



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

## “CONTRASTES DE HIPÓTESIS CON R”

AUTORÍA <b>JUAN JOSÉ MUÑOZ LEÓN</b>
TEMÁTICA <b>MATEMÁTICAS, ESTADÍSTICA, NUEVAS TECNOLOGÍAS</b>
ETAPA <b>BACHILLERATO</b>

### Resumen

En este artículo, se proporciona una herramienta de cálculo para los alumnos de segundo curso de bachillerato que cursan la materia de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II. Mediante el uso de software libre, con el paquete estadístico R, se resuelven problemas de contraste de hipótesis.

### Palabras clave

Estadística, inferencia, contraste de hipótesis, software libre, R, matemáticas, ciencias sociales.

### 1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se presenta código de programación en R. Que se cargará en el programa y posteriormente, con una única línea de comando permitirá resolver los problemas de contraste de hipótesis típicos de la materia Matemáticas Aplicadas a las CCSS de 2º curso de Bachillerato.

### 2. R

R es un paquete estadístico de código abierto, se distribuye bajo licencia GNU GPL. Es un lenguaje y un entorno de programación para el análisis estadístico.

Este programa está instalado en los ordenadores de los centros TIC que usan Guadalinux. Las versiones para otros sistemas operativos se pueden descargar gratuitamente desde [www.r-project.org](http://www.r-project.org).

Utilizaremos este paquete estadístico como una herramienta de cálculo:

- Copiaremos el código escrito en el artículo, en la ventana que aparece cuando iniciamos R. Se pueden utilizar los comandos habituales de cortar y pegar.
- Escribiremos el comando con los datos del problema y nos aparecerá la solución.

### 3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS PARA LA MEDIA

Contraste de hipótesis para la media de distribuciones normales con desviación típica conocida.

#### 3.1. Test de hipótesis bilateral

Código del programa:

```
test_hipotesis_media_bilateral=function(tamaño,mediamuestra,mediapoblacion,desviacion,significacion)
{
  p=((2-significacion)/2)
  zc<-round(qnorm(c(p),mean=0,sd=1,lower.tail=TRUE),3)
  s<-(desviacion/sqrt(tamaño))
  i<-(zc*s)
  li<-round(mediapoblacion-i,3)
  ls<-round(mediapoblacion+i,3)
  t=ifelse(mediamuestra>li && mediamuestra<ls,"ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA", "RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA")
  cat(" ", "\n")
}
```



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

```

cat("Media poblacional:",mediapoblacion,"\n")
cat("Desviación típica de la población:",desviacion,"\n")
cat(" ", "\n")
cat("Tamaño de la muestra:",tamaño,"\n")
cat("Media muestral:",mediamuestra,"\n")
cat("Desviación típica de la muestra:",round(s,3),"\n")
cat(" ", "\n")
cat("Valor crítico asociado al nivel de significación",significacion,":",abs(zc), "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Hipótesis nula Ho: media poblacional igual a",mediapoblacion,"\n")
cat(" ", "\n")
cat("Media muestral:",mediamuestra,"\n")
cat("Región de aceptación: (",li,",",ls,")", "\n")
cat(" ", "\n")
cat("-----",t,"-----", "\n")
cat(" ", "\n")
}

```

#### Comando:

```
test_hipotesis_media_bilateral(tamaño,mediamuestra,mediapoblacion,desviacion,significacion)
```

Para ilustrar el funcionamiento del programa se resolverán a modo de ejemplo unos problemas propuestos por la Ponencia Andaluza de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales en la Relación de Ejercicios de Contrastes de Hipótesis de octubre 2009. ([https://thales.cica.es/cadiz2/m\\_aplicadas/](https://thales.cica.es/cadiz2/m_aplicadas/)).

#### Problema:

La altura en cm. de las cañas producidas por una variedad de carrizo en cada cosecha es una variable aleatoria

que sigue una ley normal con desviación típica  $\sigma = 16$  cm. Para contrastar si la altura media de las cañas de la última cosecha es de 170 cm, se ha tomado una muestra aleatoria de 64 de estas cañas y se han medido sus longitudes, resultando como media muestral  $\bar{x} = 166$  cm.

¿Son suficientes estos datos para rechazar que la altura media de las cañas de la última cosecha es de 170 cm, a un nivel de significación  $\alpha = 0,05$ ?

#### Solución:

Para obtener la solución del problema, una vez copiado el código del programa desde el artículo y pegado en la consola de comandos de R, escribimos el siguiente comando en la consola:

```
test_hipotesis_media_bilateral(64,166,170,16,0.05)
```

y obtenemos como resultado:

```
Media poblacional: 170
Desviación típica de la población: 16
```

```
Tamaño de la muestra: 64
Media muestral: 166
Desviación típica de la muestra: 2
```



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

Valor crítico asociado al nivel de significación 0.05 : 1.96

Hipótesis nula  $H_0$ : media poblacional igual a 170

Media muestral: 166

Región de aceptación: ( 166.08 , 173.92 )

----- RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA -----

La salida que proporciona el comando muestra un resumen del contraste de hipótesis así como el resultado.

Una vez resuelto el problema, cuando se pulsa salir, el programa pregunta: "¿Guardar imagen de área de trabajo?", a lo que contestaríamos que sí. De esta forma se graba el código del programa y tenemos disponible el código para futuras sesiones de trabajo.

### 3.2. Test de hipótesis unilateral derecho

Código del programa:

```
test_hipotesis_proporcion_unilateral_der=function(casosposibles,casosfavorables,proporcionpoblacion,significacion)
{
  p=(1-significacion)
  zc<-qnorm(c(p),mean=0,sd=1,lower.tail=TRUE)
  por=casosfavorables/casosposibles
  i<-abs(zc*sqrt(proporcionpoblacion*(1-proporcionpoblacion)/casosposibles))
  ls<-round(proporcionpoblacion+i,3)
  t=ifelse(por<ls,"ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA", "RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA")
  cat(" ", "\n")
  cat("Proporción de la población:",proporcionpoblacion, "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Casos posibles de la muestra:",casosposibles, "\n")
  cat("Casos favorables de la muestra:",casosfavorables, "\n")
  cat("Proporción de la muestra:",round(por,3), "\n")
  cat("Desviación típica de la muestra:",i/zc, "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Valor crítico asociado al nivel de significación",significacion,":",round(abs(zc),3),
  "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Hipótesis nula  $H_0$ : proporción de la población menor o igual a",proporcionpoblacion, "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Proporción de la muestra:",round(por,3), "\n")
  cat("Región de aceptación: (- infinito, ",ls,")", "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("-----",t,"-----", "\n")
  cat(" ", "\n")
}
```

Comando:



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

```
test_hipotesis_proporcion_unilateral_der=(casosposibles,casosfavorables,proporcionpoblacion,significacion)
```

### 3.3. Test de hipótesis unilateral izquierdo

Código del programa:

```
test_hipotesis_media_unilateral_izq=function(tamaño,mediamuestra,mediapoblacion,desviacion,significacion)
{
p=(1-significacion)
zc<-round(qnorm(c(p),mean=0,sd=1,lower.tail=TRUE),3)
s<-(desviacion/sqrt(tamaño))
i<-abs(zc*s)
li<-round(mediapoblacion-i,3)
t=ifelse(mediamuestra>li,"ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA", "RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA")
cat(" ", "\n")
cat("Media poblacional:",mediapoblacion, "\n")
cat("Desviación típica de la población:",desviacion, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Tamaño de la muestra:",tamaño, "\n")
cat("Media muestral:",mediamuestra, "\n")
cat("Desviación típica de la muestra:",round(s,3), "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Valor crítico asociado al nivel de significación",significacion,":",abs(zc), "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Hipótesis nula Ho: media poblacional mayor o igual que",mediapoblacion, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Media muestral:",mediamuestra, "\n")
cat("Región de aceptación: (",li,", + infinito)", "\n")
cat(" ", "\n")
cat("-----",t,"-----", "\n")
cat(" ", "\n")
}
```

Comando:

```
test_hipotesis_media_unilateral_izq(tamaño,mediamuestra,mediapoblacion,desviacion,significacion)
```

## 4. CONTRASTE DE HIPÓTESIS PARA LA PROPORCIÓN

Contraste de hipótesis para la proporción de una distribución binomial. En este caso trabajaremos con una muestra de tamaño grande,  $n > 30$ , para que la distribución binomial se aproxime a una normal.

### 4.1. Test de hipótesis bilateral

Código del programa:

```
test_hipotesis_proporcion_bilateral=function(casosposibles,casosfavorables,proporcionpoblacion,significacion)
{
p=((2-significacion)/2)
zc<-qnorm(c(p),mean=0,sd=1,lower.tail=TRUE)
por=casosfavorables/casosposibles
i<-(zc*sqrt(proporcionpoblacion*(1-proporcionpoblacion)/casosposibles))
li<-round(proporcionpoblacion-i,3)
ls<-round(proporcionpoblacion+i,3)
```



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

```
t=ifelse(por>li && por<ls,"ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA", "RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA")
cat(" ", "\n")
cat("Proporción de la población:",proporcionpoblacion, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Casos posibles de la muestra:",casosposibles, "\n")
cat("Casos favorables de la muestra:",casosfavorables, "\n")
cat("Proporción de la muestra:",round(por,3), "\n")
cat("Desviación típica de la muestra:",i/zc, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Valor crítico asociado al nivel de significación",significacion, ":",round(abs(zc),3),
"\n")
cat(" ", "\n")
cat("Hipótesis nula Ho: proporción de la población igual a",proporcionpoblacion, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Proporción de la muestra:",round(por,3), "\n")
cat("Región de aceptación: (",li,",",",ls,")", "\n")
cat(" ", "\n")
cat("-----",t,"-----", "\n")
cat(" ", "\n")
}
```

**Comando:**

```
test_hipotesis_proporcion_bilateral(casosposibles,casosfavorables,proporcionpoblacion,significacion)
```

**4.2. Test de hipótesis unilateral derecho**

**Código del programa:**

```
test_hipotesis_proporcion_unilateral_der=function(casosposibles,casosfavorables,proporcionpoblacion,significacion)
{
p=(1-significacion)
zc<-qnorm(c(p),mean=0,sd=1,lower.tail=TRUE)
por=casosfavorables/casosposibles
i<-abs(zc*sqrt(proporcionpoblacion*(1-proporcionpoblacion)/casosposibles))
ls<-round(proporcionpoblacion+i,3)
t=ifelse(por<ls,"ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA", "RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA")
cat(" ", "\n")
cat("Proporción de la población:",proporcionpoblacion, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Casos posibles de la muestra:",casosposibles, "\n")
cat("Casos favorables de la muestra:",casosfavorables, "\n")
cat("Proporción de la muestra:",round(por,3), "\n")
cat("Desviación típica de la muestra:",i/zc, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Valor crítico asociado al nivel de significación",significacion, ":",round(abs(zc),3),
"\n")
cat(" ", "\n")
cat("Hipótesis nula Ho: proporción de la población menor o igual a",proporcionpoblacion, "\n")
cat(" ", "\n")
cat("Proporción de la muestra:",round(por,3), "\n")
}
```



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

```
cat("Región de aceptación: (- infinito, ", ls, ")", "\n")
cat(" ", "\n")
cat("-----", t, "-----", "\n")
cat(" ", "\n")
}
```

Comando:

```
test_hipotesis_proporcion_unilateral_der(casosposibles, casosfavorables, proporcionpoblacion, significacion)
```

### 4.3. Test de hipótesis unilateral izquierdo

Código del programa:

```
test_hipotesis_proporcion_unilateral_izq=function(casosposibles, casosfavorables, proporcionpoblacion, significacion)
{
  p=(1-significacion)
  zc<-qnorm(c(p), mean=0, sd=1, lower.tail=TRUE)
  por=casosfavorables/casosposibles
  i<-abs(zc*sqrt(proporcionpoblacion*(1-proporcionpoblacion)/casosposibles))
  li<-round(proporcionpoblacion-i, 3)
  t=ifelse(por>li, "ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA", "RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA")
  cat(" ", "\n")
  cat("Proporción de la población:", proporcionpoblacion, "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Casos posibles de la muestra:", casosposibles, "\n")
  cat("Casos favorables de la muestra:", casosfavorables, "\n")
  cat("Proporción de la muestra:", round(por, 3), "\n")
  cat("Desviación típica de la muestra:", i/zc, "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Valor crítico asociado al nivel de significación", significacion, ":", round(abs(zc), 3), "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Hipótesis nula Ho: proporción de la población mayor o igual a", proporcionpoblacion, "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("Proporción de la muestra:", round(por, 3), "\n")
  cat("Región de aceptación: (", li, ", + infinito)", "\n")
  cat(" ", "\n")
  cat("-----", t, "-----", "\n")
  cat(" ", "\n")
}
```

Comando:

```
test_hipotesis_proporcion_unilateral_izq(casosposibles, casosfavorables, proporcionpoblacion, significacion)
```

Problema:

En unas elecciones municipales de una ciudad, el 42% de los votantes dieron su voto al partido A. En una encuesta realizada un año después a 500 personas con derecho a voto, sólo 184 votarían al



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

partido A. Con estos datos, ¿puede afirmarse que ha disminuido la proporción de votantes a ese partido? Responder a la pregunta anterior con niveles de significación  $\alpha = 0;01$ ,  $\alpha = 0;025$  y  $\alpha = 0;001$ .

Solución:

```
>test_hipotesis_proporcion_unilateral_izq(500,184,0.42,0.01)
```

Proporción de la población: 0.42

Casos posibles de la muestra: 500

Casos favorables de la muestra: 184

Proporción de la muestra: 0.368

Desviación típica de la muestra: 0.02207261

Valor crítico asociado al nivel de significación 0.01 : 2.326

Hipótesis nula  $H_0$ : proporción de la población mayor o igual a 0.42

Proporción de la muestra: 0.368

Región de aceptación: ( 0.369 ,+ infinito)

----- RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA -----

```
> test_hipotesis_proporcion_unilateral_izq(500,184,0.42,0.025)
```

Proporción de la población: 0.42

Casos posibles de la muestra: 500

Casos favorables de la muestra: 184

Proporción de la muestra: 0.368

Desviación típica de la muestra: 0.02207261

Valor crítico asociado al nivel de significación 0.025 : 1.96

Hipótesis nula  $H_0$ : proporción de la población mayor o igual a 0.42

Proporción de la muestra: 0.368

Región de aceptación: ( 0.377 ,+ infinito)

----- RECHAZAMOS LA HIPÓTESIS NULA -----

```
> test_hipotesis_proporcion_unilateral_izq(500,184,0.42,0.001)
```

Proporción de la población: 0.42

Casos posibles de la muestra: 500

Casos favorables de la muestra: 184

Proporción de la muestra: 0.368

Desviación típica de la muestra: 0.02207261



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 28 MARZO DE 2010

Valor crítico asociado al nivel de significación 0.001 : 3.09

Hipótesis nula  $H_0$ : proporción de la población mayor o igual a 0.42

Proporción de la muestra: 0.368

Región de aceptación: ( 0.352 , + infinito)

----- ACEPTAMOS LA HIPÓTESIS NULA -----

## 5. CONCLUSIÓN

Si la programación en R queda fuera del interés del alumnado de segundo de bachillerato, la utilización del código y de los comandos pueden proporcionar una herramienta de autoevaluación en el proceso de enseñanza aprendizaje.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

*García Cebrian M.J.*. Proyecto Descartes. Unidad didáctica. Extraído el 14 de febrero de 2010 desde [http://descartes.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/inferencia\\_estadistica/contraste.htm](http://descartes.cnice.mec.es/materiales_didacticos/inferencia_estadistica/contraste.htm).

*Paradis E.* R para Principiantes. Tutorial. Extraído el 14 de febrero de 2010 desde [http://cran.r-project.org/doc/contrib/rdebuts\\_es.pdf](http://cran.r-project.org/doc/contrib/rdebuts_es.pdf).

## Autoría

---

- Nombre y Apellidos: Juan José Muñoz León
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. Ingeniero Juan de la Cierva, Puente Genil, Córdoba
- E-mail: [juanjosematematicas@gmail.com](mailto:juanjosematematicas@gmail.com)