
```
library(dplyr)
```

```
rladies_global %>%  
  filter(city == 'Mendoza')
```



**UNA APLICACIÓN DEL MODELO DE
COVARIANZA PARA EXPLICAR LA
PROMOCIÓN DE LOS ALUMNOS DE LAS
ESCUELAS SECUNDARIAS DE MENDOZA
USANDO EL SOFTWARE R**





Hola !

Soy Amable Moreno y estoy aquí para compartir el trabajo que realicé con un conjunto de datos que fueron publicados en la página de la Dirección General de Escuela de Mendoza.

amable.moreno@fce.uncu.edu.ar

Twitter @AmableMoreno



Problema de investigación



Se sabe que 5 de cada 10 jóvenes argentinos no termina la educación secundaria común (El plan nacional Argentina Enseña y Aprende, 2016-2021)



OBJETIVO

Analizar las variables que explican la proporción de alumnos promovidos por nivel académico en las escuelas secundarias de Mendoza dependientes de la Dirección General de Escuelas.

DISEÑO METODOLÓGICO



ENFOQUE METODOLÓGICO

MÉTODO

TÉCNICAS



TÉCNICAS ESTADÍSTICAS



- **Recogida y Tratamiento de datos**
- **Análisis Exploratorio de datos**
- **Análisis de la covarianza**
- **Análisis de la varianza**
- **Test de Tukey y Test de Dunnet para comparaciones múltiples**



ANTECEDENTES

1) Steinberg, Cora (2007) de la Universidad de San Andrés, realizó un trabajo sobre el abandono escolar en escuelas urbanas secundarias argentinas. Concluyó que en promedio el abandono en Mendoza es del 3,5%; siendo del 2.9 % en San Martín y 4.4 % en Luján.



**2)Dirección General de Escuelas
Subsecretaria de Planeamiento y Evaluación
de la Calidad Educativa(2016) publicó:
Por departamento, tipo de gestión y nivel
académico**

- Tasa de sobredad**
- Tasa de promoción**
- Cantidad de alumnos matriculados**



Y concluyó que:

Los factores que influyen en la promoción son :

- **Propuesta de enseñanza**
- **Criterios de evaluación**
- **Articulación entre niveles**
- **Diferencias de criterios entre profesores, etc.....**

En todo el nivel de secundaria, el 30,01% de los alumnos inscriptos no pasan al curso siguiente.



ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

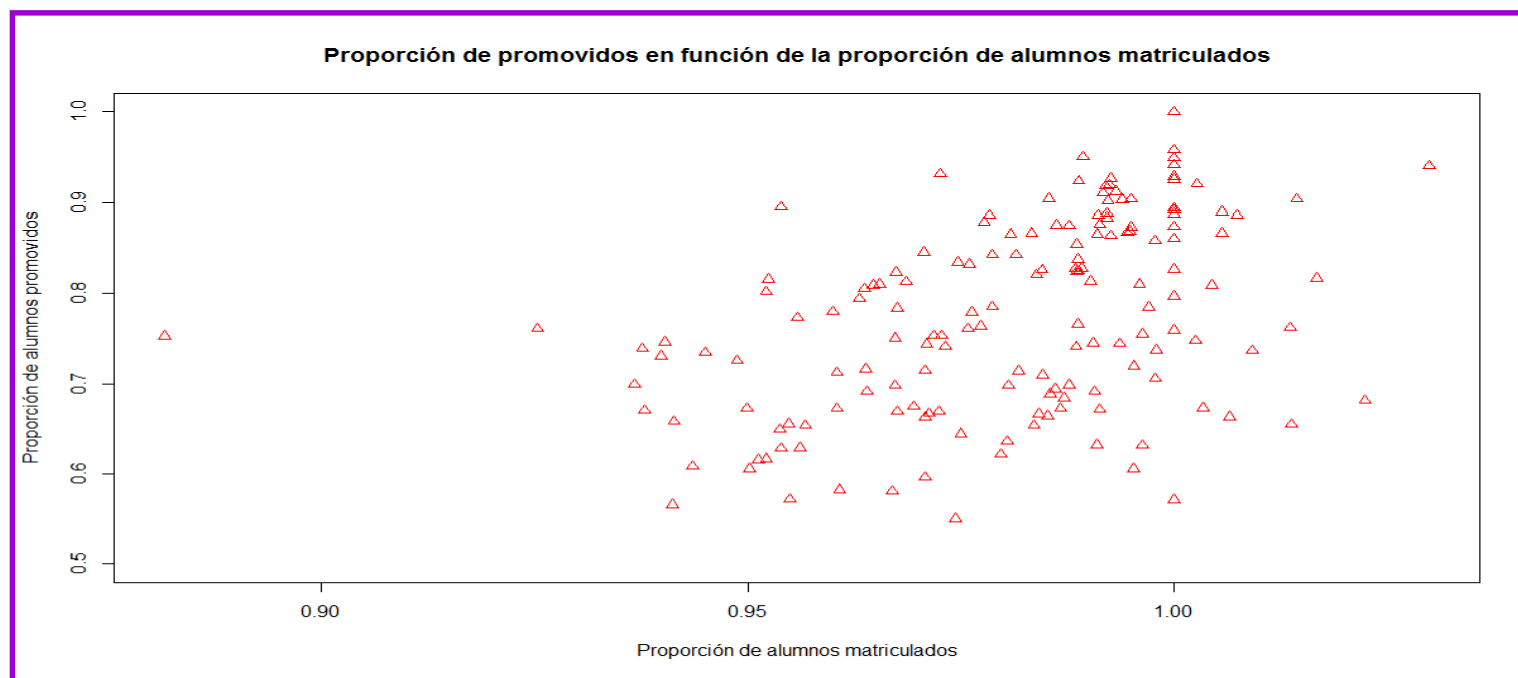


VARIABLES CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO

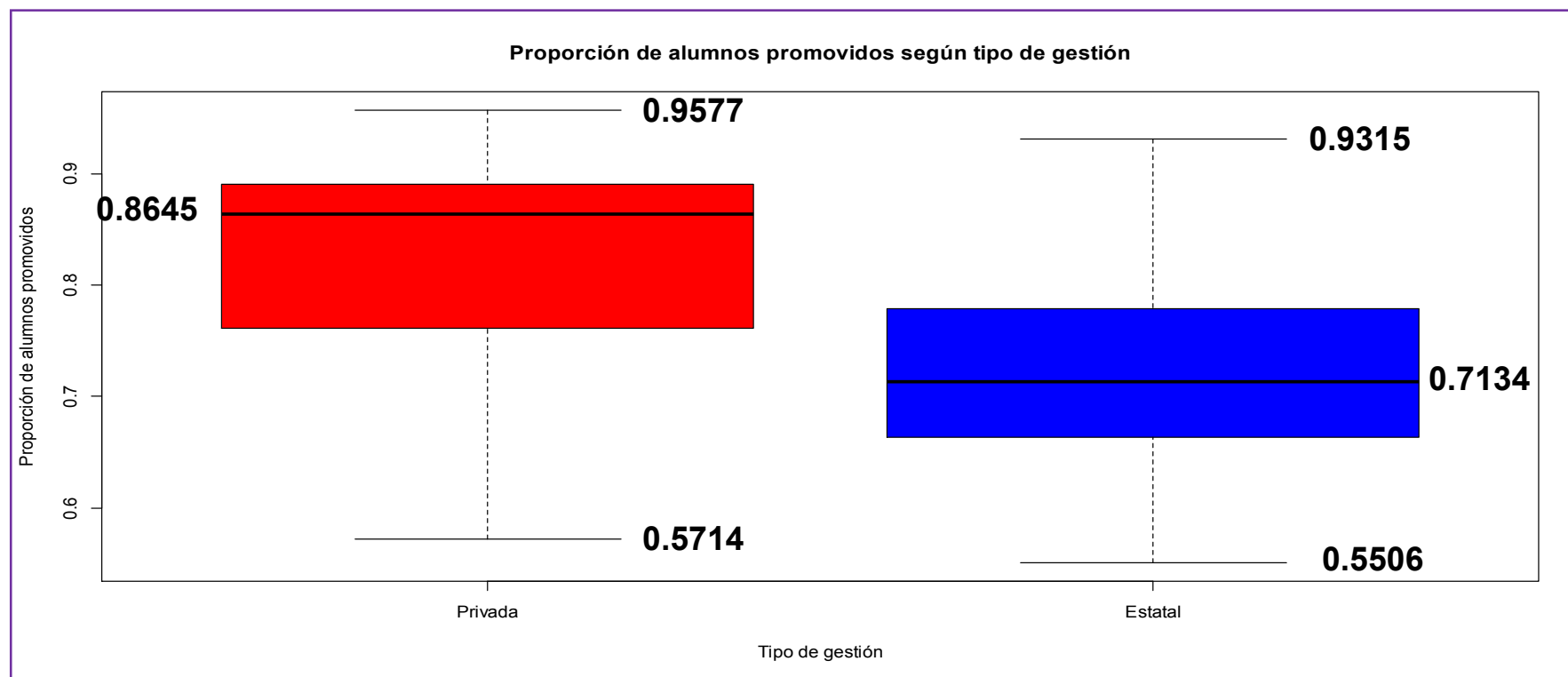


- **Proporción de alumnos promovidos**
- **Departamento al que pertenece la institución educativa**
- **Tipo de gestión de la institución educativa**
- **Nivel académico del estudiante**
- **Proporción de alumnos matriculados al finalizar el ciclo lectivo**

Proporción de alumnos promovidos y proporción de alumnos matriculados al finalizar el ciclo lectivo



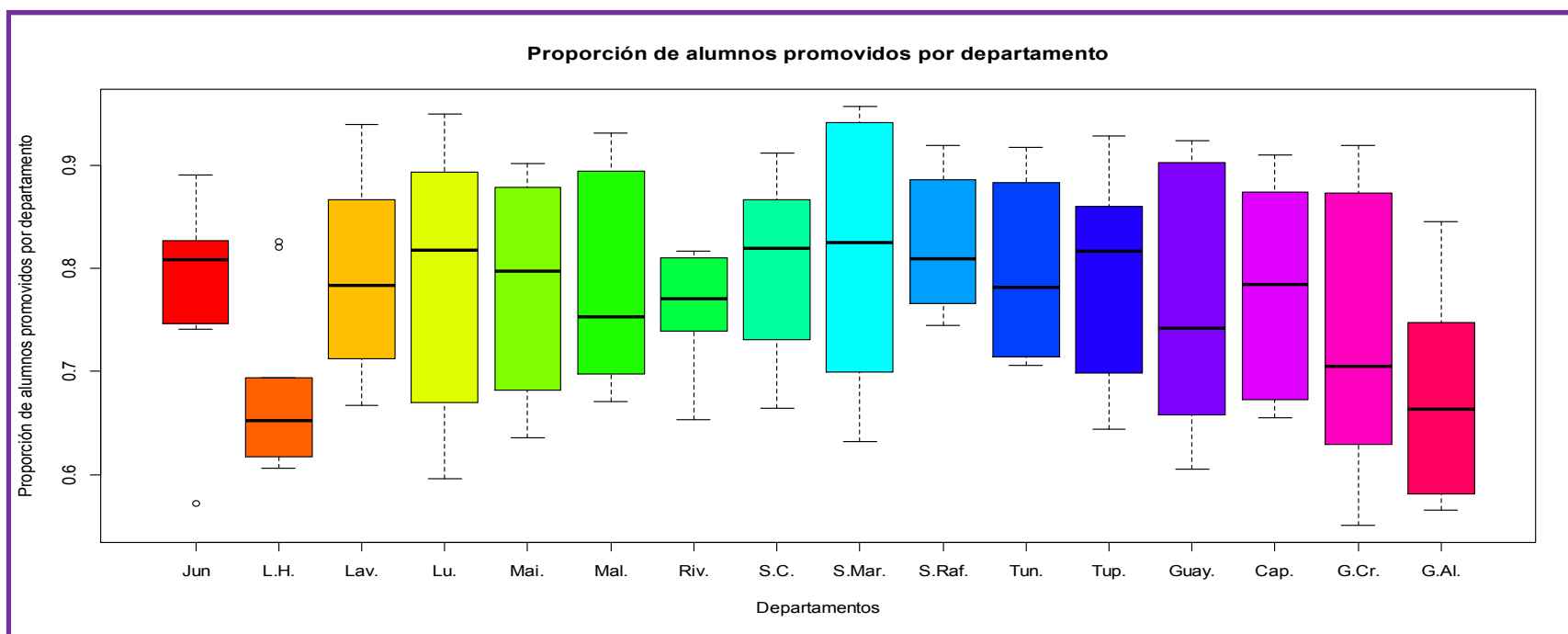
Proporción de alumnos promovidos según tipo de gestión



mediaP=0.8276

13 mediaE=0.7171

Proporción de alumnos promovidos por departamento

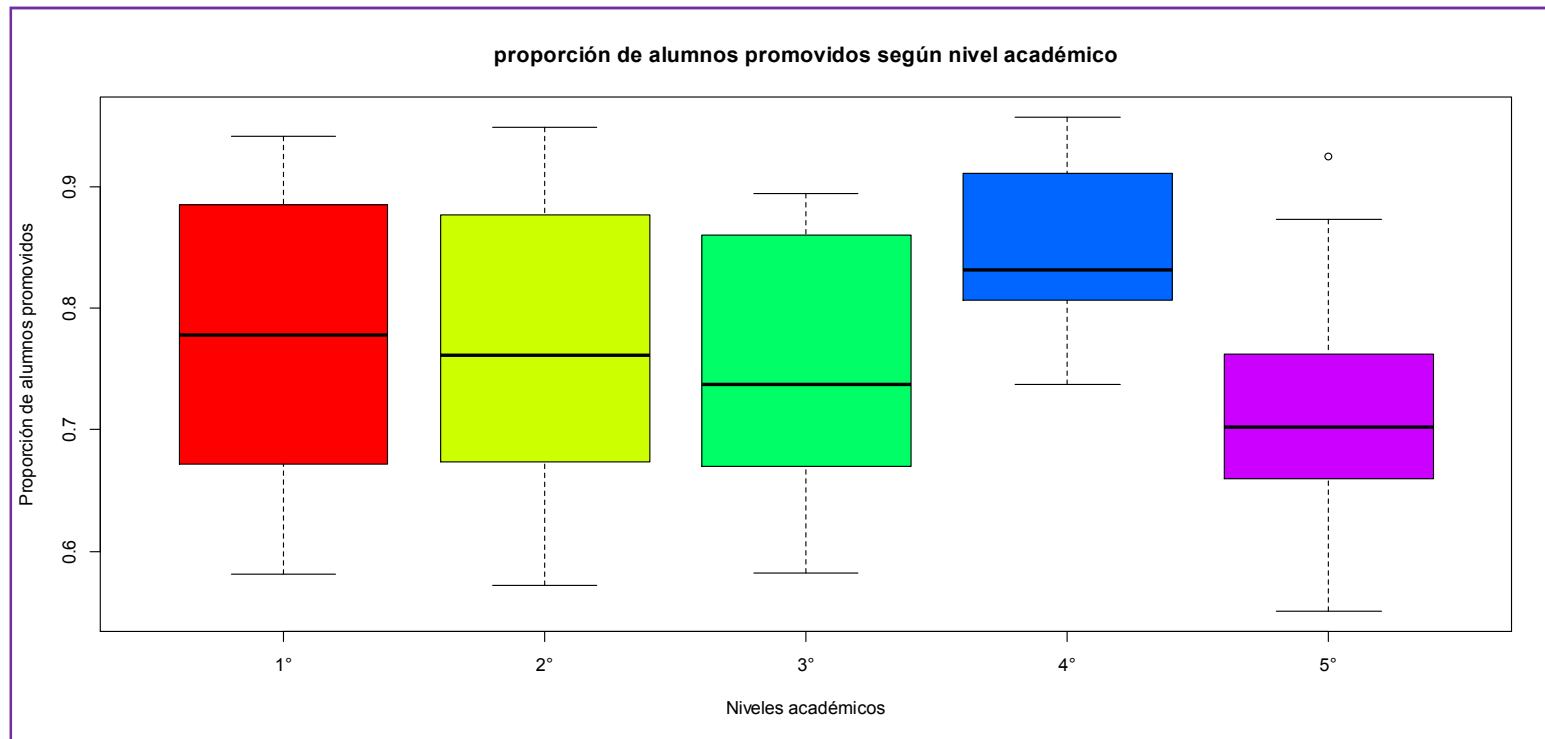


Estadísticas Descriptivas por departamento



Departamento	mínimo	mediana	media	máximo	D.estándar	c.v.
G.Alvear	0.5658	0.6635	0.6759	0.8456	0.0944	0.1397
L.Heras	0.6059	0.6526	0.6802	0.8261	0.08114	0.1193
Godoy Cruz	0.5506	0.7046	0.7374	0.9193	0.13739	0.1863
Guaymallén	0.6056	0.7419	0.7628	0.9238	0.12750	0.1671
Rivadavia	0.6537	0.7706	0.7657	0.8167	0.05000	0.0653
Capital	0.6551	0.7846	0.7797	0.9106	0.10527	0.1350
Junín	0.5714	0.8086	0.7860	0.8913	0.08948	0.1138
Luján	0.5961	0.8181	0.7863	0.9502	0.13432	0.1708
Maipú	0.6359	0.7971	0.7869	0.9020	0.09940	0.1263
Malargüe	0.6706	0.7535	0.7877	0.9315	0.10786	0.1369
Tupungato	0.6443	0.8166	0.7881	0.9286	0.09872	0.1253
Lavalle	0.6672	0.7832	0.7900	0.9403	0.08902	0.1127
San Carlos	0.6642	0.8199	0.7982	0.9122	0.08460	0.1059
Tunuyán	0.7056	0.7820	0.7986	0.9179	0.08189	0.1025
San Martín	0.6322	0.8254	0.8139	0.9577	0.11945	0.1468
San Rafael	0.7452	0.8092	0.8215	0.9200	0.06486	0.0789

Proporción de alumnos promovidos según nivel académico

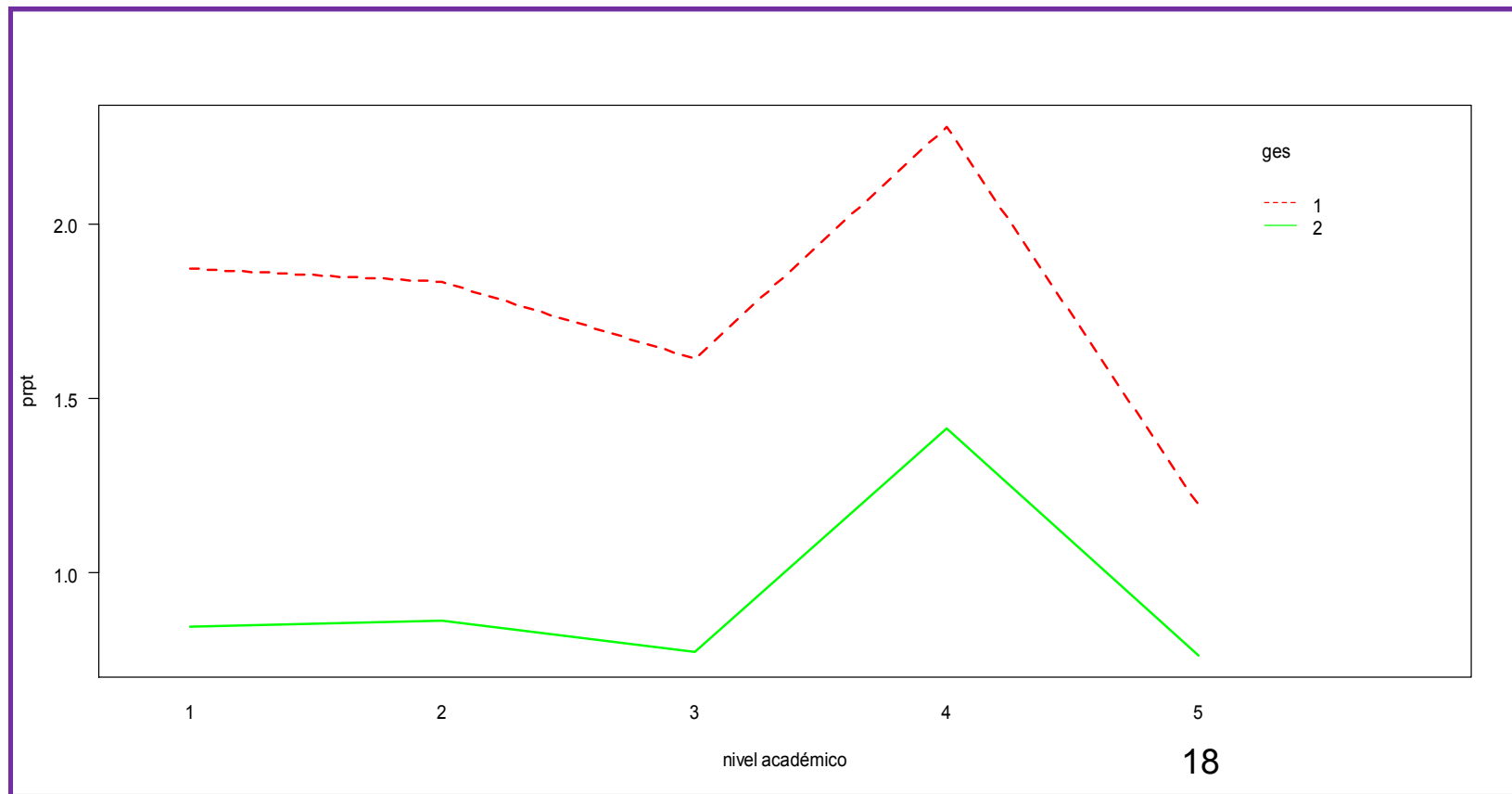




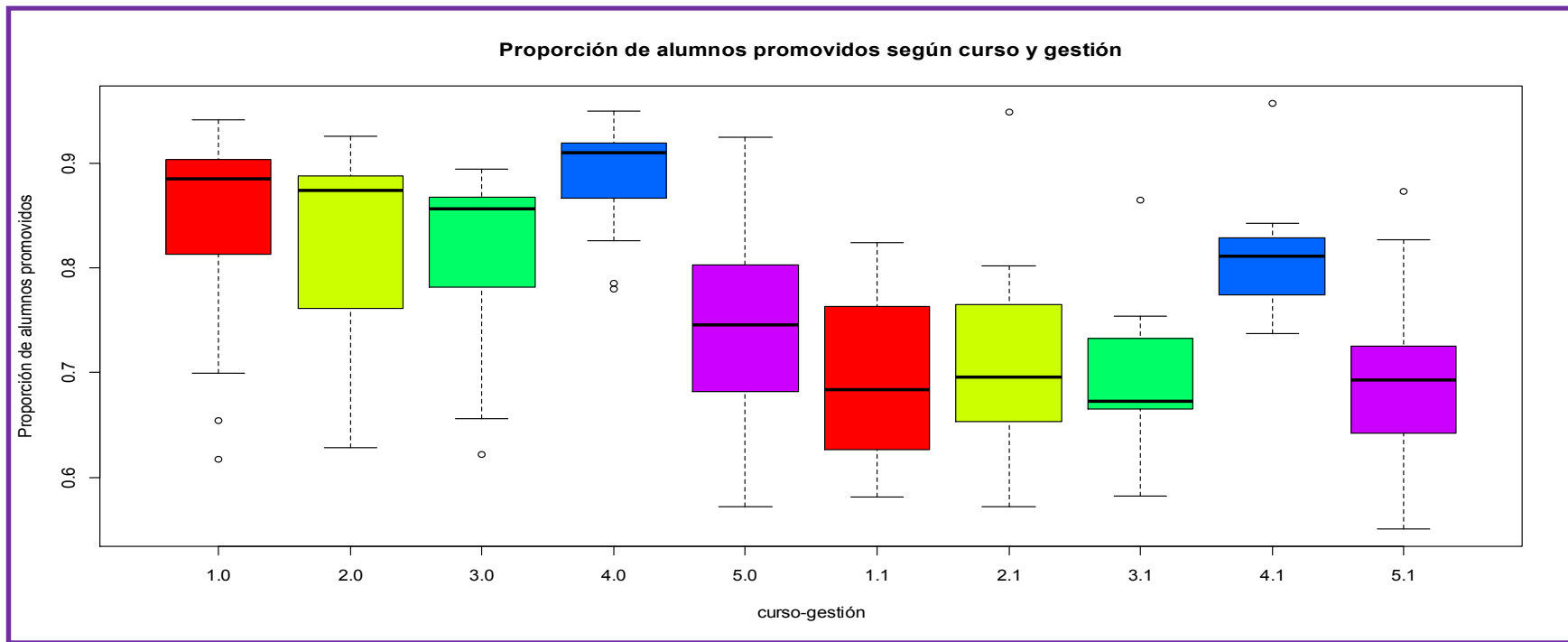
Estadísticas descriptivas de la proporción de alumnos promovidos por nivel académico

curso	xmín	med	media	xmáx	Desv. Est.
Curso 1	0.5811	0.7785	0.7706	0.9415	0.1149
Curso 2	0.5721	0.7615	0.7739	0.9491	0.1056
Curso 3	0.5824	0.7379	0.7550	0.8947	0.0947
Curso 4	0.7375	0.8322	0.8479	0.9577	0.0644
Curso 5	0.5506	0.7020	0.7168	0.9254	0.0919

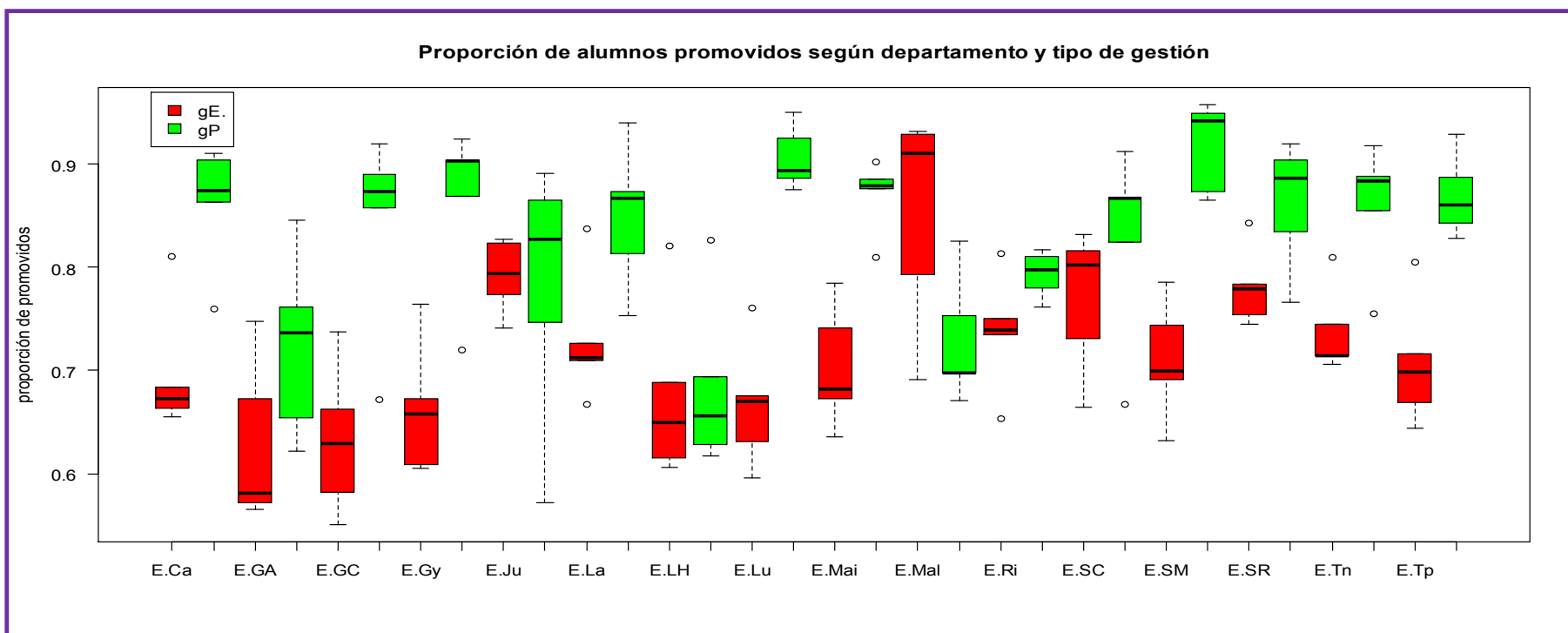
Proporción de alumnos promovidos según nivel académico y tipo de gestión



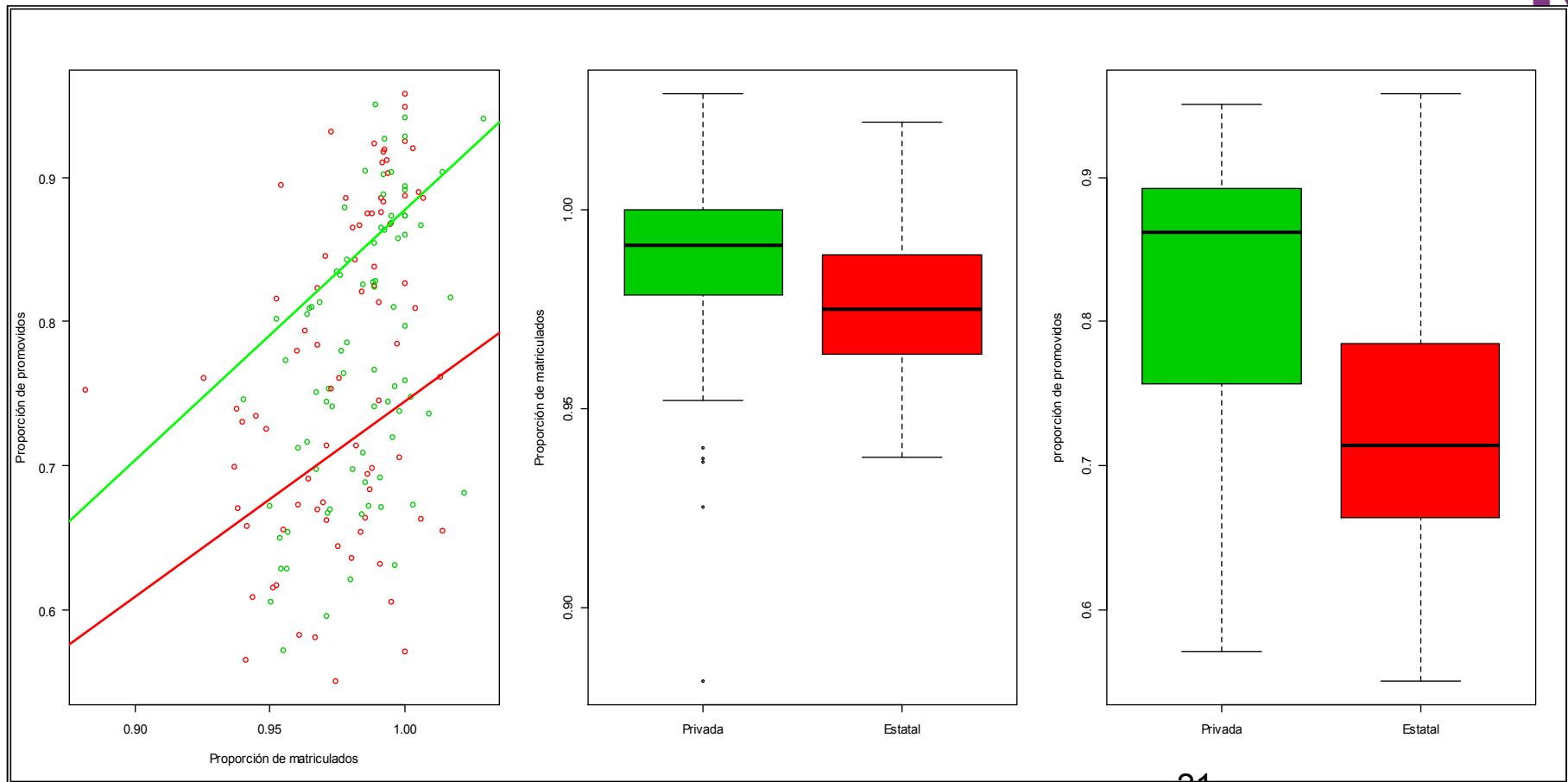
Proporción de alumnos promovidos por nivel académico y según tipo de gestión



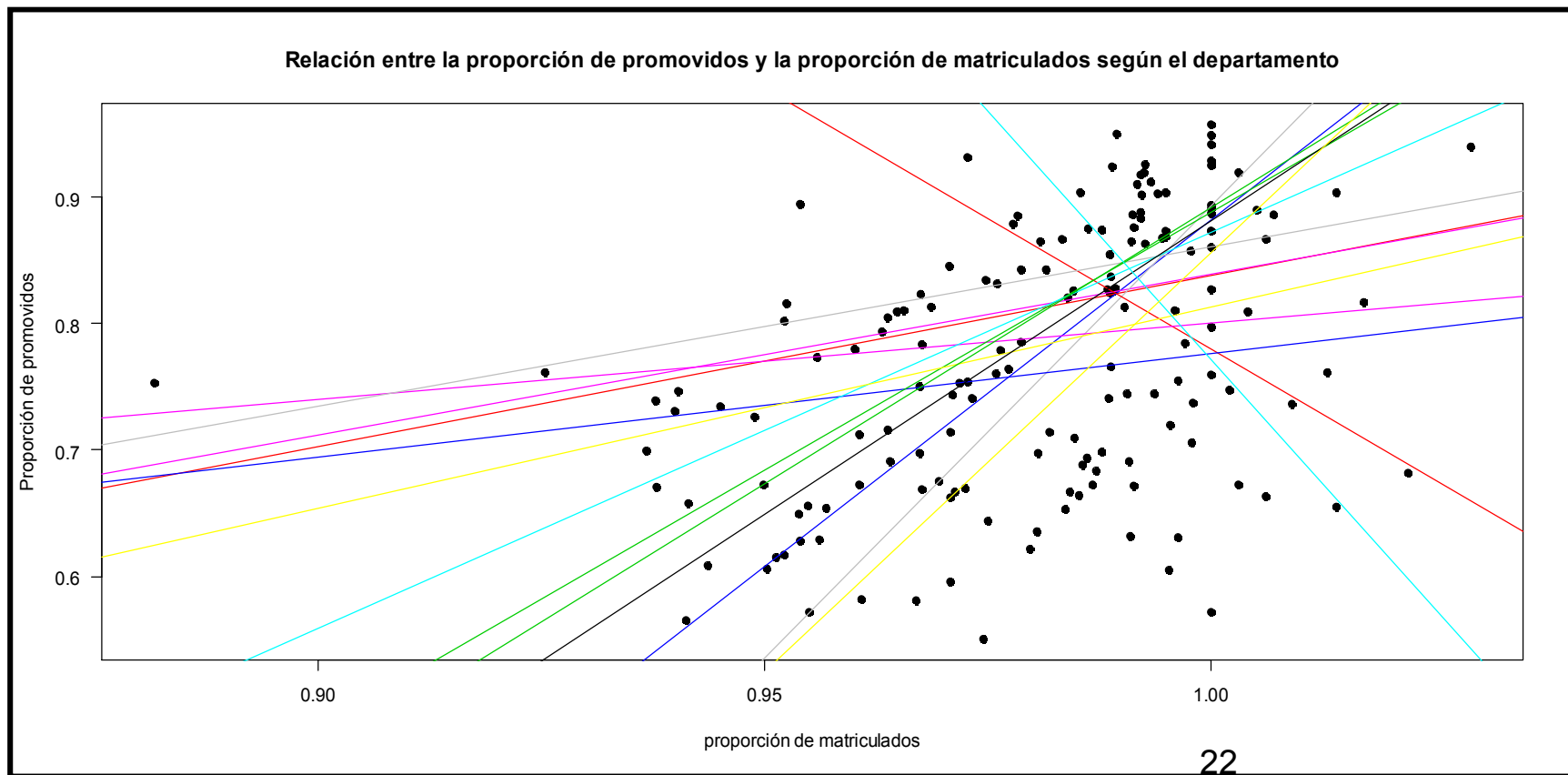
Proporción de alumnos promovidos según tipo de gestión y departamento



Proporción de alumnos promovidos según tipo de gestión



Proporción de alumnos promovidos en función de la proporción de matriculados según departamento





ANÁLISIS DE COVARIANZA: MODELO 1





MODELO 1

MODELO MUESTRAL

$$Y_{ijt} = \alpha_{1i} + \alpha_{2j} + \beta_1 x_{ijt} + (\alpha_2 \beta_1)_j x_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

$i=1,2,\dots,16$ niveles de α_1 ; $j=1,2$ niveles de α_2 ; $t=1,2,\dots,5$
para cada par (i, j) con $i \neq j$



- α_{1i} es el efecto medio debido al departamento i sobre la proporción de alumnos promovidos
- α_{2j} es el efecto medio debido a la gestión j sobre la proporción de alumnos promovidos.
- β_1 es la variación esperada en la proporción de alumnos promovidos cuando la proporción de alumnos matriculados se incrementa en una unidad.
- $(\alpha_2 \beta_1)$ es el efecto medio debido a la interacción entre el tipo de gestión y la proporción de alumnos matriculados, sobre la proporción de alumnos promovidos.

MODELO 1 TRANSFORMADO

$$\log(Y_{ijt} / 1 - Y_{ijt}) = \alpha_{1i} + \alpha_{2j} + \beta_1 x_{ijt} + (\alpha_2 \beta_1) x_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

Supuestos del modelo:

1) Normalidad de los errores

**El test de Shapiro-Wilk proporciona un
p-valor= 0.1564**

2) Homoscedasticidad de la varianza

**El test de Breusch-Pagan proporciona un
p-valor=0.1547**

3) Independencia de los errores

**el test de Durbin-Watson proporciona un
p-valor=0.421**

	Estimación	Error Estándar	Valor t	p-valor
Junín	-7.764	2.646	- 2.934	0.003926 **
L. Heras	-7.666	2.637	-2.908	0.004250 **
Lavalle	-7.679	2.663	-2.883	0.004571 **
Luján	-7.760	2.655	-2.923	0.004055 **
Maipú	-7.597	2.640	-2.878	0.004641 **
Malargüe	-7.894	2.630	-3.001	0.003193 **
Rivadavia	-7.715	2.658	-2.903	0.004307 **
S.Carlos	-7.476	2.665	-2.806	0.005755 **
S.Martín	-7.584	2.660	-2.851	0.005033 **
S.Rafael	-8.252	2.622	-3.147	0.002023 **
Tunuyán	-7.710	2.658	-2.901	0.004339 **
Tupungato	-7.745	2.657	-2.915	0.004162 **
Guaymallén	-7.815	2.658	-2.941	0.003845 **
Capital	-7.810	2.661	-2.935	0.003910 **
Godoy Cruz	-8.013	2.663	-3.009	0.003116 **
G.Alvear	-8.361	2.648	-3.157	0.001958 **
Ges. E	7.676	3.979	1.929	0.055770 .
PMatriculados	9.684	2.680	3.614	0.000422 ***
Ges.E*PMatric.	-8.606	4.063	-2.118	0.035995 *

Error estándar residual: 0.4703 sobre 137 grados de libertad
R-cuadrado múltiple: 0.9138, R-cuadrado ajustado: 0.9018
Estadístico F: 76.43 sobre 19 y 137 grados de libertad, p-valor: < 2.2e-16



ANOVA DEL MODELO 1



	grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	Valor F	P-valor
departamentos	16	290.991	18.1869	82.2298	< 2.2. 10 ⁻¹⁶ ***
Tipo de gestión	1	27.284	27.2837	123.3594	< 2.2. 10 ⁻¹⁶ ***
Proporción matriculados	1	1.903	1.9032	8.6051	0.003931 **
Gestión * Pr.matriculados	1	0.992	0.992	4.4852	0.035995 *
Residuos	137	30.301	0.2212		

Comparaciones Múltiples para la proporción de alumnos promovidos entre los departamentos: Test de Tukey



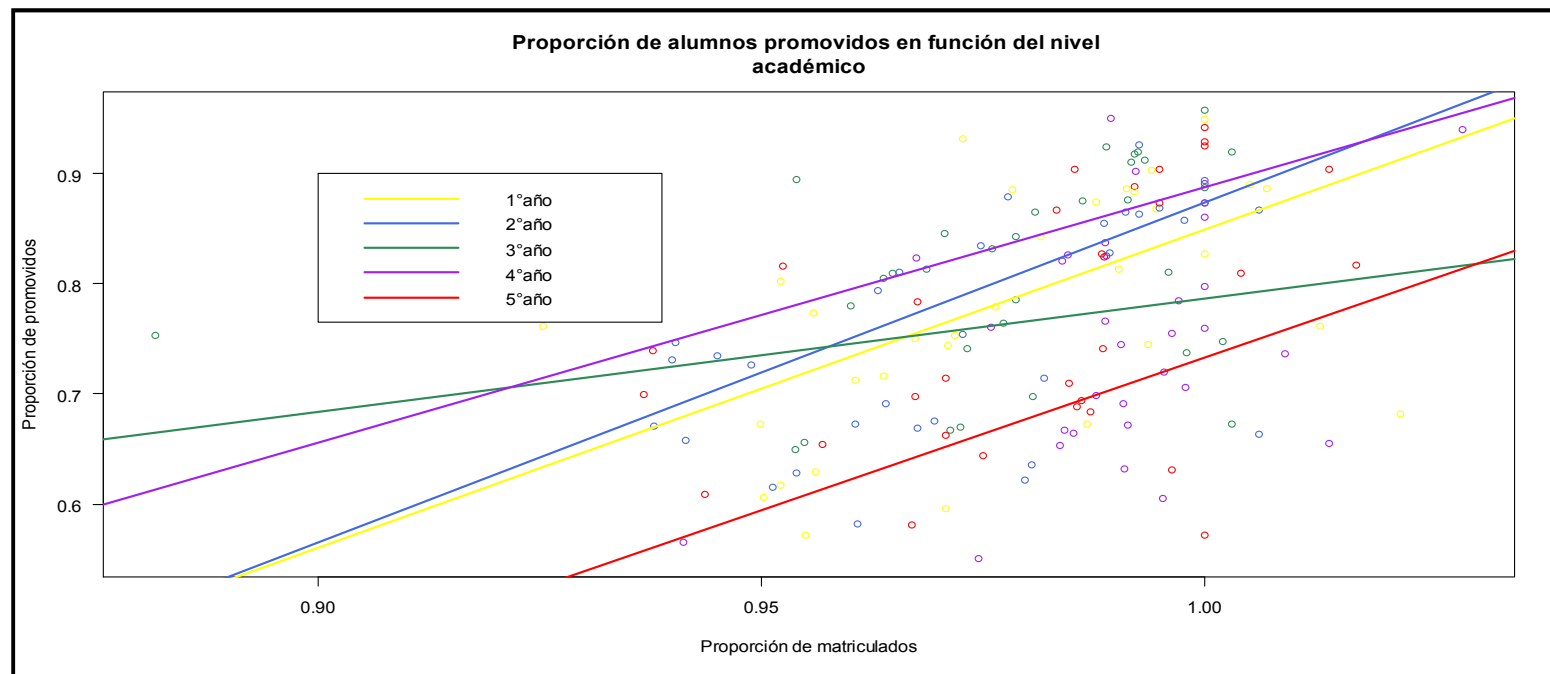
departamentos	Estimación	Error Estándar	Valor T	p-valor
S.Martín-L.Heras	0.775319	0.214906	3.608	0.0358 *
G.Alvear-Malargüe	-0.770489	0.216590	-3.557	0.0406 *
G.Alvear-S.Martín	-0.885452	0.211202	-3.681	<0.01 **
G.Alvear-S.Rafael	-0.779236	0.211693	-3.681	0.0279 *



ANÁLISIS DE LA COVARIANZA: MODELO 2



Proporción de alumnos promovidos en función de alumnos matriculados según el nivel académico





ANÁLISIS DE COVARIANZA : MODELO 2

$$\log(Y_{ijt} / 1 - Y_{ijt}) = \alpha_{2j} + \alpha_{3k} + \beta_1 x_{jkt} + (\alpha_2 \beta_1)_j x_{jkt} + (\alpha_2 \alpha_3)_{JK} + \varepsilon_{jkt}$$

$$j=1,2 \quad k=1,2,3,4,5 \quad t=1,2,\dots,16$$



α_{2j} es el efecto medio debido a la gestión j

α_{3k} es el efecto medio debido al nivel académico

β_1 es la variación esperada en la proporción de alumnos promovidos
cuando la proporción de alumnos matriculados se incrementa en una unidad.

$(\alpha_2\beta_1)$ es el efecto medio debido a la interacción entre tipo de gestión y proporción de alumnos matriculados

$(\alpha_2 \alpha_3)$ es el efecto medio debido a la interacción entre el tipo de gestión y el nivel académico





	Estimación	Error Estándar	Valor T	p-valor
1° año	-10.86550	2.27243	-4.781	4.25. 10 ^{-6***}
2° año	-11.24091	2.25663	-4.981	1.78. 10 ^{-6***}
3° año	-11.35772	2.23928	-5.072	1.19. 10 ^{-6***}
4° año	-11.34460	2.27306	-4.991	1.71. 10 ^{-6***}
5° año	-12.02617	2.28183	-5.270	4.87. 10 ^{-6***}
Ges E	12.24413	3.55013	3.449	0.000738***
PRM	13.28155	2.29026	5.799	4.06. 10 ⁻⁸
gesE:PRM	-13.24708	3.59870	-3.681	0.000328***
2° año:gesE	-0.17327	0.20950	-0.8270	0.409577
3° año:gesE	-0.14792	0.20755	-0.713	0.477204
4° año:gesE	-0.08902	0.20947	-0.425	0.671495
5° año:gesE	0.51078	0.20619	2.477	0.014398*
Error estándar de los residuos: 0.4017 sobre 144 grados de libertad				
R-cuadrado múltiple: 0.9339, R-cuadrado Ajustado: 0.9284				
Estadístico F: 169.5 sobre 12 y 144 grados de libertad, p-valor: < 2.2e-16				



Por ejemplo: Para estimar la proporción media de alumnos promovidos en 5° año en escuelas de gestión estatal, cuando la proporción de alumnos matriculados es $x=0.991$



$$\begin{aligned}\hat{E}(\log(\text{prp} / (1 - \text{prp}))) &= -12.02617 + 12.24413 + 0.51078 + \\ &\quad + (13.28155 - 13.24708) x \\ &= 0.72874 + 0.03447 \cdot 0.991 \\ &= 0.76289977\end{aligned}$$

$$\text{si } x = 0.991, \quad \hat{E}(\log(\text{prp} / (1 - \text{prp}))) = 0.76289977$$

$$\hat{E}(\text{prp}) = \frac{\exp(0.76289977)}{1 + \exp(0.76289977)} = 0.681983$$



ANOVA DEL MODELO 2



	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	Valor F	p-valor
Ges	1	26.565	26.565	164.6484	<2.2. 10 ⁻¹⁶ ***
Cu	5	294.692	58.938	365.3043	2.2 10 ⁻¹⁶ ***
Prm	1	3.581	3.581	22.1936	5.748.10 ⁻⁶ ***
ges:prm	1	1.218	1.218	7.5478	0.006776 **
ges:cu	4	1.213	0.303	1.8802	0.1170456
Residuos	144	23.233	0.161		

Test de Dunnett



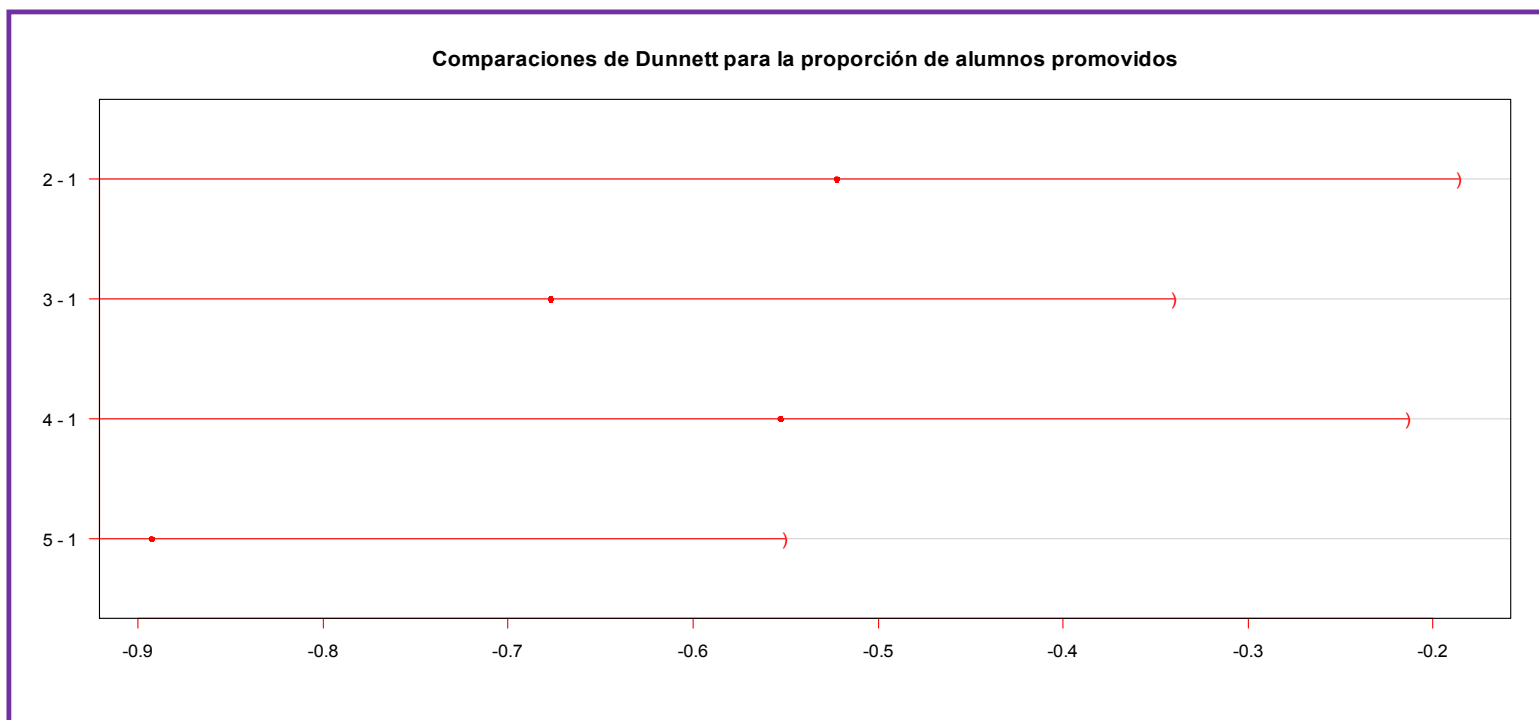
$$H_0 : \mu_i - \mu_4 \geq 0 \quad \text{vs} \quad H_1 : \mu_i - \mu_4 < 0$$

$$i = 1, 2, 3, 5$$

Niveles Académicos	Estimación	Error Estándar	Valor t	p-valor
$\hat{\mu}_1 - \hat{\mu}_4$	-0.5526	0.1558	-3.548	0.00106 **
$\hat{\mu}_2 - \hat{\mu}_4$	-0.5225	0.1545	-3.381	0.00173**
$\hat{\mu}_3 - \hat{\mu}_4$	-0.6769	0.1545	-4.380	< 0.001 ***
$\hat{\mu}_5 - \hat{\mu}_4$	-0.8927	0.1570	-5.684	< 0.001 ***



Intervalos de Dunnett para la diferencia de la proporción de alumnos promovidos según nivel académico





CONCLUSIONES





La proporción de alumnos promocionados durante el ciclo lectivo 2015, depende de:

- 1) la ubicación geográfica de la institución educativa, siendo mayor en los departamentos de San Martín, San Rafael y Malargüe; y menor en los departamentos de General Alvear y Las Heras.**
- 2) Depende del tipo de gestión de la institución educativa; siendo mayor en las escuelas de gestión privada que en las escuelas de gestión estatal.**
- 3) Depende de la proporción de alumnos matriculados al finalizar el ciclo lectivo;**



- 4) El nivel académico, siendo significativamente mayor en cuarto año.**
- 5) Del efecto de interacción entre la gestión y la proporción de alumnos matriculados**
- 6) Del efecto de interacción entre la gestión y el nivel académico**



“

**QUEDAN PENDIENTES POR
RESPONDER LOS SIGUIENTES
INTERROGANTES:**





- 1) ¿Por qué la proporción de alumnos promovidos es significativamente mayor en San Rafael que en General Alvear?
- 2) ¿ Por qué la proporción de alumnos promovidos es significativamente mayor en 4to. año que en cualquiera de los otros cuatro niveles?
- 3) ¿Por qué en algunos departamentos la proporción de alumnos promovidos disminuye cuando la proporción de alumnos matriculados aumenta?



iii MUCHAS GRACIAS !!!