

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Análisis de encuestas de hogares con R

Módulo 0: Seleccionado la muestra

Andrés Gutiérrez, Ph.D.

CEPAL - Unidad de Estadísticas Sociales

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

1 Muestreo aleatorio simple en dos etapas estratificado

Motivación

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Desde que se popularizaron las encuestas de hogares en 1940, se ha hecho evidente algunas tendencias que están ligadas a los avances tecnológicos en las agencias estadísticas y en la sociedad y se han acelerado con la introducción del computador.

Gambino & Silva (2009)

Bibliografía y referencias

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Kish, L. (1965) *Survey Sampling*. John Wiley and Sons.

Bibliografía y referencias

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Kish, L. (1965) *Survey Sampling*. John Wiley and Sons.
- Cochran, W. G. (1977) *Sampling Techniques*. John Wiley and Sons.

Bibliografía y referencias

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Kish, L. (1965) *Survey Sampling*. John Wiley and Sons.
- Cochran, W. G. (1977) *Sampling Techniques*. John Wiley and Sons.
- Särndal, et. al. (2003) *Model-assisted Survey Sampling*. Springer.

Bibliografía y referencias

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Kish, L. (1965) *Survey Sampling*. John Wiley and Sons.
- Cochran, W. G. (1977) *Sampling Techniques*. John Wiley and Sons.
- Särndal, et. al. (2003) *Model-assisted Survey Sampling*. Springer.
- Gutiérrez, H. A. (2016) *Estrategias de muestreo: diseño de encuestas y estimación de parámetros*. Ediciones de la U.

Bibliografía y referencias

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Kish, L. (1965) *Survey Sampling*. John Wiley and Sons.
- Cochran, W. G. (1977) *Sampling Techniques*. John Wiley and Sons.
- Särndal, et. al. (2003) *Model-assisted Survey Sampling*. Springer.
- Gutiérrez, H. A. (2016) *Estrategias de muestreo: diseño de encuestas y estimación de parámetros*. Ediciones de la U.
- Gutiérrez, H. A. (2017) *TeachingSampling*. R package.

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Muestreo aleatorio simple en dos etapas estratificado

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- La teoría discutida en las secciones anteriores es aplicable cuando las unidades primarias de muestreo son seleccionadas dentro de un estrato.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- La teoría discutida en las secciones anteriores es aplicable cuando las unidades primarias de muestreo son seleccionadas dentro de un estrato.
- No hay nuevos principios de estimación o diseño involucrado en el desarrollo de esta estrategia de muestreo.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Se supone que el muestreo en cada estrato respeta el principio de la independencia.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Se supone que el muestreo en cada estrato respeta el principio de la independencia.
- Las estimaciones del total, así como el cálculo y estimación de la varianza son simplemente resultado de añadir o sumar para cada estrato la respectiva cantidad.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Dentro de cada estrato U_h $h = 1, \dots, H$ existen N_{Ih} unidades primarias de muestreo, de las cuales se selecciona una muestra s_{Ih} de n_{Ih} unidades mediante un diseño de muestreo aleatorio simple.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Dentro de cada estrato U_h $h = 1, \dots, H$ existen N_{Ih} unidades primarias de muestreo, de las cuales se selecciona una muestra s_{Ih} de n_{Ih} unidades mediante un diseño de muestreo aleatorio simple.
- Suponga, además que el sub-muestreo dentro de cada unidad primaria seleccionada es también aleatorio simple.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

- Dentro de cada estrato U_h $h = 1, \dots, H$ existen N_{Ih} unidades primarias de muestreo, de las cuales se selecciona una muestra s_{Ih} de n_{Ih} unidades mediante un diseño de muestreo aleatorio simple.
- Suponga, además que el sub-muestreo dentro de cada unidad primaria seleccionada es también aleatorio simple.
- Para cada unidad primaria de muestreo seleccionada $i \in s_{Ih}$ de tamaño N_i se selecciona una muestra s_i de elementos de tamaño n_i .

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Para utilizar los principios de estimación del último conglomerado en este diseño particular se definen las siguientes cantidades:

- 1 $d_{I_i} = \frac{N_{Ih}}{n_{Ih}}$, que es el factor de expansión de la i -ésima UPM en el estrato h .

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Para utilizar los principios de estimación del último conglomerado en este diseño particular se definen las siguientes cantidades:

- 1 $d_{I_i} = \frac{N_{Ih}}{n_{Ih}}$, que es el factor de expansión de la i -ésima UPM en el estrato h .
- 2 $d_{k|i} = \frac{N_i}{n_i}$, que es el factor de expansión del k -ésimo hogar para la i -ésima UPM.

Muestreo en dos etapas estratificado

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Para utilizar los principios de estimación del último conglomerado en este diseño particular se definen las siguientes cantidades:

- 1 $d_{lh} = \frac{N_{lh}}{n_{lh}}$, que es el factor de expansión de la i -ésima UPM en el estrato h .
- 2 $d_{k|i} = \frac{N_i}{n_i}$, que es el factor de expansión del k -ésimo hogar para la i -ésima UPM.
- 3 $d_k = d_{lh} \times d_{k|i} = \frac{N_{lh}}{n_{lh}} \times \frac{N_i}{n_i}$, que es el factor de expansión final del k -ésimo elemento para toda la población U .

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
data('BigCity')
```

```
FrameI <- BigCity %>% group_by(PSU) %>%  
  summarise(Stratum = unique(Stratum),  
            Persons = n(),  
            Income = sum(Income),  
            Expenditure = sum(Expenditure))
```

```
attach(FrameI)
```

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
head(FrameI, 10)
```

PSU	Stratum	Persons	Income	Expenditure
PSU0001	idStrt001	118	70912	44232
PSU0002	idStrt001	136	68887	38382
PSU0003	idStrt001	96	37213	19495
PSU0004	idStrt001	88	36926	24031
PSU0005	idStrt001	110	57494	31142
PSU0006	idStrt001	116	75272	43473
PSU0007	idStrt001	68	33028	21833
PSU0008	idStrt001	136	64293	47660
PSU0009	idStrt001	122	33156	23292
PSU0010	idStrt002	70	65254	37115

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
sizes = FrameI %>% group_by(Stratum) %>%  
  summarise(NIh = n(),  
    nIh = 2,  
    dI = NIh/nIh)
```

```
NIh <- sizes$NIh
```

```
nIh <- sizes$nIh
```

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
head(sizes, 10)
```

Stratum	NIh	nIh	dI
idStrt001	9	2	4.5
idStrt002	11	2	5.5
idStrt003	7	2	3.5
idStrt004	13	2	6.5
idStrt005	11	2	5.5
idStrt006	5	2	2.5
idStrt007	14	2	7.0
idStrt008	7	2	3.5
idStrt009	8	2	4.0
idStrt010	8	2	4.0

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
samI <- S.STSI(Stratum, NIh, nIh)
UI <- levels(as.factor(FrameI$PSU))
sampleI <- UI[samI]

FrameII <- left_join(sizes,
                     BigCity[which(BigCity$PSU %in% sampleI), ])
attach(FrameII)
```


Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
head(FrameII, 10) %>% select(Stratum:Zone)
```

Stratum	Nlh	nlh	dl	HHID	PersonID	PSU	Zone
idStrt001	9	2	4.5	idHH00067	idPer01	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00067	idPer02	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00067	idPer03	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00067	idPer04	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00068	idPer01	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00069	idPer01	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00069	idPer02	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00069	idPer03	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00069	idPer04	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idHH00069	idPer05	PSU0006	Rural

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
HHdb <- FrameII %>%  
  group_by(PSU) %>%  
  summarise(Ni = length(unique(HHID)))  
  
Ni <- as.numeric(HHdb$Ni)  
ni <- ceiling(Ni * 0.1)  
sum(ni)
```

```
## [1] 701
```

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
sam = S.SI(Ni[1], ni[1])

clusterII = FrameII[which(FrameII$PSU == sampleI[1]),]

sam.HH <- data.frame(HHID = unique(clusterII$HHID)[sam])

clusterHH <- left_join(sam.HH, clusterII, by = "HHID")

clusterHH$dki <- Ni[1] / ni[1]

clusterHH$dk <- clusterHH$dI * clusterHH$dki

sam_data = clusterHH
```

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
head(sam_data, 10) %>% select(Stratum:Zone)
```

Stratum	NIh	nh	dl	PersonID	PSU	Zone
idStrt001	9	2	4.5	idPer01	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer02	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer03	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer04	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer05	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer01	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer02	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer03	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer04	PSU0006	Rural
idStrt001	9	2	4.5	idPer01	PSU0006	Rural

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
for (i in 2:length(Ni)) {  
  sam = S.SI(Ni[i], ni[i])  
  
  clusterII = FrameII[which(FrameII$PSU == sampleI[i]),]  
  
  sam.HH <- data.frame(HHID = unique(clusterII$HHID)[sam])  
  
  clusterHH <- left_join(sam.HH, clusterII, by = "HHID")  
  
  clusterHH$dki <- Ni[i] / ni[i]  
  
  clusterHH$dk <- clusterHH$dI * clusterHH$dki  
  
  data1 = clusterHH  
  
  sam_data = rbind(sam_data, data1)  
}  
encuesta <- sam_data
```

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
dim(encuesta)
```

```
## [1] 2625    17
```

```
sum(encuesta$dk)
```

```
## [1] 156730
```

```
nrow(BigCity)
```

```
## [1] 150266
```

```
attach(encuesta)
```

Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Definir diseño muestral con la librería `srvyr`

```
library(srvyr)

diseno <- encuesta %>%
  as_survey_design(
    strata = Stratum,
    ids = PSU,
    weights = dk,
    nest = T
  )

sum(weights(diseno))

## [1] 156730
```

Práctica en R

Calibrando los pesos muestrales, para ello empleamos la función `calibrate` de la librería `survey`

```
library(survey)
totales <- colSums(
  model.matrix(~ -1 + Zone:Sex, BigCity)) # Obtener totales Pob.
diseno_cal <- calibrate(
  diseno, ~-1 + Zone:Sex, totales, calfun = "linear")

sum(weights(diseno))
```

```
## [1] 156730
```

```
sum(weights(diseno_cal))
```

```
## [1] 150266
```

```
nrow(BigCity)
```

```
## [1] 150266
```

```
encuesta$wk <- weights(diseno_cal)
```

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

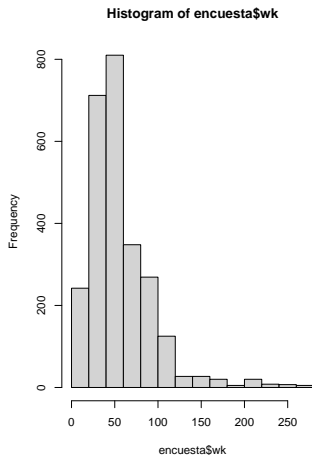
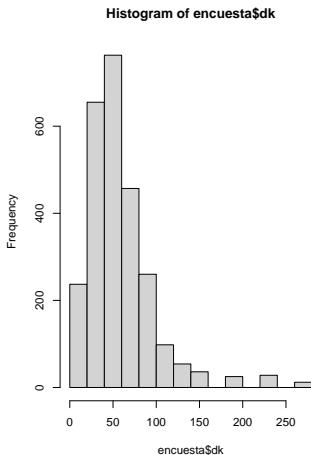
Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

```
par(mfrow = c(1,2))  
hist(encuesta$dk)  
hist(encuesta$wk)
```

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado



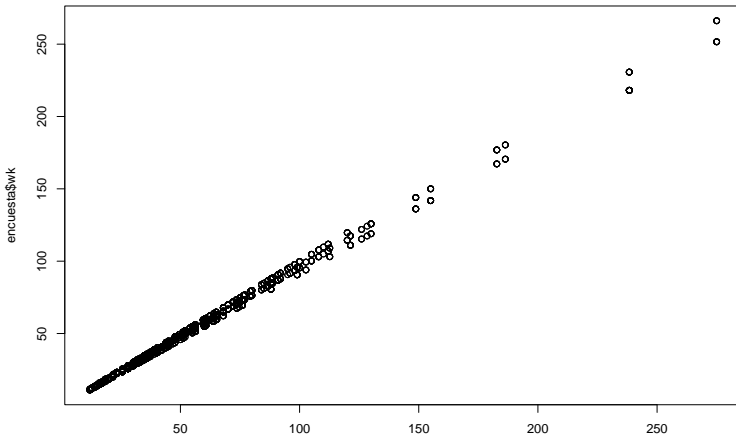
Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
plot(encuesta$dk, encuesta$wk)
```



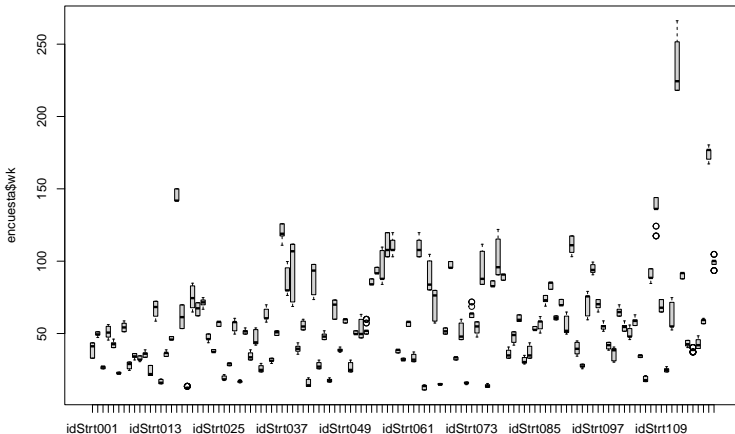
Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
boxplot(encuesta$wk ~ encuesta$Stratum)
```



Práctica en R

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

```
Region <- as.numeric(  
  gsub(pattern = "\\D",  
        replacement = "", x = encuesta$Stratum))  
encuesta$Region <-  
  cut(Region, breaks = 5,  
       labels = c("Norte", "Sur", "Centro", "Occidente", "Oriente"))  
encuesta %<>% mutate(  
  CatAge = case_when(  
    Age <= 5 ~ "0-5",  
    Age <= 15 ~ "6-15",  
    Age <= 30 ~ "16-30",  
    Age <= 45 ~ "31-45",  
    Age <= 60 ~ "46-60",  
    TRUE ~ "Más de 60"  
  ),  
  CatAge = factor(  
    CatAge,  
    levels = c("0-5", "6-15", "16-30", "31-45",  
               "46-60", "Más de 60"),  
    ordered = TRUE  
  )  
)  
saveRDS(object = encuesta, file = "../Data/encuesta.rds")
```

¡Gracias!

Análisis de
encuestas de
hogares con R

Andrés
Gutiérrez,
Ph.D.

Muestreo
aleatorio
simple en dos
etapas
estratificado

Email: andres.gutierrez@cepal.org