

Econometría 06216
Examen Parcial #1
Grupo 3
Cali, Lunes 13 de Febrero de 2006

Profesor: Julio César Alonso

Estudiante: _____

Código: _____

Instrucciones:

1. Lea cuidadosamente todas las preguntas e instrucciones.
2. Este examen consta de **4** páginas; además, deben tener 3 páginas de fórmulas.
3. El examen consta de 4 preguntas que suman un total de 100 puntos. El valor de cada una de las preguntas esta expresado al lado de cada pregunta.
4. Escriba su respuesta en las hojas suministradas, marque cada una de las hojas con su nombre. **NO** responda en las hojas de preguntas.
5. El examen esta diseñado para una hora, pero ustedes tienen 3 horas para trabajar en él.
6. Recuerde que no se tolerará ningún tipo de deshonestidad académica. En especial usted no puede emplear ningún tipo de ayuda diferente a la que se le entrega con este examen.
7. El uso de calculadoras está prohibido
8. Al finalizar su examen entregue sus hojas de respuesta, así como las horas de preguntas.
9. Asigne su tiempo de forma eficiente!

Suerte.

1 Falso o Verdadero (20 puntos en total, 5 puntos cada subparte)

Diga si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y explique en dos o tres líneas su respuesta. (No se dará ningún crédito a respuestas sin justificación.)

a) Sean X , c y d una variable aleatoria y dos constantes, respectivamente; entonces:

$$\text{Cov}(cX, d^2 X) = c^2 d^4 \text{Var}(X)$$

b) El muestreo estratificado aleatorio **no** es preferible al muestreo por conglomerados cuando la población está organizada en pocos grupos heterogéneos.

c) El siguiente modelo $\frac{1}{y_t} = \gamma_1 \left(\frac{1}{\text{sen}(\gamma_3) + \ln(X_{1t})} \right)^{\gamma_2} X_{2t}^{\gamma_4} \varepsilon_t$ se puede estimar por

MCO.

d) Suponga que se desea medir el rating de televisión de un programa en el horario de la noche, en este caso la unidad muestreo natural debe ser la comuna.

2 Selección Múltiple (10 puntos en total, 2 puntos cada subparte)

Determine cuál de las siguientes respuestas es la correcta. Escoja la mejor opción y explique en dos o tres líneas su respuesta. (No se dará ningún crédito a respuestas sin justificación.)

2.1. Si el vector ε , en el modelo $y = X\beta + \varepsilon$ está compuesto por valores aleatorios, entonces:

- a) El vector ε sigue una distribución normal.
- b) El vector y es estocástico.
- c) El vector $\hat{\beta}$ es insesgado.
- d) Ninguna de las anteriores.

2.2. Una consecuencia de emplear una muestra de conveniencia o no aleatoria es:

- a) Los elementos elegidos no son representativos de las unidades más difíciles de elegir.
- b) No se incluye a toda la población objetivo en el marco de muestreo.
- c) Todos los elementos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra.
- d) (a) y (b) son correctas.

2.3. ¿Cuál de los siguientes supuestos sobre el término aleatorio de error es necesario para que los estimadores MCO de un modelo lineal sean insesgados? :

- e) El término de error es homoscedástico.
- f) El término de error no tiene autocorrelación.
- g) Ninguno de los anteriores.
- h) a) y b) son ciertos.

2.4. Una de las siguientes afirmaciones NO es correcta:

- a) El tamaño de una muestra para un MAS sin reposición no depende del tamaño de la población, si está es lo suficientemente grande.
- b) La razón por la que se emplea el valor de la estándar normal, y no la distribución normal, al calcular el tamaño de una MAS con reposición es porque los grados de libertad son función del tamaño de la muestra
- c) Entre más grupos homogéneos existan en una población, más conveniente será emplear un muestreo por conglomerados.
- d) Ninguna de las anteriores..

2.5. Un método de muestreo en el que se divide a la población en subgrupos y se seleccionan aleatoriamente individuos de esos grupos corresponde a:

- a) Muestre por conglomerado
- b) Muestreo estratificado
- c) a) y b) pueden ser correctas
- d) ninguna de la anteriores

3 (35 puntos)

Un banco desea estimar la demanda de crédito (D_t , en unidades de millones de pesos), en función de la tasa de interés (P_t , en puntos porcentuales); para lo cual dispone de los datos de los últimos 120 meses. Para ello, les han pedido a diferentes economistas que planteen un modelo para finalmente contratar a aquel que corra el mejor. A continuación, se muestran los modelos planteados por los diferentes economistas:

$$\begin{aligned}
 (1) \quad D_t &= \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \varepsilon_t \\
 (2) \quad \text{Log}(D_t) &= \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(P_t) + \eta_t \\
 (3) \quad \text{Log}(D_t) &= \gamma_0 + \gamma_1 P_t + \nu_t \\
 (4) \quad D_t &= \varphi_0 + \varphi_1 \text{Log}(P_t) + \omega_t
 \end{aligned}$$

Después de recolectar la información relevante, se estiman los 4 modelos obteniendo los resultados que se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Resultados de la estimación de los modelos (1) a (4)

VARIABLE DEPENDIENTE: D_t y $\text{Ln}(D_t)$				
Estadísticos t entre paréntesis/1				
	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4
	Niveles MCO	Niveles MCO	Niveles MCO	Niveles MCO
constante	20002.48041 (859.37) ***	9.9797 (1007.00) ***	9.90367 (8414.89) ***	21504.85 (109.78) ***
P_t	-0.05 (-10.00) ***		-0.04 *** (-11.05) ***	
$\text{Ln}(P_t)$		-0.0083 (-8.88) ***		-163.33114 (-8.87) ***
R^2	0.50760	0.40030	0.50850	0.3999
R^2 Ajustado	0.39520	0.39520	0.50430	0.3948
# de Obs.	120	120	120	120

(*) nivel de significancia: 10%

(**) nivel de significancia: 5%

(***) nivel de significancia: 1%

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

/1. Este t corresponde al que permite comprobar la hipótesis nula de que el coeficiente es estadísticamente diferente de cero.

A partir de esta información, responda las siguientes preguntas.

- a) Interprete los coeficientes estimados del modelo (3). **(10 Puntos)**
- b) Interprete los coeficientes estimados del modelo.(4). **(10 Puntos)**
- c) Compare los modelos (2) y (4). ¿Se puede decir que el modelo (2) es mejor? Explique claramente su respuesta **(5 Puntos)**
- d) Para el modelo (1), ¿Será α_1 mayor a -0.25? **(10 Puntos)**.

4 (35 puntos)

El jefe de la división de planeación del departamento de mercadeo de una cadena de almacenes espera que las ventas diarias en millones de pesos , Y_t , tengan un

comportamiento descrito por el siguiente modelo estadístico: $y_t = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{1}{X_{2t}} \right)^2 + \beta_3 X_{3t}$,

donde X_{1t} representa el número de reclamos en el día t, X_{2t} representa el número de ofertas en el día t y X_{3t} representa el porcentaje de descuento ofrecido en el día t. ε_t representa una variable estocástica que esta normalmente e independientemente distribuida con media cero y varianza constante.

Los economistas de la división de planeación ya han recogido la siguiente información para 10 períodos:

$$X^T X = \begin{pmatrix} 35 & 0 & 20 \\ 0 & 10 & 0 \\ 20 & 0 & 40 \end{pmatrix} \quad X^T y = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 8 \\ 1 \end{pmatrix}$$

- a) ¿Cuáles condiciones debe cumplir el temino estocástico de error para obtener estimadores MELI (BLUE) para los parámetros en el vector β , por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)? **(5 puntos)**
- b) Explique **brevemente** las propiedades de un estimador MELI (BLUE) **(5 puntos)**
- c) Explique claramente a que corresponde cada uno de los elementos de estas dos matrices. (Por ejemplo, explique a partir de que sumatoria sale el 10 que corresponde al último elemento de la matriz $X^T X$, y así sucesivamente con cada elemento de las dos matrices) **(5 puntos)**
- d) Calcule los mejores estimadores lineales insesgados del vector $\beta = (\beta_1 \ \beta_2 \ \beta_3)^T$. **(10 puntos)**
- e) Explique el significado de los coeficientes estimados **(10 puntos)**

Econometría 06216
Examen Parcial #1
Grupo 3
Respuestas Sugeridas
Cali, Lunes 13 de Febrero de 2006

Profesor: Julio César Alonso

Estudiante: _____
 Código: _____

Instrucciones:

1. Lea cuidadosamente todas las preguntas e instrucciones.
2. Este examen consta de 4 páginas; además, deben tener 3 páginas de fórmulas.
3. El examen consta de 4 preguntas que suman un total de 100 puntos. El valor de cada una de las preguntas esta expresado al lado de cada pregunta.
4. Escriba su respuesta en las hojas suministradas, marque cada una de las hojas con su nombre. NO responda en las hojas de preguntas.
5. El examen esta diseñado para una hora, pero ustedes tienen 3 horas para trabajar en él.
6. Recuerde que no se tolerará ningún tipo de deshonestidad académica. En especial usted no puede emplear ningún tipo de ayuda diferente a la que se le entrega con este examen.
7. El uso de calculadoras está prohibido
8. Al finalizar su examen entregue sus hojas de respuesta, así como las horas de preguntas.
9. Asigne su tiempo de forma eficiente!

Suerte.

1 Falso o Verdadero (20 puntos en total, 5 puntos cada subparte)

Diga si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y explique en dos o tres líneas su respuesta. (No se dará ningún crédito a respuestas sin justificación.)

- a) Sean X, c y d una variable aleatoria y dos constantes, respectivamente; entonces:

$$Cov(cX, d^2X) = c^2 d^2 Var(X)$$

Falso, pues por definición tenemos que:

$$Cov(cX, d^2X) = E[cd^2X^2] - E[cX]E[d^2X] = cd^2(E[X^2] - (E[X])^2) = cd^2Var[X]$$

- b) El muestreo estratificado aleatorio **no** es preferible al muestreo por conglomerados cuando la población está organizada en pocos grupos heterogéneos.

Falso, el muestreo estratificado tiene sentido cuando existen pocos grupos en la población, y estos grupos son homogéneos. Por otro lado, recuerden que en el muestreo por conglomerados implica tener muchos grupos heterogéneos de los cuales se escoge por medio de MAS sin reposición una muestra de grupos. En este caso ninguna de las dos opciones es buena. Pues claramente el muestreo estratificado no es buena idea y el muestreo por conglomerado implicaría tomar una muestra muy grande. Así la afirmación es falsa

- c) El siguiente modelo $\frac{1}{y_t} = \gamma_1 \left(\frac{1}{\text{sen}(\gamma_3) + \ln(X_{1t})} \right)^{\gamma_2} X_{2t}^{\gamma_4} \varepsilon_t$, se puede estimar por

MCO.

Falso pues:

$$\begin{aligned} \frac{1}{y_t} &= \gamma_1 \left(\frac{1}{\text{sen}(\gamma_3) + \ln(X_{1t})} \right)^{\gamma_2} X_{2t}^{\gamma_4} \varepsilon_t \\ \ln\left(\frac{1}{y_t}\right) &= \ln\left[\gamma_1 \left(\frac{1}{\text{sen}(\gamma_3) + \ln(X_{1t})} \right)^{\gamma_2} X_{2t}^{\gamma_4} \varepsilon_t\right] \\ -\ln(y_t) &= \ln(\gamma_1) + \ln\left[\left(\frac{1}{\text{sen}(\gamma_3) + \ln(X_{1t})}\right)^{\gamma_2}\right] + \ln(X_{2t}^{\gamma_4}) + \ln(\varepsilon_t) \\ -\ln(y) &= \ln(\gamma_1) - \gamma_2 \ln(\text{sen}(\gamma_3) + \ln(X_{1t})) + \gamma_4 \ln(X_{2t}) + \ln(\varepsilon_t) \end{aligned}$$

Noten que este modelo no es lineal en los parámetros.

- d) Suponga que se desea medir el rating de televisión de un programa en el horario de la noche, en este caso la unidad muestreo natural debe ser la comuna.

Falso, la unidad de muestreo más adecuada es el el hogar.

2 Selección Múltiple (10 puntos en total, 2 puntos cada subparte)

Determine cuál de las siguientes respuestas es la correcta. Escoja la mejor opción y explique en dos o tres líneas su respuesta. (No se dará ningún crédito a respuestas sin justificación.)

2.1. Si el vector ϵ , en el modelo $y = X\beta + \epsilon$ está compuesto por valores aleatorios, entonces:

- a) El vector ϵ sigue una distribución normal.
- b) El vector y es estocástico.
- c) El vector $\hat{\beta}$ es insesgado.
- d) Ninguna de las anteriores.

Respuesta: b)

2.2. Una consecuencia de emplear una muestra de conveniencia o no aleatoria es:

- a) Los elementos elegidos no son representativos de las unidades más difíciles de elegir.
- b) No se incluye a toda la población objetivo en el marco de muestreo.
- c) Todos los elementos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra.
- d) (a) y (b) son correctas.

Respuesta (d)

2.3. ¿Cuál de los siguientes supuestos sobre el término aleatorio de error es necesario para que los estimadores MCO de un modelo lineal sean insesgados? :

- e) El término de error es homoscedástico.
- f) El término de error no tiene autocorrelación.
- g) Ninguno de los anteriores.
- h) a) y b) son ciertos.

Answer c).

2.4. Una de las siguientes afirmaciones NO es correcta:

- a) El tamaño de una muestra para un MAS sin reposición no depende del tamaño de la población, si está es lo suficientemente grande.
- b) La razón por la que se emplea el valor de la estándar normal, y no la distribución normal, al calcular el tamaño de una MAS con reposición es porque los grados de libertad son función del tamaño de la muestra
- c) Entre más grupos homogéneos existan en una población, más conveniente será emplear un muestreo por conglomerados.
- d) Ninguna de las anteriores..

Respuesta: b)

2.5. Un método de muestreo en el que se divide a la población en subgrupos y se seleccionan aleatoriamente individuos de esos grupos corresponde a:

- a) Muestre por conglomerado
- b) Muestreo estratificado
- c) a) y b) pueden ser correctas
- d) ninguna de las anteriores

Respuesta: b)

3 (35 puntos)

Un banco desea estimar la demanda de crédito (D_t , en unidades de millones de pesos), en función de la tasa de interés (P_t , en puntos porcentuales); para lo cual dispone de los datos de los últimos 120 meses. Para ello, les han pedido a diferentes economistas que planteen un modelo para finalmente contratar a aquel que corra el mejor. A continuación, se muestran los modelos planteados por los diferentes economistas:

- (1) $D_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \epsilon_t$
- (2) $\text{Log}(D_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(P_t) + \eta_t$
- (3) $\text{Log}(D_t) = \gamma_0 + \gamma_1 P_t + v_t$
- (4) $D_t = \varphi_0 + \varphi_1 \text{Log}(P_t) + \omega_t$

Después de recolectar la información relevante, se estiman los 4 modelos obteniendo los resultados que se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Resultados de la estimación de los modelos (1) a (4)

	VARIABLE DEPENDIENTE: D_t y $\text{Ln}(D_t)$			
	Estadísticos t entre paréntesis/1			
	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4
	Niveles MCO	Niveles MCO	Niveles MCO	Niveles MCO
constante	20002.48041 (859.37) ***	9.9797 (1007.00) ***	9.90367 (8414.89) ***	21504.85 (109.78) ***
P_t	-0.05 (-10.00) ***		-0.04 *** (-11.05) ***	
$\text{Ln}(P_t)$		-0.0083 (-8.88) ***		-163.33114 (-8.87) ***
R^2	0.50760	0.40030	0.50850	0.3999
R^2 Ajustado	0.39520	0.39520	0.50430	0.3948
# de Obs.	120	120	120	120

(*) nivel de significancia: 10%

(**) nivel de significancia: 5%

(***) nivel de significancia: 1%

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

/1. Este t corresponde al que permite comprobar la hipótesis nula de que el coeficiente es estadísticamente diferente de cero.

A partir de esta información, responda las siguientes preguntas.

- a) Interprete los coeficientes estimados del modelo (3). (10 Puntos)

En este caso es se debe describir el modelo (3) para derivar con respecto a la variable independiente, es decir:

$$D_t = e^{\gamma_0 + \gamma_1 P_t + \nu_t}$$

Lo cual, al derivar con respecto a P_t :

$$\frac{\partial D_t}{\partial P_t} = \gamma_1 e^{\gamma_0 + \gamma_1 \text{Log}(P_t) + \nu_t}$$

$$\frac{\partial D_t}{\partial P_t} = \gamma_1 D_t$$

$$\gamma_1 = \frac{\partial D_t / D_t}{\partial P_t} \cdot 100$$

$$100\gamma_1 = \frac{\Delta\% D_t}{\Delta P_t}$$

De esta manera, cuando la tasa de interés aumenta en un punto porcentual, la demanda de autos va a aumentar en $100\gamma_1\%$; se esperaría que tuviera signo negativo. Por otra parte, γ_0 corresponde al logaritmo de la demanda que no depende de la tasa de interés ($P_t = 0$), lo cual tampoco tiene mucho sentido desde el punto de vista económico.

Así, $\hat{\gamma}_1 = -.04$ implica que cuando la tasa de interés aumenta en un punto porcentual, la demanda de autos va a disminuir en 4%.

b) Interprete los coeficientes estimados del modelo (4). (10 Puntos)

En este caso es necesario derivar con respecto a la variable independiente. Así, al derivar con respecto a P_t , tenemos:

$$\frac{\partial D_t}{\partial P_t} = \frac{\varphi_1}{P_t}$$

$$\frac{\partial D_t}{\partial P_t / P_t} = \varphi_1$$

$$\frac{\varphi_1}{100} = \frac{1}{100} \frac{\partial D_t}{\partial P_t / P_t}$$

$$\frac{\beta_1}{100} = \frac{\partial D_t}{\Delta\% P_t}$$

De esta forma, el coeficiente β_1 implica que ante un aumento del 1% en la tasa de interés, habrá un cambio de $\beta_1 / 100$ millones en los prestamos demandados; se esperaría que el signo que acompaña este coeficiente sea negativo. Por otro lado, noten que no tiene sentido interpretar el intercepto, pues eso implicaría que el $\text{Log}(P_t) = 0$, lo cual solo es posible si el precio es igual a 1, arrojando como resultado que $D_t = \beta_0$.

(¡El análisis anterior no era requerido!)

Así, $\hat{\beta}_1 = -163.33$ implica que ante un aumento del 1% en la tasa de interés, habrá una disminución de 1.63 millones en la cantidad de prestamos demandados. Y el intercepto no tiene interpretación económica.

c) Compare los modelos (2) y (4). ¿Se puede decir que el modelo (3) es mejor? Explique claramente su respuesta (5 Puntos)

Hasta el momento, la única herramienta que nos ayudaría a tomar esta decisión es el R^2 ,

recordemos que este se define como: $R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$. Pero noten que es estos

dos modelos no se emplea la misma variable dependiente. Así, por medio de este criterio no podemos comparar el modelo (4) y el (2).

Por tanto no es correcto afirmar que el modelo (2) es mejor que el (4).

d) Para el modelo (1), ¿Será α_1 mayor a -0.25? (10 Puntos).

Dado que el t calculado reportado en la tabla corresponde a $t = \frac{\hat{\alpha}_1}{s_{\hat{\alpha}_1}}$, entonces tenemos

que:

$$-10 = \frac{-0.05}{s_{\hat{\beta}_1}}$$

$$s_{\hat{\beta}_1} = \frac{-0.05}{-10} = \frac{5}{1000} = \frac{1}{200}$$

Así, dado que se desea comprobar si α_1 es estadísticamente mayor a -0.25, tendremos que la $H_0: \alpha_1 \leq -0.25$ versus la alterna $H_A: \alpha_1 > -0.25$. Hipótesis que

se puede contrastar por medio del estadístico $t = \frac{\hat{\alpha}_1 - c}{s_{\hat{\alpha}_1}}$. En este caso:

$$t = \frac{\hat{\alpha}_1 - c}{s_{\hat{\alpha}_1}} = \frac{-0.05 + 0.25}{1/200} = \frac{.2}{1/200}$$

$$t = \frac{\hat{\alpha}_1 - c}{s_{\hat{\alpha}_1}} = \frac{.2}{1/200} = \frac{2}{10} \cdot \frac{1}{1} = \frac{2}{20} = 40$$

Este estadístico es muy grande. Así, sin necesidad de mirar el valor crítico de la distribución (y dado que la región de rechazo será a la derecha), podemos asegurar que con un 99% de confianza podemos rechazar la hipótesis nula. Es decir, α_1 es estadísticamente mayor a -0.25.

4 (35 puntos)

El jefe de la división de planeación del departamento de mercadeo de una cadena de almacenes espera que las ventas diarias en millones de pesos, Y_t , tengan un

comportamiento descrito por el siguiente modelo estadístico: $y_t = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{1}{X_{2t}}\right)^2 + \beta_3 X_{3t}$,

donde X_{1t} representa el número de reclamos en el día t , X_{2t} representa el número de ofertas en el día t y X_{3t} representa el porcentaje de descuento ofrecido en el día t . ε_t representa una variable estocástica que esta normalmente e independientemente distribuida con media cero y varianza constante.

Los economistas de la división de planeación ya han recogido la siguiente información para 10 periodos:

$$X^T X = \begin{pmatrix} 35 & 0 & 20 \\ 0 & 10 & 0 \\ 20 & 0 & 40 \end{pmatrix} \quad X^T y = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 8 \\ 1 \end{pmatrix}$$

a) ¿Cuáles condiciones debe cumplir el temino estocástico de error para obtener estimadores MELI (BLUE) para los parámetros en el vector β , por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)? (5 puntos)

Los errores deben:

- i. Tener media cero
- ii. Varianza constante
- iii. Y no estar autocorrelacionados

b) Explique brevemente las propiedades de un estimador MELI (BLUE) (5 puntos)

Las propiedades son:

- Inesgidez, es decir que en promedio el estimador es igual valor poblacional
- Mínima varianza posible, en otras palabras que este estimador tiene la mínima variabilidad alrededor del valor real.

c) Explique claramente a que corresponde cada uno de los elementos de estas dos matrices. (Por ejemplo, explique a partir de que sumatoria sale el 10 que corresponde al último elemento de la matriz $X^T X$, y así sucesivamente con cada elemento de las dos matrices) (5 puntos)

En este caso tenemos que:

$$n = 35, \sum_{t=1}^n \frac{1}{X_{2t}^2} = 0, \sum_{t=1}^n X_{3t} = 20, \sum_{t=1}^n (X_{3t})^2 = 10, \sum_{t=1}^n \frac{1}{X_{3t}^4} = 40 \text{ y } \sum_{t=1}^n \frac{X_{3t}}{X_{2t}^2} = 0.$$

d) Calcule los mejores estimadores lineales insesgados del vector $\beta = (\beta_1 \beta_2 \beta_3)^T$. (10 puntos)

Sabemos que $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$ son MELI si los supuestos del Teorema de Gauss-Markov se cumplen. Entonces:

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{25} & 0 & -\frac{1}{50} \\ 0 & \frac{1}{10} & 0 \\ -\frac{1}{50} & 0 & \frac{7}{200} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{5}{2} \\ 8 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{2}{25} \\ \frac{4}{5} \\ -\frac{3}{200} \end{pmatrix}$$

e) Explique el significado de los coeficientes estimados (10 puntos)

$\hat{\beta}_1$ No tiene interpretación económica.

$\hat{\beta}_2 = 4/5$, un aumento del uno por ciento en las ofertas en el día t implicará un aumento de $4/5 = 0.8$ (dividido el cuadrado del número de ofertas) de pesos en las ventas. Es decir, el efecto en las ventas (medido en millones de pesos) no es constante para cualquier número de ofertas.

$$\frac{dy_t}{dX_{2t}} = -2\beta_2 \frac{1}{(X_{2t})^3}$$

$$\frac{dy_t}{dX_{2t}/X_{2t}} = -\beta_2 \frac{1}{(X_{2t}^2)}$$

$$\frac{dy_t}{\Delta\% X_{2t}} = -\frac{\beta_2}{100} \frac{1}{(X_{2t}^2)}$$

$\hat{\beta}_3 = -3/200 = -0.015$ un aumento de un punto porcentual en el descuento en el día t disminuirá las ventas en 15 mil pesos. (0.015 millones de pesos).