

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO

## **Economía Computacional**

TAREA 1

PROF. ISIDORO GARCÍA URQUIETA

ALFREDO LEFRANC FLORES

144346

CYNTHIA RAQUEL VALDIVIA TIRADO

81358

RAFAEL SANDOVAL FERNÁNDEZ

143689

MARCO ANTONIO RAMOS JUÁREZ

142244

## Contents

<b>Limpieza de datos</b>	<b>3</b>
1. Cuales son las columnas de la base? Muestra una tabla con ellas . . . . .	3
2. A qué nivel está la base? Esto es, cuál es la variable que define la base de manera única. Si no la hay, crea una y muestra que es única a nivel de la base (Muestra el código) . . . . .	5
3. Que variables tienen valores vacíos? Haz una tabla con el porcentaje de vacíos para las columnas que tengan al menos una observación vacía . . . . .	5
4. Haz algo con los valores vacíos (Se deben reemplazar por algún valor? Eliminar de la base?). Justifica tu respuesta. . . . .	6
5. Muestra una tabla de estadísticas descriptivas de la base. Esta debe tener cada columna numérica con algunas estadísticas descriptivas (N, media, min, p05, p25, p50, p75, p90, p95, max). . . . .	11
6. Hay alguna numérica que en verdad represente una categorica? Cuales? Cambialas a factor . . . . .	12
7. Revisa la distribución de algunas variables. Todas tienen sentido? Por ejemplo, las edades? . . . . .	14
8. Finalmente, crea una variable que sea el precio total pagado y el precio unitario . . . .	16
<b>Exploración de los datos</b>	<b>16</b>
9. Cómo se ve la distribución del precio unitario y de la cantidad demandada. Haz un histograma. . . . .	18
10. Grafica la $q(p)$ . Que tipo de relación parecen tener? . . . . .	19
11. Grafica la misma relación pero ahora entre $\log(p + 1)$ y $\log(q + 1)$ . . . . .	19
12. Grafica la curva de demanda por tamaño del helado. Parece haber diferencias en la elasticidad precio dependiendo de la presentación del helado? (2 pts) . . . . .	21
13. Grafica la curva de demanda por sabor. Crea una variable con los 3 sabores más populares y agruga el resto de los sabores como ‘otros’. Parece haber diferencias en la elasticidad precio dependiendo del sabor? . . . . .	22
<b>Estimación</b>	<b>26</b>
14. Estima la regresión de la curva de demanda de los helados. Reporta la tabla de la regresión . . . . .	26
15 (2 pts). Cuales son los elementos que guarda el objeto de la regresión? Listalos. Cual es el F-test de la regresión? Escribe la prueba de manera matemática (i.e. como la vimos en clase). (Tip: <code>summary(fit)</code> te arroja algo del F-test) . . . . .	29
16.Cuál es la elasticidad precio de los helados Ben and Jerry ? Es significativo? Interpreta el coeficiente . . . . .	30
<b>17. Cuántos p-values tenemos en la regresión. Haz un histograma de los p-values.</b>	<b>31</b>

- 18 (4pts). Realiza un ajuste FDR a una  $q = 0.10$ . Grafica el procedimiento (con y sin zoom-in a p-values  $< 0.05$ ). Cuantas variables salían significativas con  $\alpha = 0.05$ ? Cuantas salen con FDR? 31
- 19 (2pts). Repite el ejercicio pero ahora con Holm-Bonferroni. Comparalo vs FDR. En este caso cuantas variables son significativas? Haz la grafica comparativa (solo con zoom-in) 34

En esta tarea pondrán en práctica los conceptos de High Dimensional Inference y Regresión. La base de datos muestra las compras de helados Ben & Jerry. Cada fila es una compra. Cada columna es una característica del helado comprado o de la persona que compró.

## Limpieza de datos

Carga los datos en BenAndJerry.csv.

```
# Carga las librerías
library(ggplot2)
library(dplyr)
library(RCT)
library(knitr)
library(broom)
library(stargazer)
library(kableExtra)
library(naniar)

# Carga la base de datos
base<-read.csv("BenAndJerry.csv")
```

### 1. Cuales son las columnas de la base? Muestra una tabla con ellas

```
columnas <- (as.data.frame(colnames(base)))

kable(columnas, booktabs=T, align = 'c', col.names = c("Columnas")) %>%
  kable_styling(position = "center")
```

---

Columnas
quantity
price_paid_deal
price_paid_non_deal
coupon_value
promotion_type
size1_descr
flavor_descr
formula_descr
household_id
household_size
household_income
age_of_female_head
age_of_male_head
age_and_presence_of_children
male_head_employment
female_head_employment
male_head_education
female_head_education
marital_status
male_head_occupation
female_head_occupation
household_composition
race
hispanic_origin
region
scantrack_market_identifier
fips_state_code
fips_county_code
type_of_residence
kitchen_appliances
tv_items
female_head_birth
male_head_birth
household_internet_connection

---

## 2. A qué nivel está la base? Esto es, cuál es la variable que define la base de manera única. Si no la hay, crea una y muestra que es única a nivel de la base (Muestra el código)

Así como está la base sin ninguna modificación, el nivel es la compra. Es decir, cada fila representa una transacción realizada por un hogar. Esto lo podríamos modificar para que la unidad sea el hogar o cualquier otra variable. Sin embargo, notamos que hay una cantidad alta de filas que están repetidas.

```
sum(as.numeric(duplicated(base)))
```

```
## [1] 2460
```

Esto puede deberse a un error de registro o a que el mismo hogar previamente registrado realizó la misma compra más de una vez. Por lo pronto asumiremos lo segundo.

En cuanto a la segunda parte de la pregunta, no hay una variable explícita que identifique cada observación de manera única pero sí hay una manera implícita y es el índice de cada fila. En este sentido, una manera fácil de crear una variable identificadora sería simplemente crear una variable que “clone” el índice de cada fila. Por otro lado, una alternativa más nutritiva para el análisis de datos sería crear alguna variable que combine información del identificador del hogar y del número de transacción. Para esto podemos concatenar el identificador de cada hogar con una variable que lleva el conteo del número de transacciones que cada hogar lleva separadas con un guión, de la siguiente manera:

$$id = household\_id - conteo\_transacción$$

```
base <- base %>% group_by(household_id) %>%
  mutate(id_trans = sequence(n())) %>% ungroup()
base$id<-paste(base$household_id, base$id_trans, sep="-")
```

*#Ejemplo:*

```
head(base$id)
```

```
## [1] "2001456-1" "2001456-2" "2001456-3" "2001637-1" "2002791-1" "2002791-2"
```

## 3. Que variables tienen valores vacíos? Haz una tabla con el porcentaje de vacíos para las columnas que tengan al menos una observación vacía

Los NAs de las variables numéricas son identificables mediante un summary.

```
summary(base)
```

Las variables *promotion\_type*, *scantrack\_market\_identifier*, *female\_head\_occupation* y *tv\_items*

tienen valores faltantes. Sin embargo, es posible que las variables de caracteres también tengan valores vacíos.

Al revisar estas variables, notamos que *male\_head\_birth* y *female\_head\_birth* también tienen valores vacíos. En general encontramos lo siguiente:

```
kable( (base %>% select_if(~sum(is.na(.)) > 0) %>%
  miss_var_summary()), booktabs=T, align = 'c',
  col.names = c("Variable", "Cantidad", "%"), digits = 2)%>%
  kable_styling(position = "center")
```

Variable	Cantidad	%
promotion_type	12980	59.07
male_head_birth	5317	24.20
scantrack_market_identifier	4068	18.51
female_head_occupation	2267	10.32
female_head_birth	2267	10.32
tv_items	34	0.15

#### 4. Haz algo con los valores vacíos (Se deben reemplazar por algún valor? Eliminar de la base?). Justifica tu respuesta.

Pues dependiendo de la cantidad de valores vacíos, de las características de cada variable y de que exista algún patrón en los valores podemos proponer una estrategia, por ejemplo imputación o simplemente quitar esas observaciones. En este sentido tenemos que realizar un análisis por variable:

##### promotion\_type

```
summary(factor(base$promotion_type))
```

```
##      1      2      3      4  NA's
## 6509 1106 1258 121 12980
```

En esta variable podría ser que los NAs nos indiquen que sencillamente no hubo ninguna promoción (y eso podría explicar que casi el 60% de sus valores sean NAs). En este caso podemos suponer eso e imputarle un valor de 0 a cada NA.

```
base$promotion_type[is.na(base$promotion_type)] <- 0
```

##### scantrack\_market\_identifier

```
summary(factor(base$scantrack_market_identifier))
```

```
##      1      2      3      4      5      6      7      8      9     10     11     12     13     14     15     16
##  960   609   269   196   122   118   988   559   310   229   259   802   650   468   136   345
##    17    18    19    20    21    22    23    24    25    26    27    28    29    30    31    32
##  442   666   567   424   137   394   187   569   318   332   199   382   350   240   105   337
##    33    34    35    36    37    38    39    40    41    42    43    44    45    46    47    48
##  406   128   102   138   137   472   311   200   392   499   208   404    79   259   117    72
##    49    50    51    52 NA's
##   251   468   403   191 4068
```

En este caso es más complejo porque es muy probable que cada valor corresponda a un producto, a una clasificación de cliente o a cualquier otra cosa. En este caso, lo que podríamos hacer es ver si podemos inferir esta información de otras variables, de lo contrario imputar sería una muy mala idea pues estaríamos creando ruido en nuestra información. Investigando un poco nos dimos cuenta que se trata de una clasificación del posicionamiento en el mercado. En este sentido, es probable que depende del lugar geográfico. Por ello, decidimos investigar si existe una relación entre la variable `scantrack_market_identifier` y las variables que indican al estado, condado y tipo de residencia.

En primer lugar notamos que cada combinación de estado con condado solo permite una categoría de `scantrack_market_identifier`, en este sentido nuestra intuición era correcta. El problema es que los valores faltantes abarcan condados completos, es decir que en dichos condados no hay ninguna observación con `scantrack_market_identifier`, por lo que no podemos saber en realidad cuál categoría debería tener.

```
susp<-base%>% select(fips_state_code,fips_county_code,
                    scantrack_market_identifier)%>%
  mutate(estado_condado=paste(fips_state_code,"-",fips_county_code))%>%
  group_by(estado_condado,scantrack_market_identifier)%>%
  summarize(n())
head(susp)
```

```
## # A tibble: 6 x 3
## # Groups:   estado_condado [6]
##   estado_condado scantrack_market_identifier 'n()'
##   <chr>                                <int> <int>
## 1 1 - 1                                31     4
## 2 1 - 101                             31     5
## 3 1 - 103                             31     9
## 4 1 - 111                             14     7
## 5 1 - 117                             31     5
## 6 1 - 121                             31     8
```



```
length(unique((susp$estado_condado)))
```

```
## [1] 1256
```

Sin embargo, lo que podemos ver es analizar la variedad de categorías en cada estado. En este sentido, en la siguiente tabla agrupamos las categorías de *scantrack\_market\_identifier* de cada estado y la cantidad de observaciones que tuvo cada combinación. Como podemos observar, en realidad las categorías de cada estado son pocas, (en promedio 2.7 y con mayorías claras), por lo que bien podríamos imputar la moda. Sin embargo, no podríamos hacer mucho más. Si quisiéramos mejorar la calidad de la imputación necesitaríamos tener más información o más dimensiones (por ejemplo, la ubicación de los condados para calcular una correlación espacial).

```
susp_2<-base%>% select(fips_state_code,scantrack_market_identifier)%>%
  group_by(fips_state_code,scantrack_market_identifier)%>%

  summarize(n())
head(susp_2)
```

```
## # A tibble: 6 x 3
## # Groups:   fips_state_code [3]
##   fips_state_code scantrack_market_identifier 'n()'
##           <int>                <int> <int>
## 1             1                 14      8
## 2             1                 31     105
## 3             1                 36      7
## 4             1                 NA      22
## 5             4                 38     472
## 6             5                 34     127
```

```
susp_2<-base%>% select(fips_state_code,scantrack_market_identifier)%>%
  group_by(fips_state_code,scantrack_market_identifier)%>%

  summarize(n()) %>% ungroup() %>%
  group_by(fips_state_code)%>%

  summarize(n())
head(susp_2)
```

```
## # A tibble: 6 x 2
##   fips_state_code 'n()'
##           <int> <int>
## 1             1      4
```

```
## 2          4      1
## 3          5      3
## 4          6      5
## 5          8      2
## 6          9      3
```

```
mean(susp_2$`n`() )
```

```
## [1] 2.795918
```

**female\_head\_occupation y female\_head\_birth**

```
aux<-base %>% select(age_of_female_head,
                    female_head_occupation,
                    female_head_education,
                    female_head_employment,
                    female_head_birth) %>%
  filter (is.na(female_head_occupation))
```

```
summary((aux))
```

```
##  age_of_female_head female_head_occupation female_head_education
##  Min.      :0          Min.      : NA          Min.      :0
##  1st Qu.:0          1st Qu.: NA          1st Qu.:0
##  Median :0          Median : NA          Median :0
##  Mean     :0          Mean     :NaN          Mean     :0
##  3rd Qu.:0          3rd Qu.: NA          3rd Qu.:0
##  Max.     :0          Max.     : NA          Max.     :0
##                      NA's      :2267
##  female_head_employment female_head_birth
##  Min.      :0          Length:2267
##  1st Qu.:0          Class :character
##  Median :0          Mode  :character
##  Mean     :0
##  3rd Qu.:0
##  Max.     :0
##
```

```
summary(aux$age_of_female_head[aux$female_head_birth==""])
```

```
##  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.    NA's
##    NA     NA     NA     NaN    NA     NA     2267
```

Explorando los datos, notamos que todos los NAs de las variables *female\_head\_occupation* y *female\_head\_birth*

coinciden, y además corresponden a observaciones en que se registra una edad, educación y ocupación de la jefa del hogar de cero. Esto nos lleva a concluir que en los hogares que hicieron esas compras no hay una jefa de hogar femenina. En este sentido creamos una nueva categoría de ocupación de mujeres con estas características con el número 0, la cual imputamos a los valores faltantes. Por su parte, dejamos como desconocidos los valores faltantes de la variable *female\_head\_birth* sin embargo les ponemos una etiqueta para no perder las observaciones

```
base$female_head_occupation[is.na(base$female_head_occupation)] <- 0
base$female_head_birth[is.na(base$female_head_birth)] <- "unknown"
```

### male\_head\_birth

```
aux2<-base %>% select(age_of_male_head,
                      male_head_occupation,
                      male_head_education,
                      male_head_employment,
                      male_head_birth) %>%
  filter (is.na(male_head_birth))

summary((aux2))
```

```
##  age_of_male_head male_head_occupation male_head_education male_head_employment
##  Min.      :0          Min.      : 1.000          Min.      :0          Min.      :0
##  1st Qu.:0          1st Qu.: 1.000          1st Qu.:0          1st Qu.:0
##  Median :0          Median : 3.000          Median :0          Median :0
##  Mean    :0          Mean    : 5.073          Mean    :0          Mean    :0
##  3rd Qu.:0          3rd Qu.:12.000          3rd Qu.:0          3rd Qu.:0
##  Max.     :0          Max.     :12.000          Max.     :0          Max.     :0
##  male_head_birth
##  Length:5317
##  Class :character
##  Mode  :character
##
##
##
```

Los valores faltantes de *male\_head\_birth* coinciden con ceros en edad, educación y empleo del jefe del hogar masculino, aunque curiosamente sí se tiene registro de su ocupación. Concluimos, como en el caso de las mujeres, que se trata de casos, en los que la compra corresponde a hogares sin un jefe del hogar masculino, y decidimos ignorar estos valores vacíos (pero agregándoles una etiqueta para no perder las observaciones).

```
base$male_head_birth[is.na(base$male_head_birth)] <- "unknown"
```

### tv\_items

En este caso, puede que la variable indique una cantidad de *items* o bien que indique una categoría. En el caso primero, parecería que no contemplaron una cantidad de ceros o de más de 3, bien podríamos imputar el valor de 0. En el segundo caso, no tenemos manera de saber el tipo de categorías son, en ese caso no podríamos imputar tan fácilmente: podríamos agregar un valor para identificarlas (como un 0) o bien simplemente prescindir de dichas observaciones (lo cuál no afectaría nuestro análisis debido a que son tan solo 34 observaciones). Optamos por imputarles el valor de cero, dado que esa opción es congruente sea la variable categórica o numérica.

```
base$tv_items[is.na(base$tv_items)] <- 0
summary(factor(base$tv_items))
```

```
##      0      1      2      3
## 34 7986 7530 6424
```

5. Muestra una tabla de estadísticas descriptivas de la base. Esta debe tener cada columna numérica con algunas estadísticas descriptivas (N, media, min, p05, p25, p50, p75, p90, p95, max).

Sin hacer ninguna adecuación en el tipo de variables, la tabla es la siguiente:

```
b <- read.csv("BenAndJerry.csv")
b<- summary_statistics(b, probs=c(0,0.05,0.25,0.5,0.75,0.9,0.95,1), na.rm=T)
b<- b %>% mutate_at(vars(-variable), funs(round(.,2))) %>%
  rename(mín=4) %>%
  rename(máx=11)

options(scipen=999) # quitamos notación científica
kable(b, booktabs=T, align = 'c') %>%
  kable_styling(position = "center") %>%
  kable_styling(latex_options="scale_down")
```

variable	mean	n	mín	0.05	0.25	0.5	0.75	0.9	0.95	máx
quantity	1.28	21974	1	1	1	1.00	1.00	2.00	2.00	21.00
price_paid_deal	1.74	21974	0	0	0	0.00	3.34	4.50	6.86	28.88
price_paid_non_deal	2.45	21974	0	0	0	2.99	3.56	4.99	6.86	69.72
coupon_value	0.16	21974	0	0	0	0.00	0.00	0.50	1.00	12.95
promotion_type	1.44	8994	1	1	1	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00
household_id	16612005.04	21974	2000358	2054762	8142253	8401573.00	30183891.00	30338638.00	30387781.05	30440689.00
household_size	2.46	21974	1	1	2	2.00	3.00	4.00	5.00	9.00
household_income	21.47	21974	3	11	17	23.00	26.00	27.00	28.00	30.00
age_of_female_head	5.51	21974	0	0	4	6.00	8.00	8.00	9.00	9.00
age_of_male_head	4.76	21974	0	0	2	5.00	8.00	8.00	9.00	9.00
age_and_presence_of_children	7.40	21974	1	2	6	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
male_head_employment	3.09	21974	0	0	1	3.00	3.00	9.00	9.00	9.00
female_head_employment	4.20	21974	0	0	2	3.00	9.00	9.00	9.00	9.00
male_head_education	3.32	21974	0	0	2	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00
female_head_education	3.98	21974	0	0	3	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00
marital_status	1.94	21974	1	1	1	1.00	3.00	4.00	4.00	4.00
male_head_occupation	5.11	21974	1	1	1	4.00	8.00	12.00	12.00	12.00
female_head_occupation	5.80	19707	1	1	1	3.00	12.00	12.00	12.00	12.00
household_composition	2.57	21974	1	1	1	1.00	5.00	7.00	7.00	8.00
race	1.24	21974	1	1	1	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00
hispanic_origin	1.95	21974	1	2	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
region	2.63	21974	1	1	2	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
scantrack_market_identifier	23.05	17906	1	1	11	20.00	36.00	45.00	50.00	52.00
fips_state_code	27.20	21974	1	6	12	26.00	39.00	48.00	53.00	56.00
fips_county_code	79.67	21974	1	3	25	59.00	101.00	163.00	201.00	810.00
type_of_residence	2.08	21974	1	1	1	1.00	3.00	5.00	6.00	7.00
kitchen_appliances	3.81	21974	1	1	4	4.00	4.00	7.00	7.00	9.00
tv_items	1.93	21940	1	1	1	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
household_internet_connection	1.16	21974	1	1	1	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00

No obstante, algunas de estas variables en realidad no son numéricas, por lo que sus estadísticas descriptivas podrían ser engañosas.

## 6. Hay alguna numérica que en verdad represente una categorica? Cuales? Cambialas a factor

De las variables numéricas, por su nombre y rango de valores, podemos inferir que algunas son categóricas con seguridad y algunas otras pueden o no ser categóricas. En este sentido en el siguiente código realizamos el análisis de la situación y convertimos a las variables categóricas pertinentes.

```
variables_seguras<-c("promotion_type",
                    "household_income",
                    "age_of_female_head",
                    "age_of_male_head",
                    "male_head_employment",
                    "female_head_employment",
                    "marital_status",
```

```

    "male_head_occupation",
    "female_head_occupation",
    "household_composition",
    "race",
    "hispanic_origin",
    "region",
    "scantrack_market_identifier",
    "fips_state_code",
    "fips_county_code",
    "type_of_residence",
    "household_internet_connection")

variables_no_seguras<-c("tv_items",
    "kitchen_appliances",
    "age_and_presence_of_children",
    "male_head_education",
    "female_head_education")

base[,variables_seguras] <- lapply(base[,variables_seguras] , factor)
base[,variables_no_seguras] <- lapply(base[,variables_no_seguras] , factor)

summary(base[,variables_no_seguras])

## tv_items kitchen_appliances age_and_presence_of_children male_head_education
## 0: 34 4 :14130 9 :15945 0:5317
## 1:7986 1 : 4430 3 : 2107 1: 59
## 2:7530 7 : 2698 2 : 1181 2: 425
## 3:6424 5 : 309 1 : 1016 3:3213
## 8 : 247 6 : 807 4:4922
## 2 : 132 4 : 588 5:5475
## (Other): 28 (Other): 330 6:2563
## female_head_education
## 0:2267
## 1: 15
## 2: 267
## 3:3453
## 4:6351
## 5:6659
## 6:2962

```

Parece que *tv\_items*, *kitchen\_appliances*, *age\_and\_presence\_of\_children* no son categóricas después de todo. Las regresamos a numéricas otra vez, Por el contrario *male\_head\_education* y *female\_head\_education* parece que sí son categóricas.

```
variables_numericas<-c("tv_items",
                       "kitchen_appliances",
                       "age_and_presence_of_children")
base[,variables_numericas] <- lapply(base[,variables_numericas] , as.numeric)
```

**7. Revisa la distribución de algunas variables. Todas tienen sentido? Por ejemplo, las edades?**

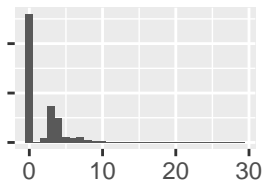
```
myhist <- function(yvar){
  ggplot(numericas, aes_(x=as.name(yvar)))+
    geom_histogram()+
    ggtitle(paste0(as.name(yvar)))+
    xlab("")+
    ylab("")+
    theme(axis.text.y = element_blank())
}
hists<- numericas %>% select(price_paid_deal,
                             price_paid_non_deal,
                             coupon_value,
                             household_size:household_composition,
                             scantrack_market_identifier,
                             kitchen_appliances,
                             tv_items) %>%

  names() %>%
  lapply(myhist)

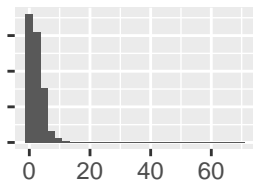
library(gridExtra)

grid.arrange(grobs=hists[1:10],ncol=4)
```

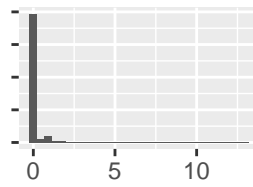
price\_paid\_deal



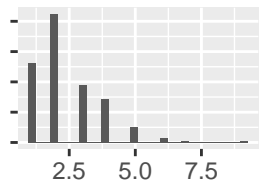
price\_paid\_non\_



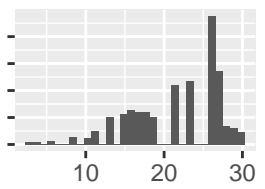
coupon\_value



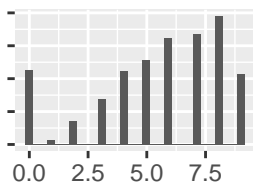
household\_size



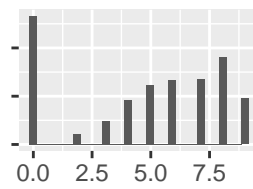
household\_incor



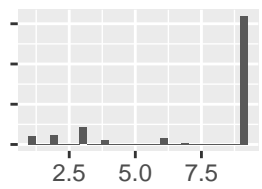
age\_of\_female\_l



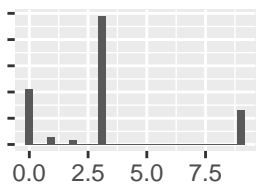
age\_of\_male\_he



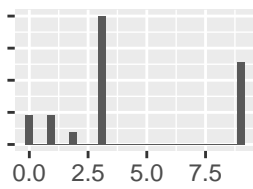
age\_and\_presen



male\_head\_emp

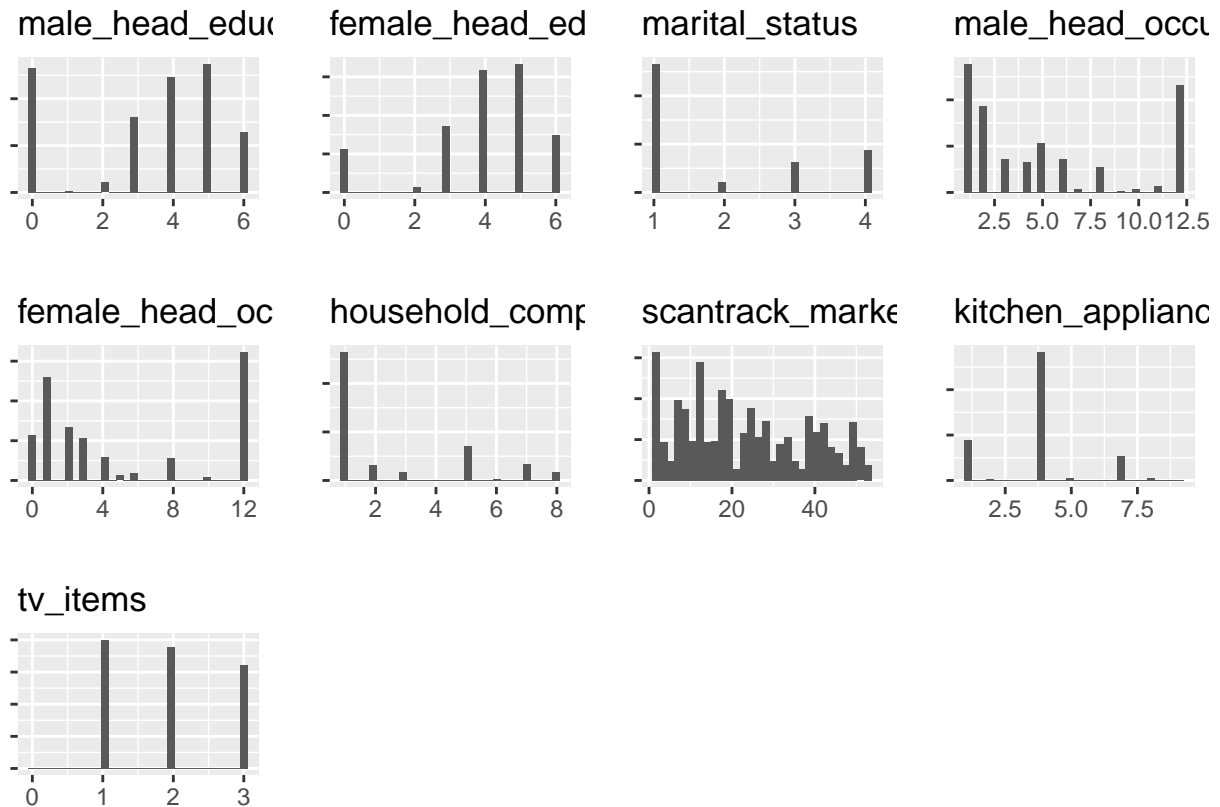


female\_head\_employment



```
grid.arrange(grobs=hists[11:19],ncol=4)
```





Definitivamente vemos comportamientos atípicos en las edades. Las de los jefes del hogar y el ingreso del hogar tienen valores muy bajos, lo que nos hace pensar que estas variables son categóricas (transformadas en el inciso anterior). Por otra parte, es implausible que la educación de los jefes del hogar, masculino y femenino, conste de 0 a 6 años, razón por la cual también decidimos transformarlas a categóricas en el inciso anterior.

**8. Finalmente, crea una variable que sea el precio total pagado y el precio unitario**

```
# precio total pagado
base <- base %>% mutate(total_price=price_paid_deal+price_paid_non_deal)
# precio unitario
base <- base %>% mutate(unit_price= (total_price)/quantity)
```

## Exploración de los datos

Intentaremos comprender la elasticidad precio de los helados. Para ello, debemos entender:

- La forma funcional base de la demanda (i.e. como se parecen relacionarse  $q$  y  $p$ ).

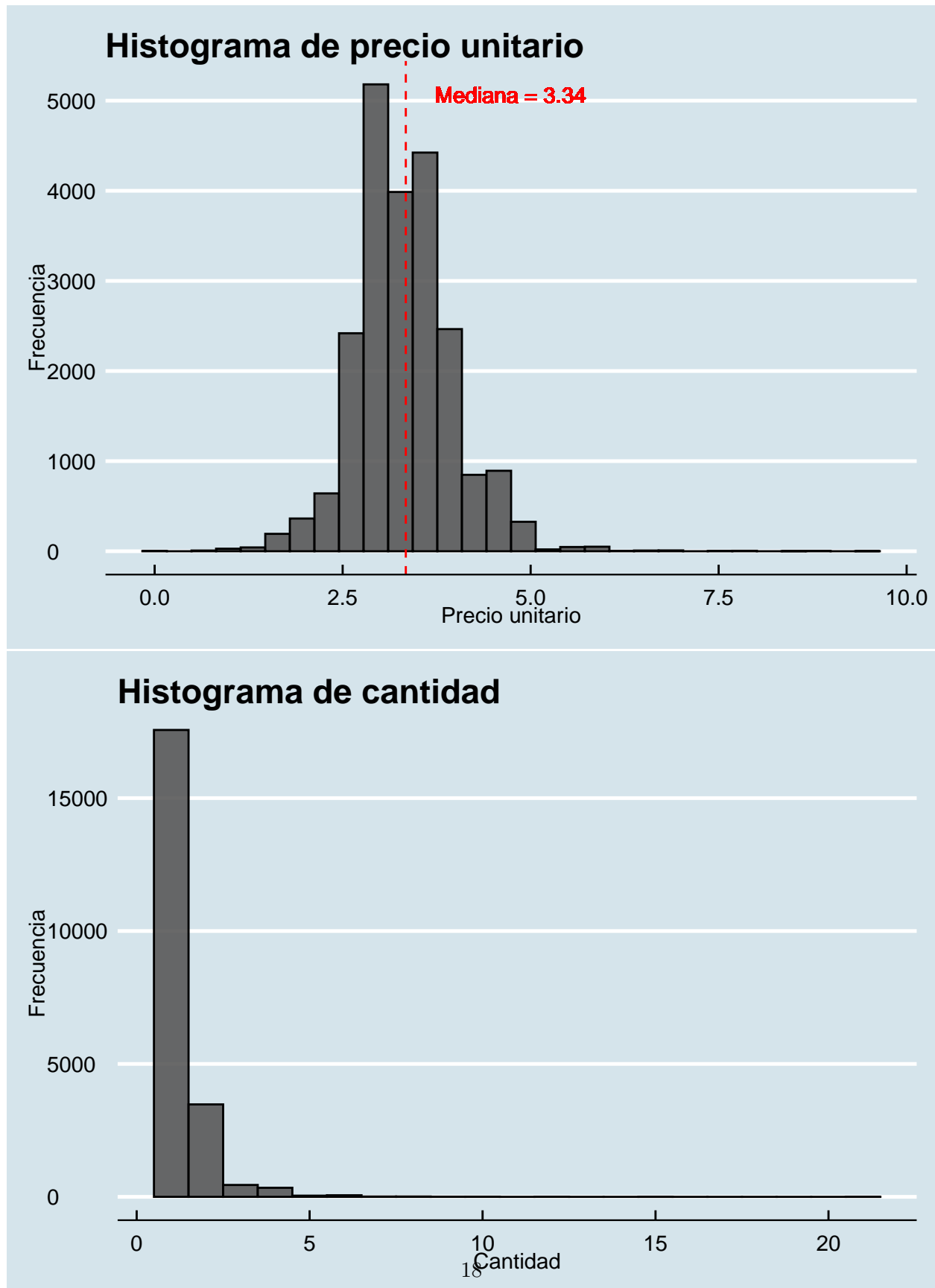
- Qué variables irían en el modelo de demanda y cuáles no para encontrar la elasticidad de manera ‘insesgada’.
- Qué variables cambian la relación de  $q$  y  $p$ . Esto es, que variables alteran la elasticidad.

Algo importante es que siempre debemos mirar primero las variables más relevantes de cerca y su relación en:

- Relación univariada
- Relaciones bivariadas
- Relaciones trivariadas

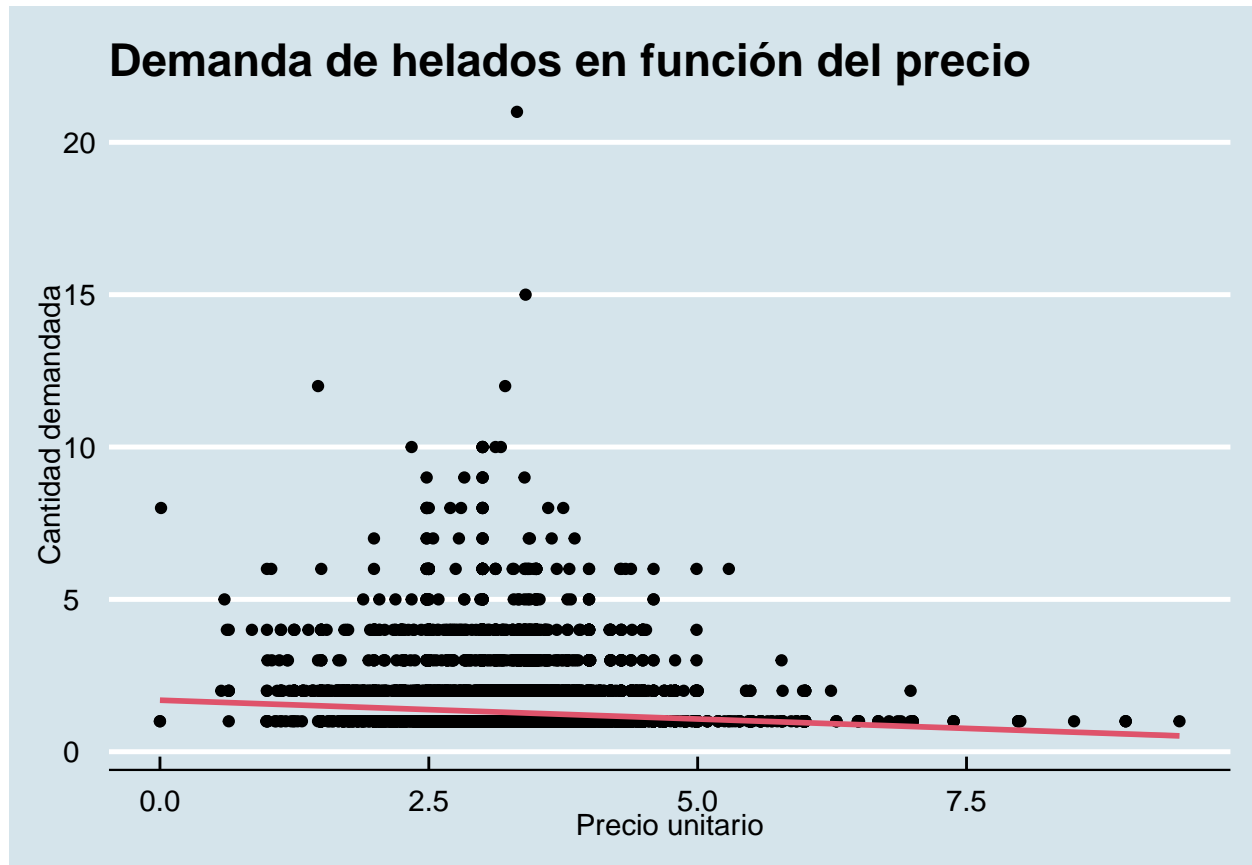
Importante: Las gráficas deben estar bien documentadas (título, ejes con etiquetas apropiadas, etc). Cualquier gráfica que no cumpla con estos requisitos les quitaré algunos puntos.

9. Cómo se ve la distribución del precio unitario y de la cantidad demandada. Haz un histograma.

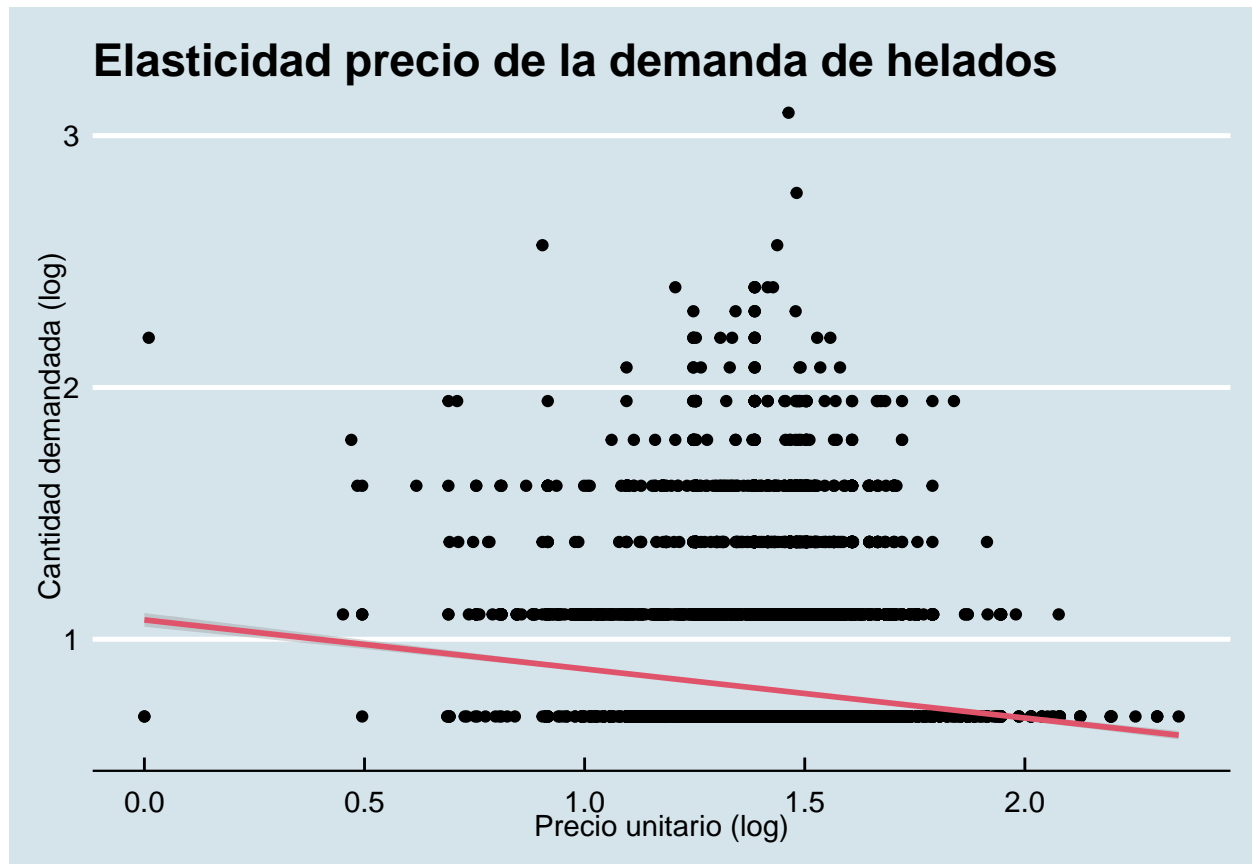


**10. Grafica la  $q(p)$ . Que tipo de relación parecen tener?**

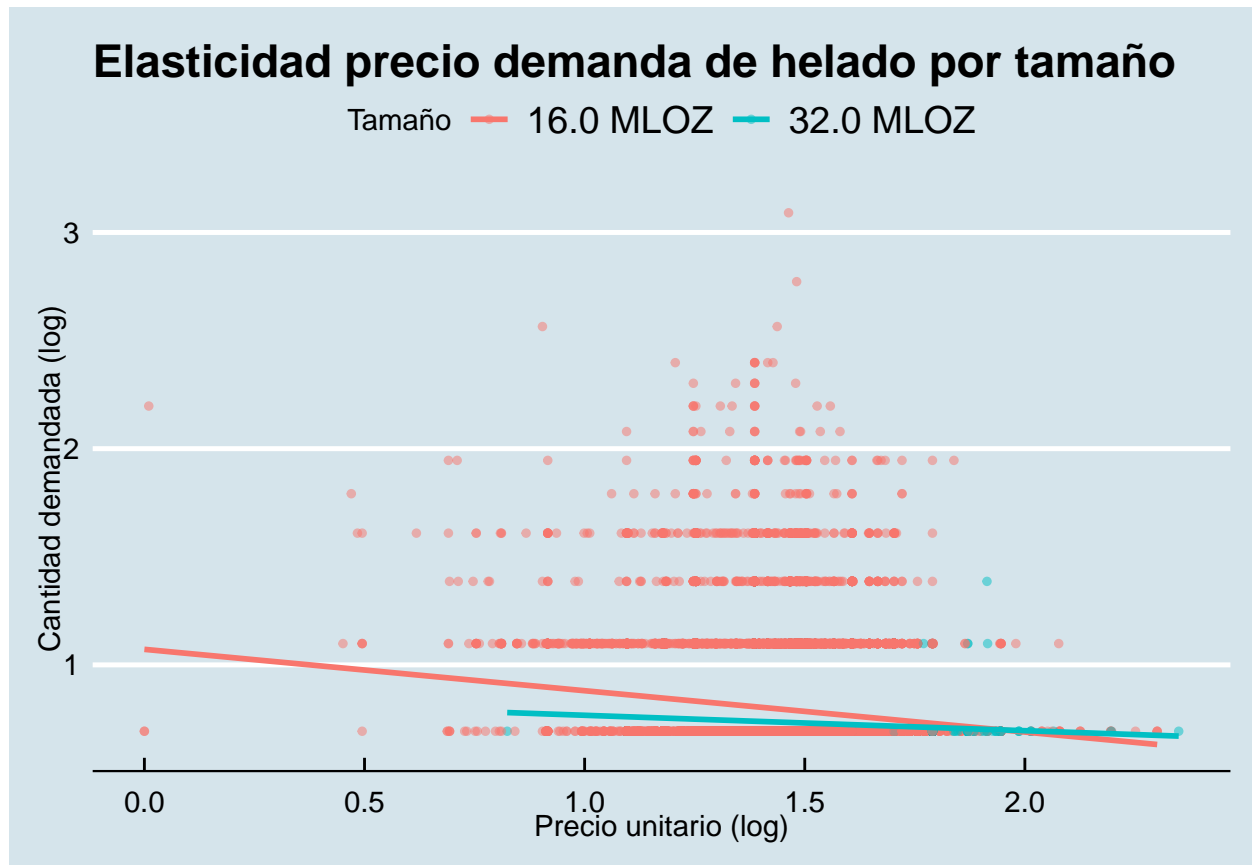
Aunque parece haber una relación negativa, marcada por las compras de 1 a 4 productos, esta no es tan clara para mayores cantidades.

**11. Grafica la misma relación pero ahora entre  $\log(p + 1)$  y  $\log(q + 1)$** 

Cuando hacemos la transformación, la relación negativa es más evidente:



12. Grafica la curva de demanda por tamaño del helado. Parece haber diferencias en la elasticidad precio dependiendo de la presentación del helado? (2 pts)



De observar la gráfica, hay indicios de que es probable que ambas curvas sean diferentes. Sin embargo, para tener más argumentos planteamos la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0 : \beta_{3,32MLOZ} = 0$$

$$H_a : \beta_{3,32MLOZ} \neq 0$$

Donde el modelo a estimar es el siguiente:

$$\log(q_i + 1) = \beta_0 + \beta_1 \log(p_i + 1) + \beta_2 32MLOZ + \beta_3 \log(p_i + 1) 32MLOZ_i + v_i$$

```
# Prueba de hipotesis
elast_size <- lm(log(quantity+1)~log(unit_price+1)*size1_descr,
                 data=base)

hip_size <- c(0,0,0,1)

library(car)
linearHypothesis(elast_size,hip_size, rhs = NULL, white.adjust="hc1")
```

```
## Linear hypothesis test
##
## Hypothesis:
## log(unit_price + size1_descr32.0 MLOZ = 0
##
## Model 1: restricted model
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * size1_descr
##
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
##
##      Res.Df Df      F Pr(>F)
## 1    21971
## 2    21970   1 4.5407 0.03311 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Al realizar la prueba de hipótesis se obtiene un valor p de 0.03, por lo que se rechazaría la hipótesis nula con un nivel de significancia de 5% en favor de la alternativa (que son diferentes de manera significativa).

### 13. Grafica la curva de demanda por sabor. Crea una variable con los 3 sabores más populares y agrupa el resto de los sabores como ‘otros’. Parece haber diferencias en la elasticidad precio dependiendo del sabor?

El primer paso es averiguar cuáles son estos 3 sabores más populares. Para ello elaboramos la siguiente tabla:

Parece que los 3 sabores más populares son *CHERRY GRCA*, *CHC FUDGE BROWNIE* y *CHC CHIP C-DH*.

El siguiente paso es crear la variable que distinga entre estos 3 sabores y agrupe al resto para después graficar y hacer una prueba de hipótesis:

```
base<-base%>%
  mutate(sabores_pop= ifelse(flavor_descr=='CHERRY GRCA','cherry grca',
    (ifelse(flavor_descr=='CHC FUDGE BROWNIE','chc fudge brownie',
      (ifelse(flavor_descr=='CHC CHIP C-DH','chc chip c-dh','otros')))))
```

A primera vista, parece que las 4 curvas están muy empalmadas y parece que tienen una pendiente y ordenada al origen similar. A diferencia del caso del tamaño del helado, las diferencias en la elasticidad precio demanda observadas para los sabores de helado aparentan ser muy pequeñas. Sin embargo, realizamos las siguientes pruebas de hipótesis para tener una conclusión más certera:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_a : \beta_j \neq 0$$

donde evaluamos una prueba para el coeficiente de cada interacción de términos ( $\beta_5, \beta_6$  y  $\beta_7$ ), con base en el siguiente modelo:

$$\begin{aligned} \log(q_i + 1) = & \beta_0 + \beta_1 \log(p_i + 1) + \beta_2 \text{chc}_c \text{hip}_c - dh + \beta_3 \text{chc}_f \text{fudge}_b \text{rownie} + \\ & \beta_4 \text{cherry}_g \text{rca} + \beta_5 \log(p_i + 1) \text{chc}_c \text{hip}_c - dh + \beta_6 \log(p_i + 1) \text{chc}_f \text{fudge}_b \text{rownie} + \\ & \beta_7 \log(p_i + 1) \text{cherry}_g \text{rca} + v_i \end{aligned}$$

```

elast_sabores <- lm(log(quantity+1)~log(unit_price+1)*relevel(as.factor(sabores_pop),ref='otros',
data=base)

hipchip <- c(0,0,0,0,0,1,0,0)
hipfudge <- c(0,0,0,0,0,0,1,0)
hipcherry <- c(0,0,0,0,0,0,0,1)

linearHypothesis(elast_sabores,hipchip, rhs = NULL, white.adjust="hc1")

## Linear hypothesis test
##
## Hypothesis:
## log(unit_price + relevel(as.factor(sabores_pop), ref = "otros"))chc chip c - dh = 0
##
## Model 1: restricted model
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * relevel(as.factor(sabores_pop),
##      ref = "otros")
##
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
##
##   Res.Df Df       F Pr(>F)
## 1   21967
## 2   21966  1 0.1194 0.7297

linearHypothesis(elast_sabores,hipfudge, rhs = NULL, white.adjust="hc1")

## Linear hypothesis test
##
## Hypothesis:

```



```
## log(unit_price + relevel(as.factor(sabores_pop), ref = "otros"))chc fudge brownie = 0
##
## Model 1: restricted model
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * relevel(as.factor(sabores_pop),
##   ref = "otros")
##
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
##
##   Res.Df Df       F Pr(>F)
## 1  21967
## 2  21966  1 0.1352 0.7131

linearHypothesis(elast_sabores,hipcherry, rhs = NULL, white.adjust="hc1")

## Linear hypothesis test
##
## Hypothesis:
## log(unit_price + relevel(as.factor(sabores_pop), ref = "otros"))cherry grca = 0
##
## Model 1: restricted model
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * relevel(as.factor(sabores_pop),
##   ref = "otros")
##
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
##
##   Res.Df Df       F Pr(>F)
## 1  21967
## 2  21966  1 5.7615 0.01639 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Al evaluar la hipótesis nula de si los coeficientes estimados de la elasticidad precio demanda entre las submuestras contempladas eran iguales, solamente se rechaza la de *cherry grca* con un  $p$ -value de 1.6%. Es decir, la elasticidad precio demanda de los helados *cherry grca* tiene un comportamiento diferenciado del resto de los sabores, y lo mismo no se puede decir para los otros dos sabores más populares.

Por último, también observamos las diferencias entre los tres sabores más populares. Para hacer esto, usamos el mismo modelo para evaluar las hipótesis de diferencias en los coeficientes de interacciones de los tres sabores más populares:

$$H_0 : \beta_j - \beta_k = 0$$

$$H_a : \beta_j - \beta_k \neq 0$$

```
hipcherryfudge <- c(0,0,0,0,0,0,1,-1)
hipcherrychip <- c(0,0,0,0,0,1,0,-1)
hipchipfudge <- c(0,0,0,0,0,1,-1,0)
```

```
linearHypothesis(elast_sabores,hipchipfudge, rhs = NULL, white.adjust="hc1")
```

```
## Linear hypothesis test
```

```
##
```

```
## Hypothesis:
```

```
## log(unit_price + relevel(as.factor(sabores_pop), ref = "otros")chc chip c - dh - log(unit_
```

```
##
```

```
## Model 1: restricted model
```

```
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * relevel(as.factor(sabores_pop),
```

```
## ref = "otros")
```

```
##
```

```
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
```

```
##
```

```
## Res.Df Df F Pr(>F)
```

```
## 1 21967
```

```
## 2 21966 1 0.2769 0.5988
```

```
linearHypothesis(elast_sabores,hipcherryfudge, rhs = NULL, white.adjust="hc1")
```

```
## Linear hypothesis test
```

```
##
```

```
## Hypothesis:
```

```
## log(unit_price + relevel(as.factor(sabores_pop), ref = "otros")chc fudge brownie - log(uni
```

```
##
```

```
## Model 1: restricted model
```

```
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * relevel(as.factor(sabores_pop),
```

```
## ref = "otros")
```

```
##
```

```
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
```

```
##
```

```
## Res.Df Df F Pr(>F)
```

```
## 1 21967
```

```
## 2 21966 1 1.4144 0.2343
```

```
linearHypothesis(elast_sabores,hipcherrychip, rhs = NULL, white.adjust="hc1")
```

```
## Linear hypothesis test
```

```
##
```

```
## Hypothesis:
## log(unit_price + relevel(as.factor(sabores_pop), ref = "otros")) ~ log(unit_price + 1)
##
## Model 1: restricted model
## Model 2: log(quantity + 1) ~ log(unit_price + 1) * relevel(as.factor(sabores_pop),
##   ref = "otros")
##
## Note: Coefficient covariance matrix supplied.
##
##   Res.Df Df    F Pr(>F)
## 1  21967
## 2  21966  1 3.0389 0.08131 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Estas pruebas no se rechazan a un nivel de significancia de 5%.

## Estimación

### 14. Estima la regresión de la curva de demanda de los helados. Reporta la tabla de la regresión

Algunos tips:

- No olvides borrar la variable que recién creamos de sabores. Incluirla (dado que es perfectamente colineal con flavor), sería una violación a supuesto GM 3 de la regresión.
- No olvides quitar `quantity`, `price_unit`, `price_deal` y otras variables que sirven como identificadora. También quitar `fips_state_code` y `fips_county_code`.
- Empecemos con una regresión que incluya a todas las variables.

Nota: La regresión en R entiende que si le metes variables de texto, debe convertirlas a un factor. En algunos otros algoritmos que veremos durante el curso, tendremos que convertir manualmente toda la base a una numérica.

Quitemos las fechas

```
base$female_head_birth<-NULL
base$male_head_birth<-NULL
```

En primer lugar estimamos el modelo más sencillo posible.

```
model_a<-lm(unit_price~quantity,data = base)
stargazer(model_a, type = "latex", title="Regresión", digits=1,header=FALSE)
```

**Table 1. Regresión**

	<i>Dependent variable:</i>
	unit_price
quantity	-0.1*** (0.01)
Constant	3.4*** (0.01)
Observations	21,974
R <sup>2</sup>	0.01
Adjusted R <sup>2</sup>	0.01
Residual Std. Error	0.7 (df = 21972)
F Statistic	283.8*** (df = 1; 21972)

*Note:* \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

En segundo lugar, estimamos el modelo con todas las variables, siguiendo los tips. En el siguiente código mostramos el proceso previo a la estimación.

```
# convertimos sabores en dummies y ponemos como base los de vainilla
base$flavor_descr <- relevel(factor(base$flavor_descr),"VAN")
#base$size1_descr <- factor(base$size1_descr,levels=1:2, labels=c("small","big"))

# uso de cupon / no uso de cupon
base$coupon <- factor(base$coupon_value>0)

# región
levels(base$region) <- c("East","Central","South","West")

# estado civil
base$married <- factor(base$marital_status==1)

# raza
base$race <- factor(base$race, levels= 1:4)
levels(base$race) <- c("White","Black","Asian","Other")
```

```
# hispano
base$hispanic_origin <- factor(base$hispanic_origin==1)

# fórmula
base$formula_descr <- as.factor(base$formula_descr)

# tamaño
base$size1_descr <- as.factor(base$size1_descr)

# tvs
base$pay_tv <- base$tv_items>1

# internet
base$internet <- base$household_internet_connection==1

base$log_price <- log(base$unit_price+1)

# quitamos columnas irrelevantes y que sirven como identificadoras
#base_reg <- select (base,-c(sabores_pop,
#                             quantity,
#                             unit_price, price_paid_deal, price_paid_non_deal
#                             id, id_trans, household_id,
#                             fips_county_code, fips_state_code))

base_reg<- base[,c("quantity",
                  "log_price",
                  "flavor_descr",
                  "size1_descr",
                  "household_income",
                  "household_size",
                  "coupon",
                  "region",
                  "married",
                  "race",
                  "hispanic_origin",
                  "promotion_type",
                  "age_of_female_head",
                  "age_of_male_head",
                  "age_and_presence_of_children",
```

```

      "male_head_employment",
      "female_head_employment",
      "male_head_education", "female_head_education",
      "male_head_occupation",
      "female_head_occupation",
      "household_composition",
      "type_of_residence",
      "kitchen_appliances",
      "pay_tv",
      "internet"]
model_a2<-lm(log(quantity+1) ~ ., data = base_reg)

```

Por cuestiones de espacio y de comodidad lectora, los resultados los publicamos *en este enlace*.

CORREGIR

**15 (2 pts).** Cuales son los elementos que guarda el objeto de la regresión? Listalos. Cual es el F-test de la regresión? Escribe la prueba de manera matemática (i.e. como la vimos en clase). (Tip: `summary(fit)` te arroja algo del F-test)

En cuanto a elementos del objeto (tanto de variables como del modelo en general):

```
tidy(model_a2)
```

```

## # A tibble: 161 x 5
##   term                                estimate std.error statistic  p.value
##   <chr>                                <dbl>     <dbl>     <dbl>    <dbl>
## 1 (Intercept)                        0.924      0.0535      17.3  2.35e-66
## 2 log_price                         -0.170      0.00993    -17.1  3.51e-65
## 3 flavor_descrAMERICONE DREAM        0.0288      0.0122       2.36  1.81e- 2
## 4 flavor_descrBANANA SPLIT           0.0233      0.0131       1.77  7.69e- 2
## 5 flavor_descrBLACK & TAN            0.142      0.0446       3.19  1.44e- 3
## 6 flavor_descrBROWNIE BATTER        -0.00152    0.0204     -0.0746 9.40e- 1
## 7 flavor_descrBUTTER PECAN           0.0337      0.0170       1.99  4.71e- 2
## 8 flavor_descrCAKE BATTER            -0.00419    0.0145     -0.290 7.72e- 1
## 9 flavor_descrCHC                    0.00536     0.0244       0.220 8.26e- 1
## 10 flavor_descrCHC ALMOND NOUGAT    -0.00658    0.0221     -0.298 7.66e- 1
## # ... with 151 more rows

```

```
glance(model_a2)
```

```

## # A tibble: 1 x 12
##   r.squared adj.r.squared sigma statistic  p.value    df logLik    AIC    BIC

```

```
##          <dbl>          <dbl> <dbl>          <dbl>          <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1      0.0724          0.0658 0.216          11.1 1.30e-247      154  2552. -4792. -3545.
## # ... with 3 more variables: deviance <dbl>, df.residual <int>, nobs <int>
```

En cuanto a la prueba F, recordemos que:

$$F = \frac{\frac{TSS-RSS}{k}}{\frac{RSS}{n-k-1}}$$

y en r la podemos calcular de la siguiente forma.

```
RSS <- sum(model_a2$residuals^2)
TSS<- sum((base$quantity-mean(base$quantity))^2)
n<- length(base$unit_price)
k<- sum(!is.na(model_a2$coefficients))
(F <- ((TSS-RSS)/k)/(RSS/(n-k-1)))
```

```
## [1] 1463.597
```

**16. Cuál es la elasticidad precio de los helados Ben and Jerry ? Es significativo? Interpreta el coeficiente**

**#COMENTARIO FALTA LA SIGNIFICANCIA (sugerencia hacer una prueba t como la que hicimos anteriormente)**

```
# para model_a2
x <- mean(base$unit_price)
y <- mean(base$quantity)
beta <- model_a2$coefficients[2]

elasticity <- beta * (x/y)
# A primera vista sí es significativo
paste("La elasticidad precio de la demanda es de",round(elasticity,2),"%")
```

```
## [1] "La elasticidad precio de la demanda es de -0.44 %"
```

```
paste("Ante un aumento de 1% en el precio, la cantidad demandada se reduce en",
      round(elasticity,2),"%")
```

```
## [1] "Ante un aumento de 1% en el precio, la cantidad demandada se reduce en -0.44 %"
```

```
beta2 <- model_a$coefficients[2]
beta2*(y/x)
```

```
##      quantity
```

```
## -0.03996474
```

**17. Cuántos p-values tenemos en la regresión. Haz un histograma de los p-values.**

**#COMENTARIO CORREGIR ESTE ANALISIS**

```
pvalues<-as.data.frame(tidy(model_a2))
colSums(is.na(pvalues))
```

```
##      term estimate std.error statistic  p.value
##      0         6         6         6         6
```

```
nrow(pvalues)
```

```
## [1] 161
```

Tenemos 155 p values (de 161 variables más la ordenada al origen menos 6 variables colineales)

**18 (4pts). Realiza un ajuste FDR a una  $q = 0.10$ . Grafica el procedimiento (con y sin zoom-in a  $p\text{-values} < 0.05$ ). Cuantas variables salían significativas con  $\alpha = 0.05$ ? Cuantas salen con FDR?**

Tip: crea el ranking de cada p-value como resultados `%>% arrange(p.value) %>% mutate(ranking = row_number)`

**#COMENTARIO mejroar graficas (hacer con gg plot y agregar tema y labels)**

```
valores_p <- summary(model_a2)$coefficients[,4]
# Función(vector de valores p, q)
```

```
fdr <- function(valores_p,q){
  valores_p <- valores_p[!is.na(valores_p)]
  n <-< length(valores_p)

  k <- rank (valores_p,ties.method="min")
  t <- valores_p <= q*k/n
  t[valores_p<max(valores_p[t])] <- TRUE

  orden <- order(valores_p)
  valores_p_ordenados <-< valores_p[orden]
  plot(valores_p[orden])
```



```

lines(1:n, q*(1:n)/n, col='red')

return(max(valores_p[t]))
}

```

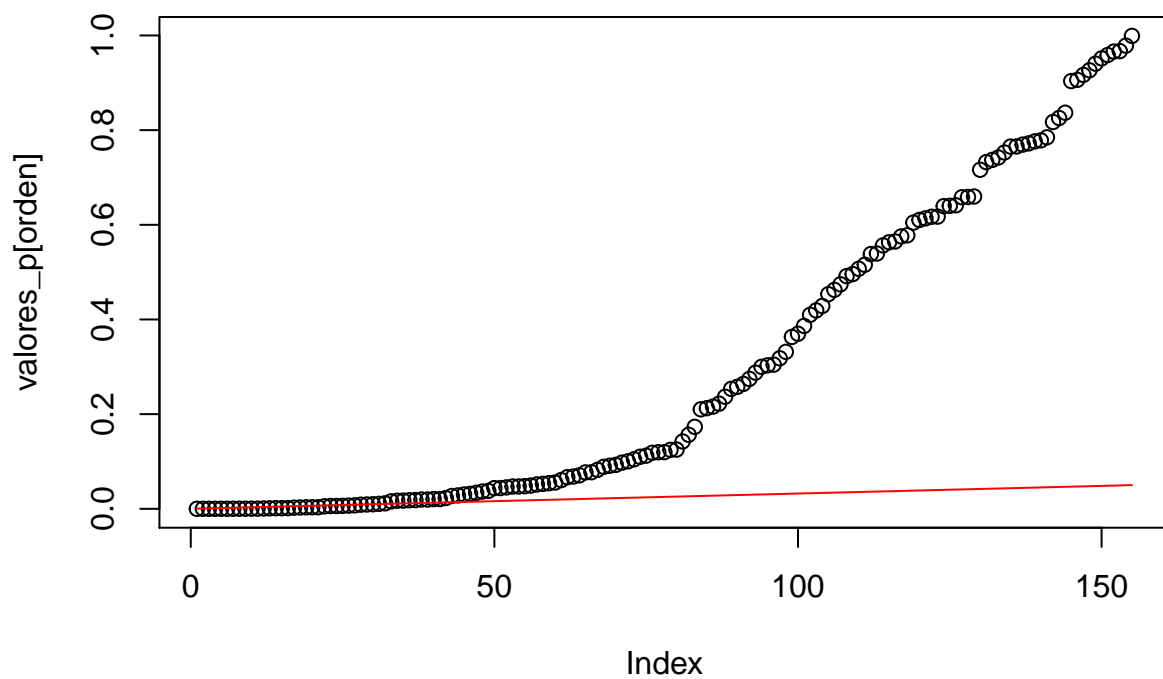
```

q<- 0.05
fdr(valores_p,q)

```

```
## [1] 0.009638074
```

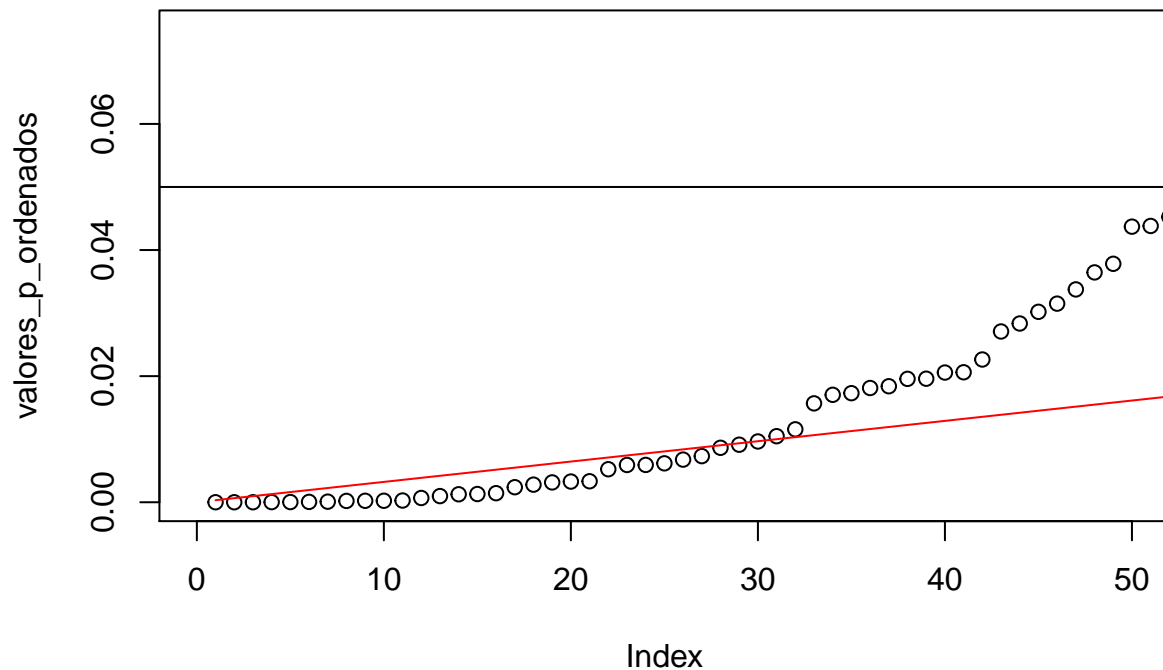
```
fdr_save <- fdr(valores_p,q)
```



```

plot(valores_p_ordenados,ylim=c(0,q+0.025),xlim=c(0,50))
lines(1:n, q*(1:n)/n,col='red')
abline(h = q)

```



```
# prueba
# abc <- c(0.52, 0.07, 0.013, 0.0001, 0.26, 0.04, 0.01, 0.15, 0.03, 0.0002)

# alternativa
fdr2 <- p.adjust(p=valores_p,method="BH")
names(fdr2) <- fdr2 <=0.05
```

¿Cuántas variables salían significativas? ¿Cuántas salen con FDR?

Antes 57 variables salían significativas, después, tan solo 27.

```
# Antes
sum(valores_p<0.05)
```

```
## [1] 56
```

```
# Con FDR
sum(valores_p<fdr_save)
```

```
## [1] 29
```

**19 (2pts).** Repite el ejercicio pero ahora con Holm-Bonferroni. Comparalo vs FDR. En este caso cuantas variables son significativas? Haz la grafica comparativa (solo con zoom-in)