

Fundamentos de Econometría

Introducción

Lino AA Notarantonio

March 22, 2021

Metodología de trabajo

Organización del trabajo a lo largo de la UF

Política de las actividades

- ▶ En cada sesión, se podrán asignar grupos de trabajo de forma aleatoria.
- ▶ Se entiende por trabajo cualquier actividad que pueda contribuir a la calificación final.
- ▶ La asignación de trabajos podrá ocurrir en cualquier momento de la sesión de 2 horas.
- ▶ No se aceptarán trabajos tardíos.
- ▶ No hay reposición de trabajos.

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Modelo Económico v. modelo econométrico

Un economista laboral quiere estudiar qué factores son importantes en la productividad de ciertos trabajadores.

Algunos factores que pueden impactar la productividad son

- ▶ educación, *educ*;
- ▶ experiencia, *exper*;
- ▶ capacitación; *capac*.

Modelo económico vs modelo econométrico

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

El **modelo económico** es una función

$$wage = f(educ, exper, capac)$$

y se analizan las consecuencias de la forma matemática de la función: entre otros

- ▶ relaciones directa/inversa entre las variables dependiente e independientes;
- ▶ elasticidades;
- ▶ retornos constantes a escala

El **modelo econométrico estima**, numérica y estadísticamente, la relación entre las variables.

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Modelo económico vs modelo econométrico

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Modelo económico Existe una relación directa entre el número de hora de capacitación y el salario de los trabajadores de cierta industria.

Modelo econométrico Un aumento en un 20% en el número de horas de capacitación para los trabajadores de cierta industria aumentará el salario de estos trabajadores en \$1,500 por quincena.

Definición de Econometría (Samuelson *et al.*, 1954)

[A]pplication of mathematical statistics to economic data to lend empirical support to models constructed by mathematical economics and to obtain numerical estimates.

Problemas

- ▶ Obtener conclusiones correctas a partir de un muestra, en lugar de la población entera:
 - ▶ muestreo aleatorio;
 - ▶ inferencia estadística.
- ▶ Resumen estadístico, de manera que los resultados cuantitativos se puedan interpretar de manera comprensible y concisa.

Modelo econométrico

Formulación

En un modelo econométrico se deben considerar otros posibles factores que puedan afectar la variable dependiente que no se consideran explícitamente en el modelo \Rightarrow **término de error**:

$$wage = \beta_0 + \beta_1 educ + \beta_2 exper + \beta_3 capac + u$$

Modelo econométrico

Formulación

$$wage = \beta_0 + \beta_1 educ + \beta_2 exper + \beta_3 capac + u$$

- ▶ variables explicativas del modelo.
- ▶ variable explicada.
- ▶ error ó variables no observables.
- ▶ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$: pendientes
- ▶ β_0 : intercepto

Modelo econométrico

Terminología

y	x
variable dependiente	variable independiente
variable explicada	variable explicativa
variable de respuesta	variable de control
variable predicha	variable predictora
regresando	regresor

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Considera el modelo

$$wage = \beta_0 + \beta_1 educ + \beta_2 exper + \beta_3 capac + u$$

- ▶ Si estamos interesados en el efecto del entrenamiento sobre el salario, entonces el parámetro de interés es β_3
- ▶ Si pensamos que la experiencia no afecta el salario de una persona, entonces se debe verificar que $\beta_2 = 0$
- ▶ Si postulamos que la educación tiene un efecto positivo sobre el salario, entonces se debe mostrar que $\beta_1 > 0$

¿Cómo se puede interpretar β_0 ?

Estructura de los datos económicos

Estructura de los datos económicos

- ▶ Datos de corte transversales
- ▶ Series de tiempo
- ▶ Combinaciones de cortes transversales
- ▶ Datos tipo panel (longitudinales)

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Datos de corte transversal

Se obtienen mediante un muestreo aleatorio de la población de interés, en algún momento en el tiempo.

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Series de tiempo

- ▶ Observación de una o más variables a lo largo de un periodo de tiempo
- ▶ Es importante el ordenamiento temporal de los datos
- ▶ La frecuencia de observación también es importante (p.ej., factores estacionales)

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Combinación de cortes transversales

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(*Ceteris Paribus*)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Se lleva a cabo una encuesta de cortes transversales de las familias de cierta ciudad. Pasado cierto periodo de tiempo, la misma encuesta considera otra muestra de las familias.

- ▶ Para incrementar el tamaño de la muestra, se combinan las dos encuestas (*Pooled Cross Sections*)
- ▶ Una combinación de cortes transversal es muy útil para verificar el efecto de una política, por ejemplo (antes y después)

Datos tipo panel

Datos tipo panel son series de tiempo para cada corte transversal de la base de datos.

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Causalidad (Ceteris Paribus)

Preguntas típicas:

- ▶ Si el banco central aumenta la tasa de interés, ¿qué pasará con el costo de las hipotecas?
- ▶ Si tomo este curso de capacitación, ¿en cuánto aumentará mi salario?
- ▶ Si el gobierno federal invierte en la construcción de autopistas, ¿en cuánto aumentará el PIB?
- ▶ Si aumentara el costo de una cajetilla de cigarros, ¿cuánto será el porcentaje de disminución de los fumadores?

En todas estas preguntas es claro cuál es la causa y cuál es el efecto.

Ceteris Paribus y experimentos

*Si los precios aumentan, entonces los consumidores comprarán menos, **manteniendo constantes los demás factores.***

- ▶ Si los demás factores no se mantienen constante, entonces todo puede pasar.
- ▶ Un experimento puede verificar la existencia de un vínculo causal entre un factor y otro.
- ▶ En los últimos 30 años la Economía se ha enriquecido mediante el uso de modelo experimentales; en el 2019 Abhijit Banerjee, Esther Duflo, and Michael Kremer ganaron el Premio Nobel¹ “for their experimental approach to alleviating global poverty”.

¹Más precisamente, The Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel.

Ceteris Paribus: Modelación

Wooldridge, Ejemplo 2.1

Considera el modelo

$$\text{rendimiento} = \beta_0 + \beta_1 \text{fertilizante} + u$$

A un investigador agrícola le puede interesar conocer el efecto del fertilizante sobre el rendimiento de las parcelas. ¿Cómo puede el investigador justificar el análisis *ceteris paribus*?

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Correlación y causalidad

Correlación no implica causalidad

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

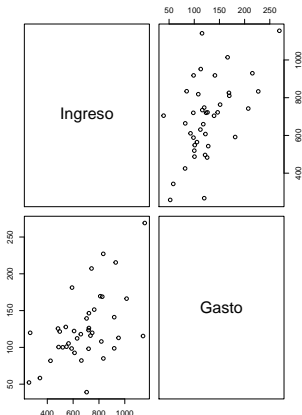
Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Ejemplo

Variables: *ingreso*
(disponible), *gasto* (del
hogar)



- ▶ ¿Qué signo de la **correlación**, $\text{corr}(\text{ingreso}, \text{gasto})$, esperamos?
- ▶ ¿Qué tipo de relación esperamos entre estas variables (directa; inversa)?
- ▶ ¿Cuál es la variable **dependiente**?

Diferencia entre correlación y regresión

- ▶ La **correlación** mide el grado de dependencia lineal entre dos variables.
- ▶ La regresión (lineal) **cuantifica** una relación **causal** entre la variable dependiente y las variables independientes.
- ▶ Un modelo de regresión **no** establece una relación causal entre la variable dependiente y la(s) variable(s) independiente(s).
- ▶ Una relación causal se puede establecer mediante experimentos controlados.

Métodos de Mínimos Cuadrados Ordinarios

Modelo de regresión simple

Un modelo (econométrico) que relacione *inc*, *gasto* es

$$gasto = \beta_0 + \beta_1 inc + u.$$

- ▶ u : modela la presencia del ruido en la medición de las variables.
- ▶ En el modelo, los parámetros β_0 , β_1 son incógnitos.
- ▶ La **estimación** de β_0 , β_1 se realiza usando **muestras aleatorias** de las variables en el modelo.
- ▶ Los parámetros estimados se indican con $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$ y son **variables aleatorias**.
- ▶ Modelo estimado (ó recta de regresión estimada)

$$\widehat{gasto} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 inc$$

Modelo econométrico

Terminología

En el modelo

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + u$$

el término

- ▶ β_0 se conoce como el **intercepto**;
- ▶ β_1 como la **pendiente**.
- ▶ Bajo ciertas condiciones,

$$\beta_1 = \frac{\Delta y}{\Delta x},$$

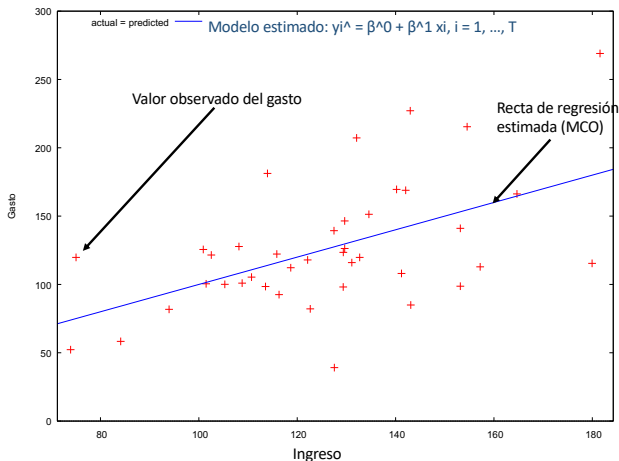
es la **función marginal** (derivada) de y con respecto a x .

- ▶ Función marginal: Δy , cuando $\Delta x = 1$.

Estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

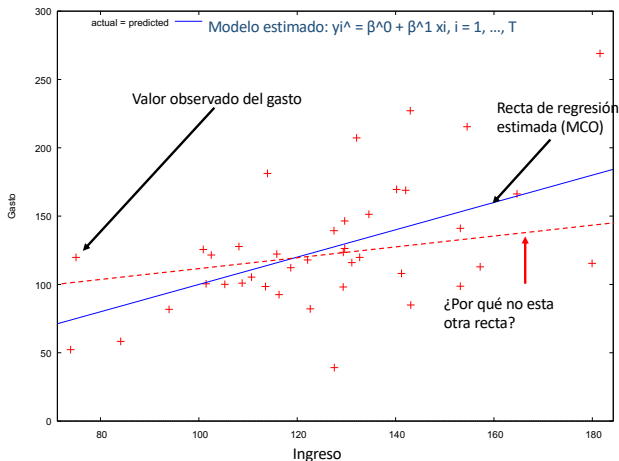
Justificación

Usar muestra aleatoria (x_i, y_i) para estimar β_0, β_1 :



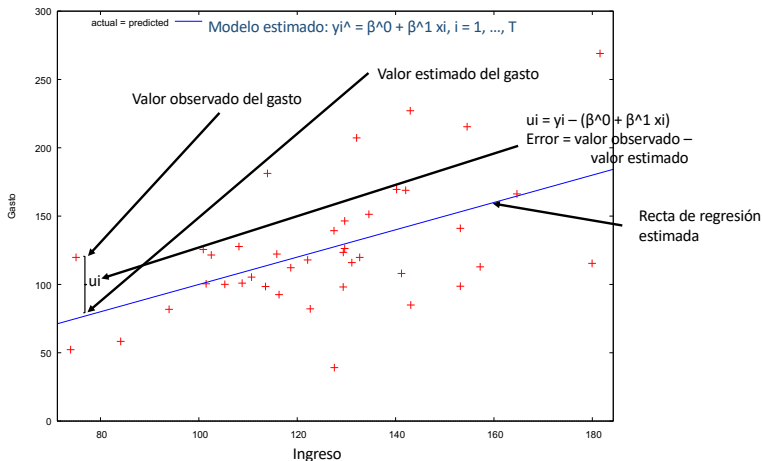
Justificación

Usar muestra aleatoria (x_i, y_i) para estimar β_0, β_1 :



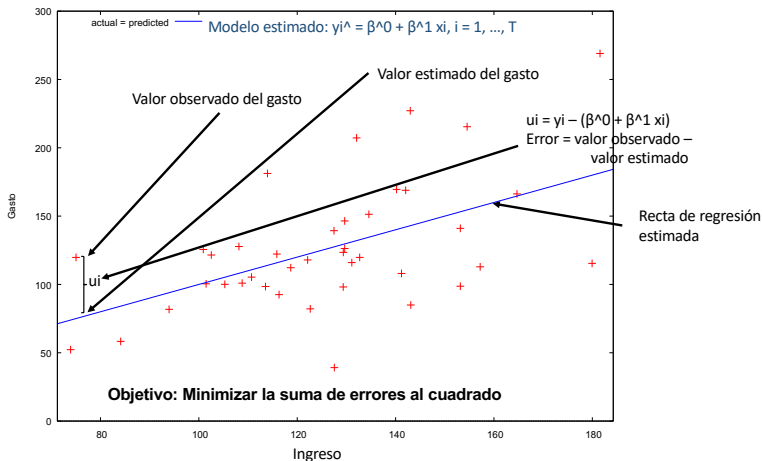
Justificación

Usar muestra aleatoria (x_i, y_i) para estimar β_0, β_1 :



Justificación

Usar muestra aleatoria (x_i, y_i) para estimar β_0, β_1 :



Fórmula de los estimadores

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Usando una muestra aleatoria $(x_i, y_i)_{i=1}^n$ de tamaño n , se minimiza la suma de los cuadrados de los errores:

$$\min \sum_{i=1}^n u_i^2 = \min_{\beta_0, \beta_1} \left\{ \sum_{i=1}^n [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2 \right\}$$

Función de β_0, β_1 :

$$f(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)]^2$$

La función se minimiza usando cálculo (puntos críticos; concavidad de la función)

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Fórmula de los estimadores

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

El mínimo de la función se logra en los valores:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

(\bar{x} , \bar{y} son las medias muestrales de x , y , respectivamente.)

- ▶ El valor de los estimadores $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$ depende de la muestra (x_i, y_i) : los estimadores son variables aleatorias.
- ▶ El valor de los estimadores depende de manera lineal de y .

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Medición de ajuste

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

- ▶ $SRC = \sum (\hat{u}_i)^2$ Suma Residuos Cuadrados
- ▶ $STC = \sum (y_i - \bar{y})^2$ Suma Total de Cuadrados
- ▶ $SEC = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$ Suma Explicada al Cuadrado
- ▶ Siempre se cumple

$$STC = SEC + SRC$$

$$\begin{aligned}STC &= SEC + SRC \Rightarrow SEC = STC - SRC \\ \Rightarrow \frac{SEC}{STC} &= 1 - \frac{SRC}{STC}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R^2 &= \frac{SEC}{STC} \\ &= 1 - \frac{SRC}{STC}\end{aligned}$$

- ▶ R^2 mide el porcentaje de variación de y explicado por x .
- ▶ Equivalentemente, R^2 mide el porcentaje de ajuste del modelo.
- ▶ El valor de R^2 siempre se da como decimal.

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1

Actividad 1

Actividad 1

Wooldridge, Problema 1, p. 17

Suponga que se le pide que realice un estudio para determinar si grupos de clase pequeños contribuyen a un mejor desempeño de los estudiantes de cuarto grado.

- ▶ Si pudiera realizar cualquier experimento que deseara, ¿qué haría? Explique con claridad.
- ▶ Siendo más realista, suponga que puede obtener datos observacionales de varios miles de estudiantes de cuarto grado de un determinado estado. Puede conocer el tamaño de sus grupos y las calificaciones estandarizadas obtenidas en el examen final.
¿Por qué puede esperarse una correlación negativa entre el tamaño de los grupos y las puntuaciones en el examen final?

Actividad 1

Wooldridge, Problema 1, p. 17

- Una correlación negativa, ¿indicaría necesariamente que tamaños de grupos menores causan un mejor desempeño? Explique.

Entrega Miércoles, 24 de marzo, 09:00AM en un documento Word, que se subirá a Canvas.

La solución se subirá a Canvas, el mismo miércoles, a las 11:00 horas.

Fundamentos de
Econometría
Introducción

Lino AA
Notarantonio

Metodología de
trabajo

Modelo Económico
v. modelo
econométrico

Estructura de los
datos económicos

Causalidad
(Ceteris Paribus)

Métodos de
Mínimos
Cuadrados
Ordinarios

Estimación por
mínimos cuadrados
ordinarios (MCO)

Actividad 1