank, Luis¹; Azpitarte, Juan²; Di Paola, María Marta³

¹ Profesor Adjunto, Depto. Métodos Cuantitativos, FAUBA.

² Tesista de la carrera de Economía y Administración Agrarias, FAUBA.

³ Profesora Adjunta, Cátedra de Administración Rural, FAUBA.

Autor de correspondencia: frank@agro.uba.ar

PALABRAS CLAVES

FRUTICULTURA, ALTO VALLE DE RÍO NEGRO, EXTRACCIÓN PETROLERA, *FRACKING*

1

INTRODUCCIÓN

El Alto Valle de Río Negro constituye una importante zona productora de peras, manzanas, duraznos, ciruelas y uvas. Sin embargo, en los últimos años se ha observado una disminución en la superficie destinada a estos cultivos, presumiblemente debido al avance de la actividad petrolera, impulsada por una nueva tecnología conocida como *fracking* (Rodil, 2016; Catoira, 2017). El presente trabajo investiga esta hipótesis desde la perspectiva de un productor típico del Alto Valle de Río Negro. Para ello, se plantea un modelo teórico que explica la decisión de extender o reducir la vida útil de una plantación frutal en función del precio de la fruta y el costo de oportunidad de su capital. Este modelo se ajusta posteriormente a datos reales y se valida mediante pruebas estadísticas apropiadas. Dado que es necesario formular el modelo de manera adecuada para probar hipótesis con los datos disponibles, este estudio debe interpretarse apenas como una primera aproximación a un fenómeno económico mucho más complejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Partimos de una función de costo total (CT) para plantaciones permanentes:

$$CT(T) = C_M + \sum_{t=1}^T \frac{C_P(t)}{(1+r)^t} = C_M + \sum_{t=1}^T \frac{C_1 + C_2 t}{(1+r)^t}$$

Primera Jornada de Economía y Administración Agrarias

“Creando un espacio de interacción entre el conocimiento y la práctica profesional”

donde C_M es el costo de implantación, C_P es el costo de producción, T es la duración de la plantación y r el costo de oportunidad del capital invertido. Asumimos que el costo de producción es una función lineal del tiempo, de modo que el CT depende únicamente de la duración de la plantación. La expresión anterior puede simplificarse utilizando las siguientes identidades matemáticas:

$$\begin{cases} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} = \frac{a}{1-a} (1-a^T), & \text{si } r > 0 \text{ y } a = \frac{1}{1+r} \\ \sum_{t=1}^T \frac{t}{(1+r)^t} = \frac{a}{(1-a)^2} + \frac{[(1-a)^2 - 1]Ta^T}{(1-a)^2} + \frac{a(T-1)a^T}{(1-a)^2} \end{cases}$$

Sustituyendo estas identidades en el CT y operando algebraicamente, se obtiene:

$$\begin{aligned} CT &= C_M + C_1 \frac{a}{1-a} (1-a^T) + C_2 \left[\frac{a-Ta^T+(T-1)a^{T+1}}{(1-a)^2} + Ta^T \right] \\ &= \text{const.} - \left[\frac{C_1}{1-a} + \frac{C_2}{(1-a)^2} \right] a^{T+1} - \frac{C_2}{1-a} Ta^{T+1} \end{aligned}$$

Derivando respecto de T y reagrupando términos, se obtiene el costo marginal:

$$CMg = - \left[\frac{aC_1}{1-a} \ln a + \frac{aC_2}{1-a} \left(1 + \frac{\ln a}{1-a} \right) \right] a^T - \frac{aC_2}{1-a} a^T \ln a^T$$

La expresión anterior no es una función lineal de T . Sin embargo, el lado derecho de la ecuación tiene la forma $f(z) = \alpha_1 z + \alpha_2 z \ln z$, que puede expandirse en serie de Taylor como:

$$\begin{aligned} f(z) &\approx \alpha_1 z^* + \alpha_2 z^* \ln z^* + [\alpha_1 + \alpha_2 (1 + \ln z^*)] (z - z^*) + \frac{1}{2} \frac{\alpha_2}{z^*} (z - z^*)^2 + \dots \\ &\approx \alpha_1 z + \alpha_2 (z - z^*) + (\alpha_2 \ln z^*) z + R \end{aligned}$$

donde z^* es la variable z evaluada en un punto arbitrario y R es un “resto”. Reteniendo solamente el término lineal de la serie, el CMg se aproxima como:

$$CMg \approx -\alpha_2 a^{T^*} + [\alpha_1 + \alpha_2 (1 + \ln a^{T^*})] a^T.$$

y, utilizando la identidad $r = (1-a)/a$ y la aproximación $r \approx -\ln a$,

$$\begin{cases} \alpha_1 = -\frac{aC_1}{1-a} \ln a - \frac{aC_2}{1-a} \left(1 + \frac{\ln a}{1-a} \right) \approx C_1 + C_2 \\ \alpha_2 = -\frac{aC_2}{1-a} \approx -\frac{C_2}{r} \end{cases}$$

Es sabido que el CMg de las empresas maximizadoras de beneficios se encuentra en el entorno de su ingreso marginal IMg .¹ Luego, reemplazando el CMg por el IMg e invirtiendo la función, la duración de la plantación en este entorno es:

¹ En este contexto, el IMg debe interpretarse como el precio del lote de fruta producida cada año.

Primera Jornada de Economía y Administración Agrarias

“Creando un espacio de interacción entre el conocimiento y la práctica profesional”

$$a^T \approx \frac{\alpha_2 a^{T^*}}{\alpha_1 + \alpha_2 (1 + \ln a^{T^*})} + \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2 (1 + \ln a^{T^*})} IMg$$

$$\approx \frac{C_1 + C_2}{C_1 + C_2 (1 + T^*)} \left(\frac{1}{1+r} \right)^{T^*} + \frac{1}{C_1 + C_2 (1 + T^*)} IMg$$

Esta función no es lineal respecto de los parámetros, pero puede linealizarse mediante su expansión en serie de Taylor:

$$T(IMg, r) \approx f(IMg^*, r^*) + \frac{\partial f(IMg^*, r^*)}{\partial r} (r - r^*) + \frac{\partial f(IMg^*, r^*)}{\partial IMg} (IMg - IMg^*) + R$$

donde las variables T , r y IMg no son directamente observables, pero pueden sustituirse por variables relacionadas o *proxies*. Por ejemplo, la duración de la plantación puede sustituirse por un índice de la superficie total implantada con frutales; el costo de oportunidad del capital, por un índice de la extracción de petróleo y gas de la cuenca que refleje la renta petrolera de la cuenca; y el ingreso marginal, por un índice de precios al productor. En particular:

Superficie implantada (en hectáreas) con manzana, pera, durazno, nectarinas y ciruelas obtenida de la base de FAOSTAT (<https://www.fao.org/statistics/es/>), entre 1980 y 2022, escalada a 100 en 2004.

Precios al productor (en USD/ton) de la misma base de FAO, desde 1991 hasta 2023, combinados en un índice general tipo Laspeyres, cuyos ponderadores son las superficies de los cultivos en 2004.

Extracción de petróleo y gas en la cuenca neuquina (en m³ y miles de m³, respectivamente) obtenida de la base de la Secretaría de Energía (<http://datos.energia.gob.ar>). Con estas series, y precios de 2004, se construye un índice de volumen físico escalado a 100 en 2004, entre 1999 y 2023.

RESULTADOS

Antes de proceder con el ajuste del modelo de $T(IMg, r)$, se analizaron las características de estas tres series. El análisis se realizó en dos etapas. En la primera, se evaluó la estacionariedad de las tres series mediante el *test* de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), incluyendo constante y tendencia. Los resultados indicaron que ninguna serie era estacionaria. En la segunda etapa, se examinó si las series estaban cointegradas utilizando la prueba de Engle y Granger, junto con el estadístico crítico de MacKinnon. Se rechazó la hipótesis de cointegración, lo que permitió plantear una regresión de la superficie implantada en función del precio y la renta petrolera sin incurrir en un caso de regresión espuria. Los modelos propuestos para representar esta relación fueron los siguientes:

$$\begin{cases} SUP_t = \beta_1 + \beta_2 PRECIOS_t + \beta_3 RENTA_t + \epsilon_t \\ \ln SUP_t = \beta_1^* + \beta_2^* \ln PRECIOS_t + \beta_3^* \ln RENTA_t + \epsilon_t \end{cases}$$

En el cuadro 1 se muestran los ajustes de ambos modelos. En ambos casos, el coeficiente asociado a la renta petrolera resultó negativo y significativo, lo que indica que una expansión de la actividad gasífera y petrolera reduce la superficie destinada a la producción frutícola. Una vez ajustados los

Primera Jornada de Economía y Administración Agrarias

“Creando un espacio de interacción entre el conocimiento y la práctica profesional”

modelos, se verificó el cumplimiento de los supuestos del modelo clásico de regresión. En resumen, los resultados de los distintos diagnósticos fueron:

El factor de inflación de varianzas (VIF) asociado a *PRECIOS* y *RENTA* no mostró evidencia de multicolinealidad. Al tratarse de sólo dos regresores, los VIF de ambas variables fueron idénticos y se ubicaron en torno a la unidad.

El *test* de heteroscedasticidad de White no reveló indicios de heteroscedasticidad severa. Cabe recordar que este *test* es muy general y no presupone ninguna estructura particular de heteroscedasticidad.

El *test* de autocorrelación de Ljung-Box indicó la presencia de autocorrelación de orden 3. Atribuimos este resultado a la omisión de los términos de orden superior en la expansión en serie de Taylor, considerados irrelevantes.

Para evaluar la relevancia del término cuadrático de la serie de Taylor, se repitió el análisis incluyendo términos cuadráticos de *PRECIOS* y *RENTA*, incorporándolos de a uno por vez. El término de *PRECIOS*² resultó relevante, como se ve en el cuadro 2.²

Para mayores detalles sobre los alcances de los *tests* mencionadas, se sugiere consultar textos de econometría como Gujarati (2009) y Greene (2008).

4

CONCLUSIÓN

En el estudio se propone una función que relaciona la superficie destinada a la producción frutícola en el Alto Valle de Río Negro con la extracción petrolera y los precios de manzanas, peras, ciruelas y duraznos. Esta función se basa en una función de producción rígida, en la cual el productor optimiza la producción a través de la duración de su plantación. El análisis de regresión revela que la renta petrolera tiene un impacto negativo en la duración de la plantación, al incrementar el costo de oportunidad del capital. Se encontró que la elasticidad de la duración de la plantación respecto a la renta petrolera se sitúa en un rango de $-0,20$ a $-0,30$. Sin embargo, a partir de estos resultados, no es posible deducir de manera precisa cómo la renta petrolera actúa sobre el costo de oportunidad del capital, aunque se puede conjeturar que lo hace indirectamente, posiblemente a través del efecto dinamizador que la actividad petrolera ejerce sobre la economía local.

Se recomienda revisar críticamente el modelo teórico que subyace a las regresiones de la superficie en función de los precios y la renta. En particular, se sugiere evaluar el realismo de las funciones de producción y de costo total en las que se basan dichas regresiones, así como la influencia de otras

² El estadístico de Ljung-Box confirmó que la autocorrelación detectada en el modelo lineal se debía a un sesgo por omisión de una variable relevante. Sin embargo, que el estadístico *t* de *PRECIOS*, no significativo, debe interpretarse con precaución, ya que la introducción del término cuadrático generó una importante relación de colinealidad con la variable *PRECIOS*.

Primera Jornada de Economía y Administración Agrarias
"Creando un espacio de interacción entre el conocimiento y la práctica profesional"

actividades económicas, como el turismo y la urbanización, en la producción frutícola. Estas actividades podrían estar cointegradas con la expansión petrolera o compartir con ella una causa común. Asimismo, es importante revisar la calidad de los datos utilizados en el estudio. Por ejemplo, se observa que FAOSTAT tiende a repetir valores en las series de precios al productor, posiblemente para compensar datos faltantes. Para abordar este problema, se sugiere emplear en el futuro estimadores más robustos, como el de Theil, que incorporen información exógena a los modelos de regresión.

Cuadro 1. Coeficientes de regresión de las funciones de demanda de tierra para fruticultura lineal y logarítmica. * significativo al 5% en una prueba unilateral.

Variable	Estim.	Error	t-value	Prob.	
Intercepto	138.7272	10.7228	12.938	1.80e-11	***
PRECIOS	-0.2943	0.0567	-5.194	3.79e-05	***
RENTA	-0.1949	0.0871	-2.239	0.03610	*
Intercepto	7.1039	0.7028	10.108	1.61e-09	***
log PRECIOS	-0.2442	0.0583	-4.188	0.000414	***
log RENTA	-0.3378	0.1320	-2.559	0.018295	*

Cuadro 2. Coeficientes de regresión de la función de demanda de tierra para fruticultura lineal y logarítmica con un término cuadrático. * significativo al 5% en una prueba unilateral.

Variable	Estim.	Error	t-value	Prob.	
Intercepto	105.8945	15.5809	6.796	1.31e-06	***
PRECIOS	0.3647	0.2536	1.438	0.1659	
PRECIOS ²	-0.0035	0.0013	-2.651	0.0153	*
RENTA	-0.1064	0.0837	-1.272	0.2180	
Intercepto	2.2590	1.6043	1.408	0.17445	
log PRECIOS	1.9649	0.6832	2.876	0.00934	**
log ² PRECIOS	-0.2672	0.0824	-3.242	0.00409	**
log RENTA	-0.2475	0.1130	-2.189	0.04060	*

BIBLIOGRAFÍA

Catoira, P. 2017. El Alto Valle Rionegrino, entre loteos urbanos, hidrocarburos y manzanas. En Políticas públicas en la ruralidad argentina. Ediciones INTA, p. 249-268. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/3069>

Greene, W. 2008. Econometric Analysis. 6ta edición. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.

Gujarati, R. & Porter, D. 2009. Econometría. Quinta edición. McGraw-Hill. México.

Primera Jornada de Economía y Administración Agrarias

“Creando un espacio de interacción entre el conocimiento y la práctica profesional”

Rodil, D. 2016. Transformaciones neocoloniales en el Alto Valle del Río Negro. XVIII Jornadas Nacionales de extensión rural y X del Mercosur. Cinco Saltos, 9,10 y 11 de noviembre de 2016. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/16116>