

PRA 2: Neteja, validació i anàlisi de les dades

Álvaro Díaz i David Leiva

13/12/2020

Contents

Detalls de l'activitat	1
Presentació	2
Competències	2
Objectius	2
Resolució	2
Descripció del dataset	2
Importància i objectius de l'anàlisi	4
Neteja de les dades	5
Preparació del dataset	5
Descripció del dataset	8
Valors nuls	8
Correcció valors nuls de variables categòriques	11
Correcció valors nuls de variables quantitatives	11
Anàlisi de les dades	11
Comprobació de la normalitat	43
Proves estadístiques	43
Comparació entre grups de la classe	43
Correlació entre les variables seleccionades	45
MELD	46
Model amb regressió logística	48

Detalls de l'activitat

Presentació

En aquesta pràctica s'elabora un cas pràctic orientat a aprendre a identificar les dades rellevants per un projecte analític i usar les eines d'integració, neteja, validació i anàlisi de les mateixes

Competències

En aquesta pràctica es desenvolupen les següents competències del Màster de Data Science:

- Capacitat d'analitzar un problema en el nivell d'abstracció adequat a cada situació i aplicar les habilitats i coneixements adquirits per abordar-lo i resoldre'l.
- Capacitat per aplicar les tècniques específiques de tractament de dades (integració, transformació, neteja i validació) per al seu posterior anàlisi.

Objectius

Els objectius concrets d'aquesta pràctica són:

- Aprendre a aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dintre de contextos més amplis o multidisciplinaris.
- Saber identificar les dades rellevants i els tractaments necessaris (integració, neteja i validació) per dur a terme un projecte analític.
- Aprendre a analitzar les dades adequadament per abordar la informació continguda en les dades.
- Identificar la millor representació dels resultats per tal d'aportar conclusions sobre el problema plantejat en el procés analític.
- Actuar amb els principis ètics i legals relacionats amb la manipulació de dades en funció de l'àmbit d'aplicació.
- Desenvolupar les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
- Desenvolupar la capacitat de cerca, gestió i ús d'informació i recursos en l'àmbit de la ciència de dades.

Resolució

Descripció del dataset

Es realitzarà l'anàlisi exploratori (EDA) del dataset <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/HCC+Survival> on es recopila informació de pacients amb carcinoma hepatocel·lular (HCC) i la seva supervivència a l'any.

L'HCC és el tumor hepàtic més comú en els pacients amb hepatopatia crònica. La supervivència d'aquests pacients no només depen de l'estadi tumoral si no que també depen de l'estat funcional del fetge.

El conjunt de dades HCC es va obtenir en l'Hospital Universitari de Coïmbra (Portugal) i contenia diversos factors demogràfics, de risc, de laboratori i de supervivència global de 165 pacients reals diagnosticats de HCC. El conjunt de dades conté 49 funcions seleccionades segons les directrius de pràctica clínica EASL-EORTC (Associació Europea per a l'Estudi del Fetge - Organització Europea per a la Recerca i el Tractament del Càncer), que són els habituals en la gestió de HCC.

Es tracta d'un conjunt de dades heterogeni, amb 23 variables quantitatives i 26 variables qualitatives. La variable objectiu és la supervivència a 1 any i es va codificar com a variable binària: 0 (mor) i 1 (viu).

Les variables del dataset són:

- **Gender (Gen):** [1=Home;0=Dona] Sexe del pacient
- **Symptoms (Sym):**[1=Si;0=No] Sintomàtic
- **Alcohol (Alc):** [1=Si;0=No] Hepatopatia alcohòlica
- **Hepatitis B Surface Antigen (HBS):** [1=Si;0=No] Antigen de superfície de l'hepatitis B present a la sang
- **Hepatitis B e Antigen (HBe):**[1=Si;0=No] Antigen e de l'hepatitis B present a la sang
- **Hepatitis B Core Antibody (HBC):** [1=Si;0=No] Anticòs per l'hepatitis B present a la sang
- **Hepatitis C Virus Antibody (HCV):** [1=Si;0=No] Anticòs per l'hepatitis C present a la sang
- **Cirrhosis (Cir):** [1=Si;0=No] Estadío avançat d'hepatopatia crònica
- **Endemic Countries (End):** [1=Si;0=No] Pacient procedent de països amb alta prevalença d'hepatitis vírica
- **Smoking (Smo):** [1=Si;0=No] Fumador
- **Diabetes (Dia):** [1=Si;0=No] Diabètic
- **Obesity (Obe):** [1=Si;0=No] Obesitat
- **Hemochromatosis (Hem):**[1=Si;0=No] Hemocromatosi
- **Arterial Hypertension (HyA):** [1=Si;0=No] Hipertensió arterial
- **Chronic Renal Insufficiency(CRI):** [1=Si;0=No] Insuficiència renal
- **Human Immunodeficiency Virus (HIV):** [1=Si;0=No] Infecció per HIV
- **Nonalcoholic Steatohepatitis (Ste):** [1=Si;0=No] Esteatosis hepàtica de origen no alcohòlic
- **Esophageal Varices (Eso):** [1=Si;0=No] Presència de varius esofàgics com indicador d'hipertensió portal
- **Splenomegaly (Spl):** [1=Si;0=No] Augment del tamany de la melsa com indicador d'hipertensió portal
- **Portal Hypertension (PHT):** [1=Si;0=No] Pacient amb hipertensió arterial coneguda
- **Portal Vein Thrombosis (PVT):** [1=Si;0=No] Presència de trombosi venosa portal
- **Liver Metastasis (Met):** [1=Si;0=No] Metàstasi hepàtica
- **Radiological Hallmark (Rad):** [1=Si;0=No]Comportament radiològic típic per HCC
- **Age at diagnosis (Age):** Anys d'edat al moment del diagnòstic de HCC
- **Grams of Alcohol per day (gAl):** Grams d'alcohol ingerit de mitjana al dia
- **Packs of cigarets per year (PCi):** Número de paquets de cigarrets consumits per any
- **Performance Status (PSt):** [0=Activo;1=Restringit;2=Asistencia ocasional;3=Asistencia parcial;4=Asistencia total;5=Mort] Escala de l'estat general del pacient oncològic

- **Encephalopathy degree (Enc):** [1=Cap;2=Grau I/II; 3=Grau III/IV] Grau d'afectació mental de l'hepatopatia
- **Ascites degree (Asc):** [1=Cap;2=Lleu;3=Moderada a Severa] Grau d'ascitis com a indicador indirecte d'hipertensió portal
- **International Normalised Ratio (INR):** Temps de protrombina
- **Alpha-Fetoprotein (ng/mL) (AFe):** Nivells del marcador tumoral a la sang
- **Haemoglobin (g/dL) (Hae):** Nivells de Hemoglobina a la sang
- **Mean Corpuscular Volume (MCV):** Volum corpuscular mig dels eritrocits
- **Leukocytes(G/L) (Leu):** Concentració de cèl·lules blanques en sang
- **Platelets (Pla):** Concentració de plaquetes en sang
- **Albumin (mg/dL) (Alb):** Nivells d'albumina en sang
- **Total Bilirubin(mg/dL) (BiT):** Nivells de Bilirrubina Total en sang
- **Alanine transaminase (U/L) (ALT):** Nivells d'ALT en sang
- **Aspartate transaminase (U/L) (AST):** Nivells d'ASP en sang
- **Gamma glutamyl transferase (U/L) (GGT):** Nivells gamma-GT en sang
- **Alkaline phosphatase (U/L) (ALP):** Nivells de fosfatasa alcalina en sang
- **Total Proteins (g/dL) (Pro):** Concentració total de proteïnes en sang
- **Creatinine (mg/dL) (Crea):** Concentració de creatinina en sang
- **Number of Nodules (Nod):** Número de nòduls d'HCC visualitzats
- **Major dimension of nodule (cm) (DiN):** Tamany major dels nòduls d'HCC
- **Direct Bilirubin (mg/dL) (BiD):** Nivells de Bilirrubina Directe en sang
- **Iron (Iro):** Concentració de ferro en sang
- **Oxygen Saturation (%) (OxS):** Saturació d'oxigen de la sang
- **Ferritin (ng/mL) (Fer):** Nivells de ferritina en sang
- **Class Attribute (Class):**[0=Mort; 1=Viu] Supervivent a l'any del diagnòstic d'HCC

Importància i objectius de l'anàlisi

Amb les dades recopilades al dataset podem intentar saber quines variables estan més relacionades amb la supervivència a l'any. Podem conèixer el grau de correlació entre les variables independents per finalment definir un model de regressió logística per tal d'intentar predir la mortalitat a l'any amb les variables seleccionades.

Poder conèixer la probabilitat de supervivència d'un pacient amb diagnòstic recent d'HCC podrà fer que s'adaptin millors les opcions de tractament, sent més agressius en pacients amb alta probilitat de sobreviure, i en canvi, optant per teràpies paliatives o de confort per pacients amb pitjor pronòstic.

Neteja de les dades

Preparació del dataset

```
# Importació del dataset
download.file("https://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/00423/hcc-survival.zip", "mydata.zip")
unzip("mydata.zip")
hcc<-read.csv ("hcc-survival/hcc-data.txt",header = F, dec = ".", stringsAsFactors = F, na.strings = "?")

# Noms de les variables
hcc_header<-c("Gender", "Symptoms", "Alcohol", "Hepatitis B Surface Antigen",
              "Hepatitis B e Antigen", "Hepatitis B Core Antibody",
              "Hepatitis C Virus Antibody", "Cirrhosis",
              "Endemic Countries", "Smoking", "Diabetes", "Obesity",
              "Hemochromatosis", "Arterial Hypertension",
              "Chronic Renal Insufficiency", "Human Immunodeficiency Virus",
              "Nonalcoholic Steatohepatitis", "Esophageal Varices",
              "Splenomegaly", "Portal Hypertension",
              "Portal Vein Thrombosis", "Liver Metastasis",
              "Radiological Hallmark", "Age at diagnosis",
              "Grams of Alcohol per day", "Packs of cigarets per year",
              "Performance Status", "Encephalopathy degree", "Ascites degree",
              "International Normalised Ratio", "Alpha-Fetoprotein (ng/mL)",
              "Haemoglobin (g/dL)", "Mean Corpuscular Volume",
              "Leukocytes(G/L)", "Platelets", "Albumin (mg/dL)",
              "Total Bilirubin(mg/dL)", "Alanine transaminase (U/L)",
              "Aspartate transaminase (U/L)",
              "Gamma glutamyl transferase (U/L)",
              "Alkaline phosphatase (U/L)", "Total Proteins (g/dL)",
              "Creatinine (mg/dL)", "Number of Nodules",
              "Major dimension of nodule (cm)",
              "Direct Bilirubin (mg/dL)", "Iron", "Oxygen Saturation (%)",
              "Ferritin (ng/mL)", "Class Attribute" )

hcc_header_cortos<-c("Gen", "Sym", "Alc", "HBS", "HBe", "HBC", "HCV", "Cir",
                    "End", "Smo", "Dia", "Obe", "Hem", "HyA", "CRI", "HIV",
                    "Ste", "Eso", "Spl", "PHT", "PVT", "Met", "Rad", "Age", "gAl",
                    "PCi", "PSt", "Enc", "Asc", "INR", "AFe", "Hae", "MCV", "Leu",
                    "Pla", "Alb", "BiT", "ALT", "AST", "GGT", "ALP", "Pro",
                    "Crea", "Nod", "DiN", "BiD", "Iro", "OxS", "Fer", "Class" )

colnames(hcc)<-hcc_header

tipVar <- c()
for (i in 1:ncol(hcc)) tipVar <- c(tipVar,is(hcc[,i])[1])
tipVar <- table(tipVar)
```

Al nostre dataset, tenim 32 variables de tipus integer i 18 variables de tipus numeric.

```
summary(hcc)
```

##	Gender	Symptoms	Alcohol	Hepatitis B Surface Antigen
----	--------	----------	---------	-----------------------------

##	Min. :0.0000	Min. :0.0000	Min. :0.0000	Min. :0.0000
##	1st Qu.:1.0000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000
##	Median :1.0000	Median :1.0000	Median :1.0000	Median :0.0000
##	Mean :0.8061	Mean :0.6395	Mean :0.7394	Mean :0.1081
##	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:0.0000
##	Max. :1.0000	Max. :1.0000	Max. :1.0000	Max. :1.0000
##		NA's :18		NA's :17
##	Hepatitis B e Antigen	Hepatitis B Core Antibody	Hepatitis C Virus Antibody	
##	Min. :0.00000	Min. :0.0000	Min. :0.0000	
##	1st Qu.:0.00000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000	
##	Median :0.00000	Median :0.0000	Median :0.0000	
##	Mean :0.00794	Mean :0.2695	Mean :0.2179	
##	3rd Qu.:0.00000	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:0.0000	
##	Max. :1.00000	Max. :1.0000	Max. :1.0000	
##	NA's :39	NA's :24	NA's :9	
##	Cirrhosis	Endemic Countries	Smoking	Diabetes
##	Min. :0.000	Min. :0.00000	Min. :0.0000	Min. :0.0000
##	1st Qu.:1.000	1st Qu.:0.00000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000
##	Median :1.000	Median :0.00000	Median :1.0000	Median :0.0000
##	Mean :0.903	Mean :0.07937	Mean :0.5081	Mean :0.3457
##	3rd Qu.:1.000	3rd Qu.:0.00000	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:1.0000
##	Max. :1.000	Max. :1.00000	Max. :1.0000	Max. :1.0000
##		NA's :39	NA's :41	NA's :3
##	Obesity	Hemochromatosis	Arterial Hypertension	
##	Min. :0.000	Min. :0.0000	Min. :0.0000	
##	1st Qu.:0.000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000	
##	Median :0.000	Median :0.0000	Median :0.0000	
##	Mean :0.129	Mean :0.0493	Mean :0.3642	
##	3rd Qu.:0.000	3rd Qu.:0.0000	3rd Qu.:1.0000	
##	Max. :1.000	Max. :1.0000	Max. :1.0000	
##	NA's :10	NA's :23	NA's :3	
##	Chronic Renal Insufficiency	Human Immunodeficiency Virus		
##	Min. :0.0000	Min. :0.00000		
##	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.00000		
##	Median :0.0000	Median :0.00000		
##	Mean :0.1227	Mean :0.01987		
##	3rd Qu.:0.0000	3rd Qu.:0.00000		
##	Max. :1.0000	Max. :1.00000		
##	NA's :2	NA's :14		
##	Nonalcoholic Steatohepatitis	Esophageal Varices	Splenomegaly	
##	Min. :0.00000	Min. :0.0000	Min. :0.00	
##	1st Qu.:0.00000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.00	
##	Median :0.00000	Median :1.0000	Median :1.00	
##	Mean :0.05594	Mean :0.6106	Mean :0.56	
##	3rd Qu.:0.00000	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:1.00	
##	Max. :1.00000	Max. :1.0000	Max. :1.00	
##	NA's :22	NA's :52	NA's :15	
##	Portal Hypertension	Portal Vein Thrombosis	Liver Metastasis	
##	Min. :0.0000	Min. :0.0000	Min. :0.0000	
##	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000	1st Qu.:0.0000	
##	Median :1.0000	Median :0.0000	Median :0.0000	
##	Mean :0.7143	Mean :0.2222	Mean :0.2236	
##	3rd Qu.:1.0000	3rd Qu.:0.0000	3rd Qu.:0.0000	
##	Max. :1.0000	Max. :1.0000	Max. :1.0000	

##	NA's :11	NA's :3	NA's :4
##	Radiological Hallmark	Age at diagnosis	Grams of Alcohol per day
##	Min. :0.000	Min. :20.00	Min. : 0.00
##	1st Qu.:0.000	1st Qu.:57.00	1st Qu.: 0.00
##	Median :1.000	Median :66.00	Median : 75.00
##	Mean :0.681	Mean :64.69	Mean : 71.01
##	3rd Qu.:1.000	3rd Qu.:74.00	3rd Qu.:100.00
##	Max. :1.000	Max. :93.00	Max. :500.00
##	NA's :2		NA's :48
##	Packs of cigarets per year	Performance Status	Encephalopathy degree
##	Min. : 0.00	Min. :0.000	Min. :1.000
##	1st Qu.: 0.00	1st Qu.:0.000	1st Qu.:1.000
##	Median : 0.00	Median :1.000	Median :1.000
##	Mean : 20.46	Mean :1.018	Mean :1.159
##	3rd Qu.: 30.50	3rd Qu.:2.000	3rd Qu.:1.000
##	Max. :510.00	Max. :4.000	Max. :3.000
##	NA's :53		NA's :1
##	Ascites degree	International Normalised Ratio	Alpha-Fetoprotein (ng/mL)
##	Min. :1.000	Min. :0.840	Min. :1.20e+00
##	1st Qu.:1.000	1st Qu.:1.170	1st Qu.:5.20e+00
##	Median :1.000	Median :1.300	Median :3.30e+01
##	Mean :1.442	Mean :1.422	Mean :1.93e+04
##	3rd Qu.:2.000	3rd Qu.:1.530	3rd Qu.:6.15e+02
##	Max. :3.000	Max. :4.820	Max. :1.81e+06
##	NA's :2	NA's :4	NA's :8
##	Haemoglobin (g/dL)	Mean Corpuscular Volume	Leukocytes(G/L)
##	Min. : 5.00	Min. : 69.50	Min. : 2.20
##	1st Qu.:11.43	1st Qu.: 89.78	1st Qu.: 5.10
##	Median :13.05	Median : 94.95	Median : 7.20
##	Mean :12.88	Mean : 95.12	Mean : 1473.96
##	3rd Qu.:14.60	3rd Qu.:100.67	3rd Qu.: 19.52
##	Max. :18.70	Max. :119.60	Max. :13000.00
##	NA's :3	NA's :3	NA's :3
##	Platelets	Albumin (mg/dL)	Total Bilirubin(mg/dL)
##	Min. : 1.7	Min. :1.900	Min. : 0.300
##	1st Qu.: 255.8	1st Qu.:3.000	1st Qu.: 0.800
##	Median : 93000.0	Median :3.400	Median : 1.400
##	Mean :113206.4	Mean :3.446	Mean : 3.088
##	3rd Qu.:171500.0	3rd Qu.:4.050	3rd Qu.: 2.925
##	Max. :459000.0	Max. :4.900	Max. :40.500
##	NA's :3	NA's :6	NA's :5
##	Alanine transaminase (U/L)	Aspartate transaminase (U/L)	
##	Min. : 11.00	Min. : 17.00	
##	1st Qu.: 31.00	1st Qu.: 46.25	
##	Median : 50.00	Median : 71.00	
##	Mean : 67.09	Mean : 96.38	
##	3rd Qu.: 78.00	3rd Qu.:110.25	
##	Max. :420.00	Max. :553.00	
##	NA's :4	NA's :3	
##	Gamma glutamyl transferase (U/L)	Alkaline phosphatase (U/L)	
##	Min. : 23.00	Min. : 1.28	
##	1st Qu.: 91.25	1st Qu.:108.25	
##	Median : 179.50	Median :162.00	
##	Mean : 268.03	Mean :212.21	

```
## 3rd Qu.: 345.25          3rd Qu.:261.50
## Max.    :1575.00        Max.    :980.00
## NA's    :3             NA's    :3
## Total Proteins (g/dL) Creatinine (mg/dL) Number of Nodules
## Min.    : 3.900        Min.    :0.200        Min.    :0.000
## 1st Qu.: 6.300        1st Qu.:0.700        1st Qu.:1.000
## Median : 7.050        Median :0.850        Median :2.000
## Mean    : 8.961        Mean    :1.127        Mean    :2.736
## 3rd Qu.: 7.575        3rd Qu.:1.100        3rd Qu.:5.000
## Max.    :102.000       Max.    :7.600        Max.    :5.000
## NA's    :11           NA's    :7           NA's    :2
## Major dimension of nodule (cm) Direct Bilirubin (mg/dL)      Iron
## Min.    : 1.500        Min.    : 0.10        Min.    : 0.0
## 1st Qu.: 3.000        1st Qu.: 0.37        1st Qu.: 40.5
## Median : 5.000        Median : 0.70        Median : 83.0
## Mean    : 6.851        Mean    : 1.93        Mean    : 85.6
## 3rd Qu.: 9.000        3rd Qu.: 1.40        3rd Qu.:118.0
## Max.    :22.000       Max.    :29.30        Max.    :224.0
## NA's    :20           NA's    :44          NA's    :79
## Oxygen Saturation (%) Ferritin (ng/mL) Class Attribute
## Min.    : 0.00        Min.    : 0          Min.    :0.0000
## 1st Qu.: 16.00        1st Qu.: 84          1st Qu.:0.0000
## Median : 27.00        Median : 295          Median :1.0000
## Mean    : 37.03        Mean    : 439          Mean    :0.6182
## 3rd Qu.: 56.00        3rd Qu.: 706          3rd Qu.:1.0000
## Max.    :126.00       Max.    :2230          Max.    :1.0000
## NA's    :80           NA's    :80
```

Descripció del dataset

El dataset està compost de 165 observacions de 49 atributs de pacients amb una variable de classe que registra la supervivència a l'any del diagnòstic. Dels atributs dels pacients, existeixen 26 categorics, 3 dels quals són ordinals (*Performance Status*, *Encephalopathy degree*, *Ascites degree*), sent la resta numèrics. És pot veure que existeixen valors nuls codificats com *NA*.

```
# Definició de tipus de dades per columna
hcc_factor <-c(1:23,50)
hcc_order <- c(27:29)
hcc_factorT<-c(1:23,27:29,50)
hcc_num<-c(24:26,30:49)

# Factorització de les columnes categòriques
hcc <- hcc %>% mutate_at(vars(c(1:23,50)), as.factor)
hcc <- hcc %>% mutate_at(vars(c(27:29)), as.factor)
```

Valors nuls

La distribució de valors desconeguts per pacient és:

```
table(apply(hcc, 1, function(x) sum(is.na(x))))
```

```
##
```



```
## 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 16 18 22 23
## 8 16 15 28 19 21 15 7 11 12 4 2 1 1 1 1 1 1 1
```

El percentatge de NAs per variable és:

```
funNA <- function(a, n){
  a = round(100*a/n,1)
}

totNA <- hcc %>% select(everything()) %>% #
  summarise_all(funs(sum(is.na(.))))
perNA <- totNA %>% mutate_all(funNA, n= nrow(hcc))
tauNA <- totNA %>% bind_rows(perNA)
tauNA <- as_tibble(t(tauNA), rownames = "Variable") %>%
  rename(`total NA` = V1, ` %NA` = V2) %>%
  arrange(-`total NA`)

tau <- cbind(tauNA[1:25,], tauNA[26:50,])

kable(x = tau, format = "latex", caption = "Variables amb NA", booktabs = TRUE) %>%
  kable_styling(latex_options = c("HOLD_position", "scale_down"))
```

Table 1: Variables amb NA

Variable	total NA	%NA	Variable	total NA	%NA
Oxygen Saturation (%)	80	48.5	Total Bilirubin(mg/dL)	5	3.0
Ferritin (ng/mL)	80	48.5	Liver Metastasis	4	2.4
Iron	79	47.9	International Normalised Ratio	4	2.4
Packs of cigarets per year	53	32.1	Alanine transaminase (U/L)	4	2.4
Esophageal Varices	52	31.5	Diabetes	3	1.8
Grams of Alcohol per day	48	29.1	Arterial Hypertension	3	1.8
Direct Bilirubin (mg/dL)	44	26.7	Portal Vein Thrombosis	3	1.8
Smoking	41	24.8	Haemoglobin (g/dL)	3	1.8
Hepatitis B e Antigen	39	23.6	Mean Corpuscular Volume	3	1.8
Endemic Countries	39	23.6	Leukocytes(G/L)	3	1.8
Hepatitis B Core Antibody	24	14.5	Platelets	3	1.8
Hemochromatosis	23	13.9	Aspartate transaminase (U/L)	3	1.8
Nonalcoholic Steatohepatitis	22	13.3	Gamma glutamyl transferase (U/L)	3	1.8
Major dimension of nodule (cm)	20	12.1	Alkaline phosphatase (U/L)	3	1.8
Symptoms	18	10.9	Chronic Renal Insufficiency	2	1.2
Hepatitis B Surface Antigen	17	10.3	Radiological Hallmark	2	1.2
Splenomegaly	15	9.1	Ascites degree	2	1.2
Human Immunodeficiency Virus	14	8.5	Number of Nodules	2	1.2
Portal Hypertension	11	6.7	Encephalopathy degree	1	0.6
Total Proteins (g/dL)	11	6.7	Gender	0	0.0
Obesity	10	6.1	Alcohol	0	0.0
Hepatitis C Virus Antibody	9	5.5	Cirrhosis	0	0.0
Alpha-Fetoprotein (ng/mL)	8	4.8	Age at diagnosis	0	0.0
Creatinine (mg/dL)	7	4.2	Performance Status	0	0.0
Albumin (mg/dL)	6	3.6	Class Attribute	0	0.0

Només hi ha 8 pacients amb les dades completes, faltant a la majoria de pacients entre 2 i 9 dades. Fins i

tot hi ha pacients 13 pacients amb més de 10 dades desconegudes.

Estudiant la distribució dels valors desconeguts per variable veiem que només hi ha 6 variables amb totes les dades íntegres. Amb més de l'10% de dades desconegudes hi ha 16 de les 50 variables (un 32%), destacant 9 variables amb entre el 20 i el 50% de les seves dades desconegudes, com són la saturació d'oxigen o els nivells de ferritina en sang. Els valors NA poden seguir una distribució a l'atzar de manera que la proporció dels esperats en cada classe hauria de ser similar. En cas contrari, la correcció dels valors desconeguts podria provocar un biaix cap a un dels dos grups. Vegem com es distribueixen en les variables els valors missing i si hi ha diferències significatives depenent de la classe.

```
# Valoració de la distribució dels NA a les variables amb respecte la variable classe
cero <- hcc %>% filter(`Class Attribute` == 0)
uno <- hcc %>% filter(`Class Attribute` == 1)

probTest <- tibble()
for (i in names(hcc[,hcc_factorT])) {
  if (sum(is.na(hcc[,i]))>0){
    casos<-c(sum(is.na(cero[,i])),sum(is.na(uno[,i])))
    long<-c(length(cero[,i]),length(uno[,i]))
    test<-prop.test(x=casos,n=long)
    probTest <- probTest %>%
      bind_rows(c(Class = i, p_value = test$p.value,
                  prob_0=(casos/long)[1], prob_1=(casos/long)[2],
                  numNA_0=casos[1], numNA_1=casos[2]))
  }
}

testSig <- probTest %>% filter(p_value <= 0.05) %>%
  mutate_at(.vars = c("p_value", "prob_0", "prob_1", "numNA_0", "numNA_1"), as.numeric)

kable(x = testSig, format = "latex",
      caption = "Variables amb una difència significativa de NA entre els grups de la classe",
      booktabs = TRUE, digits = 4) %>%
  kable_styling(latex_options = c("HOLD_position"))
```

Table 2: Variables amb una difència significativa de NA entre els grups de la classe

Clase	p_value	prob_0	prob_1	numNA_0	numNA_1
Symptoms	0.0058	0.0159	0.1667	1	17
Hemochromatosis	0.0019	0.2540	0.0686	16	7
Esophageal Varices	0.0084	0.4444	0.2353	28	24

A la variable **Symptoms** s'observen molts NA entre els pacients que sobreviuen. Els pacients que no sobreviuen solen presentar molta simptomatologia i aquesta es registra. En canvi, els pacients que no presenten símptomes, poden no registrar-se com a negatiu a aquesta variable, existint un biaix d'informació.

Igualment succeix a les variables **Hemochromatosis** i **Esophageal Varices**. Els pacients afectats es registren i probablement presenten tases mes altes de mortalitat. En canvi, molts pacients es desconeixerà si presenten hemocromatosis o varius, però probablement no la patiran, i tindran tases de supervivència superiors.

Corregir aquest valors desconeguts cap a la moda condicionarà un biaix. Per tant, per corregir els valors NA es farà:

- A totes les variables qualitatives s'assignarà el valor més pròxim utilitzant l'algoritme kNN
- A les variables quantitatives s'assignarà la mitjana de la variable. Per tal de no tenir una mitjana condicionada per valors erronis extrems, es corregiran abans de l'assignació del valor mitjà als valors desconeguts.

Correcció valors nuls de variables categòriques

```
#computem tots els valors NA de variables factor
factorNames<- colnames(hcc[hcc_factorT,])

# Computar per kNN, abm valors standards, k = 5
hcc <- kNN(hcc, variable = factorNames) %>% subset(select = Gender:`Class Attribute`)
```

Correcció valors nuls de variables quantitatives

Existeixen dues variables amb valors estranys, incompatibles amb la vida; son **Leukocytes** i **Platelets** La gran majoria dels valors a la variable **Leukocytes** estan per sota de 100, que és l'esperat. Valors majors son pràcticament impossibles. Els valors d'aquesta variable es solen expressar sobre mm3 pel que solen tenir valors múltiples de 1000, d'aquí la probable confusió amb els valors extrems trobats. Es corregiran modificant les unitats d'aquest valors.

Amb respecte **Platelets**, l'error és similar al trobat a l'anterior variable.

Es corregeix els errors i s'assigna la mitjana als valors desconeguts

```
# Correcció valors leucocitosi i plaquetes + assignació mediana als valors NA de variables numeriques
hcc <- hcc %>%
  mutate(`Leukocytes(G/L)` = ifelse(`Leukocytes(G/L)` > 100, `Leukocytes(G/L)`/100, `Leukocytes(G/L)`),
         Platelets = ifelse(Platelets < 1000, Platelets*1000, Platelets))

for (i in hcc_num){
  hcc[,i] <- ifelse(is.na(hcc[,i]), median(hcc[,i], na.rm = T), hcc[,i])
}

#parlem de mitjana o de mediana? median es mediana, mitjana es mean.
```

Anàlisi de les dades

Per fer l'anàlisi de les dades numèriques, farem 2 plots per a cada variable. El primer correspon a un anàlisi dels dels valors numèrics i el segon es el boxplot. Sempre separant la variable estudiada en dos classes, les que moren i les que sobreviuen.

```
# Estudi distribució variables Numeriques
ind_CA <- which(colnames(hcc) == "Class Attribute")
for (i in hcc_num) {
  data <- hcc[,c(i, ind_CA)]
  name_var <- names(data)[1]
  a1<-data %>%
    ggplot(aes(x=data[,1], fill=`Class Attribute`))+
    geom_histogram() +
    labs(fill="Classe", y = "Frequencia", x =name_var ) +
```

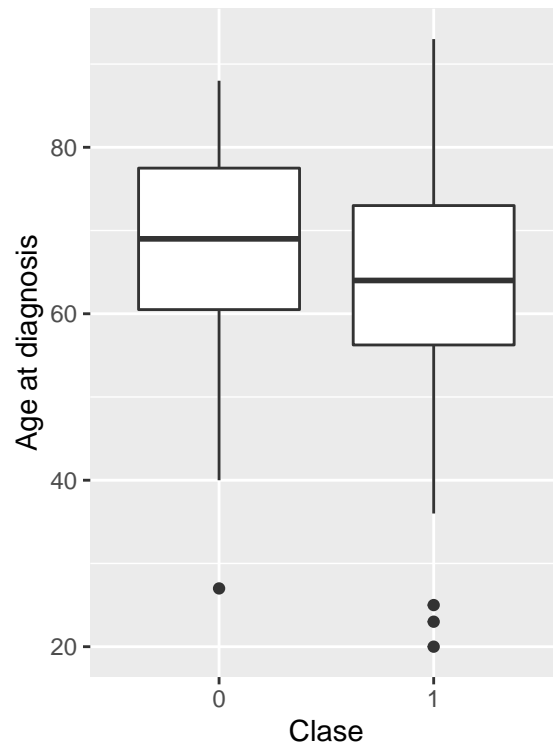
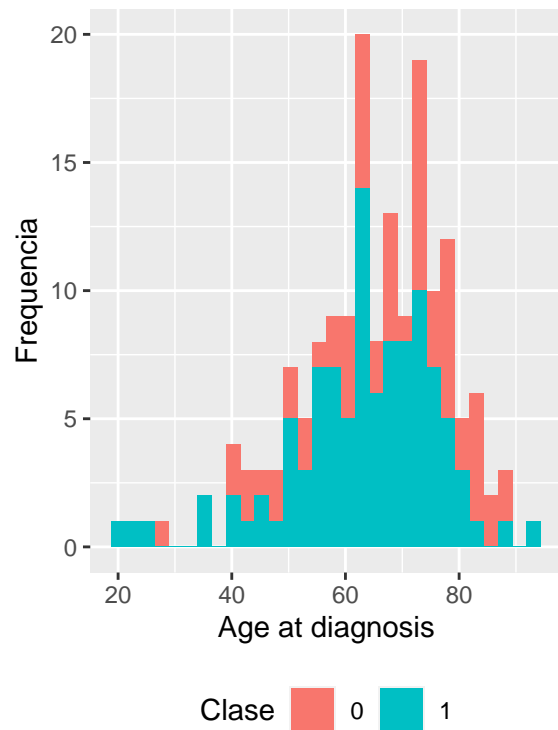
```

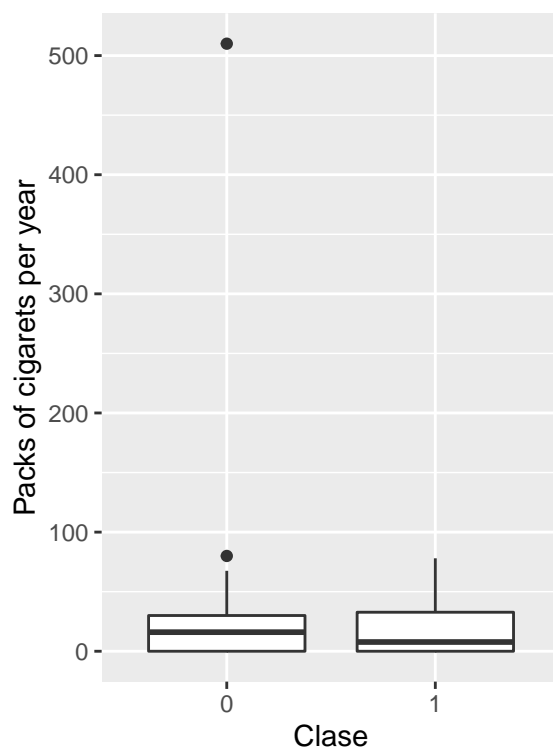
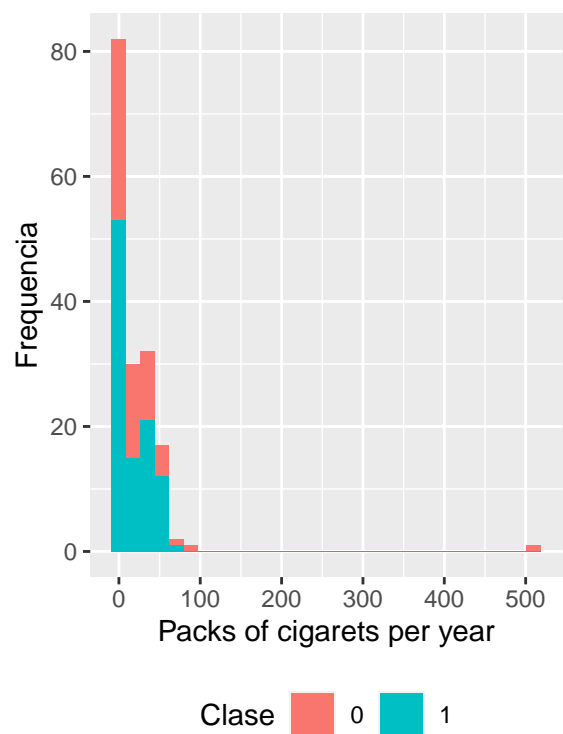
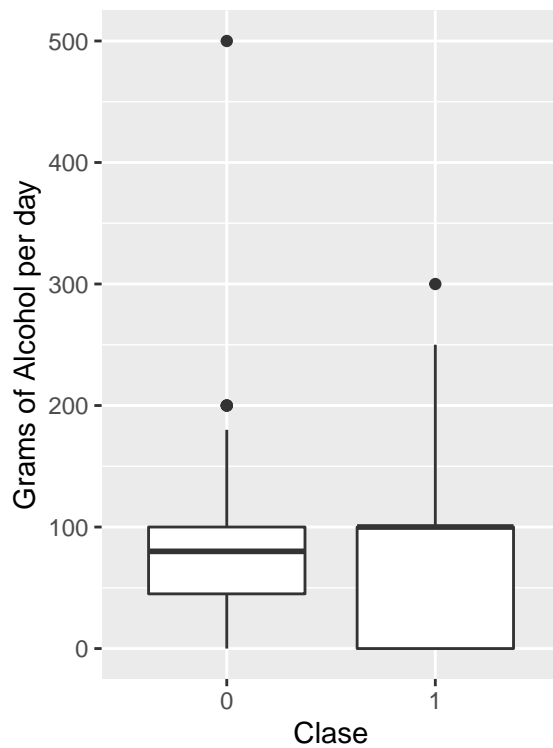
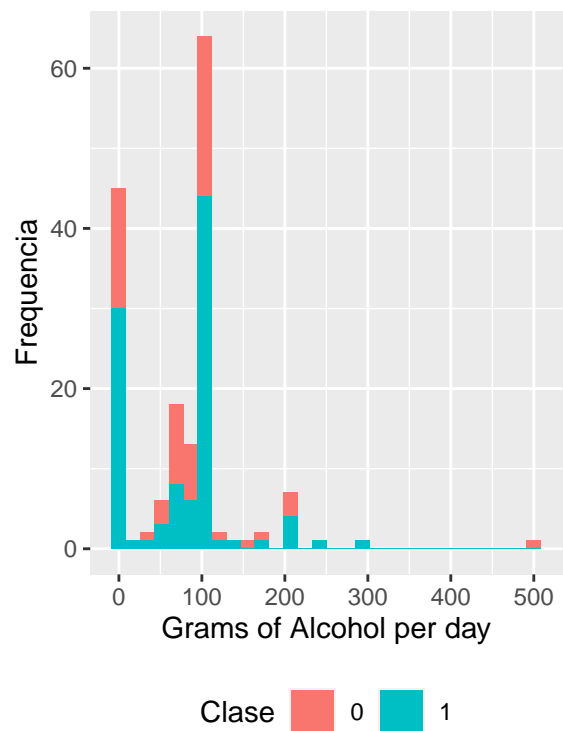
  theme(legend.position = "bottom")

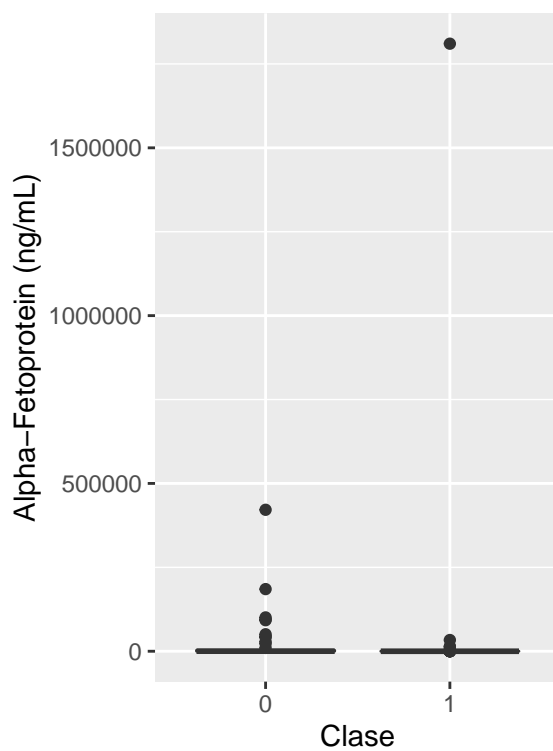
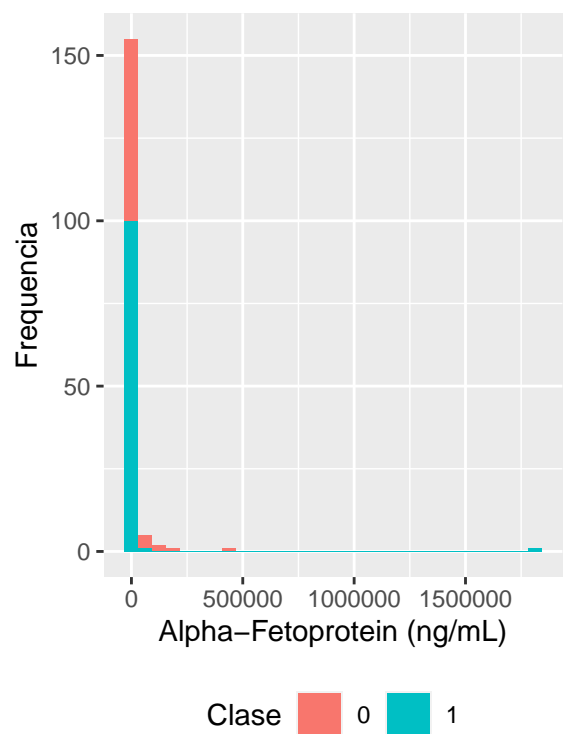
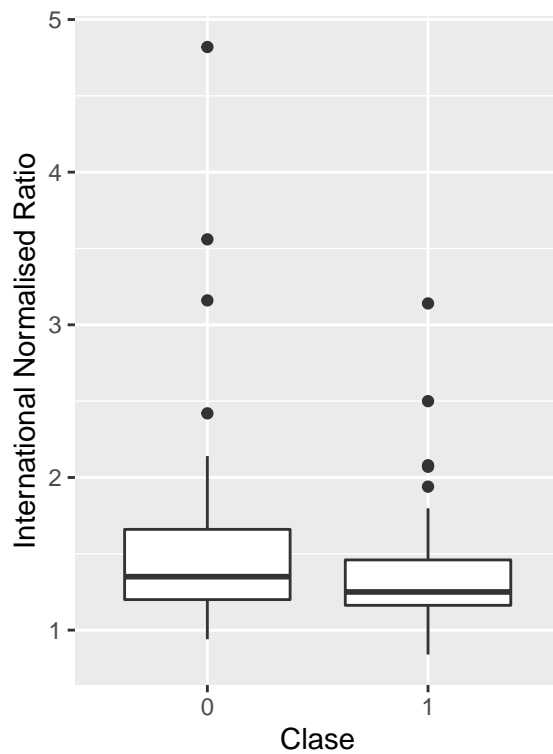
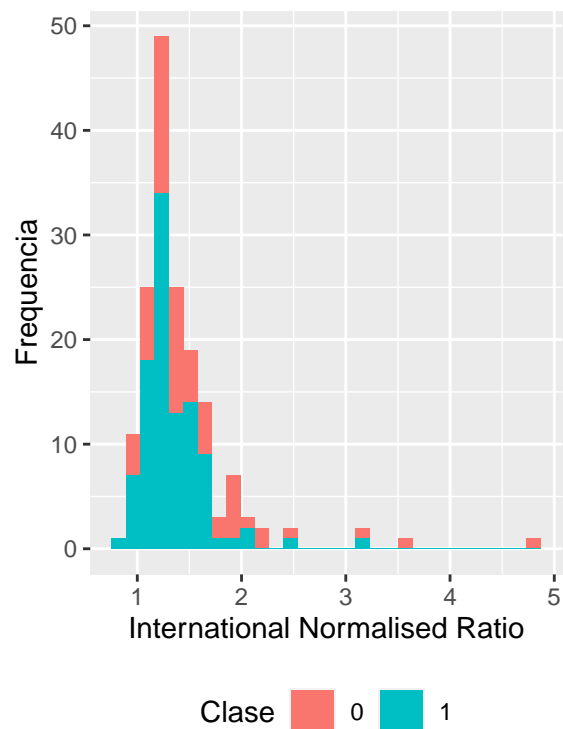
  a2<-data %>%
    ggplot(aes(x=`Class Attribute`,y=data[,1])) +
    geom_boxplot() +
    labs(x = "Clase", y = name_var)

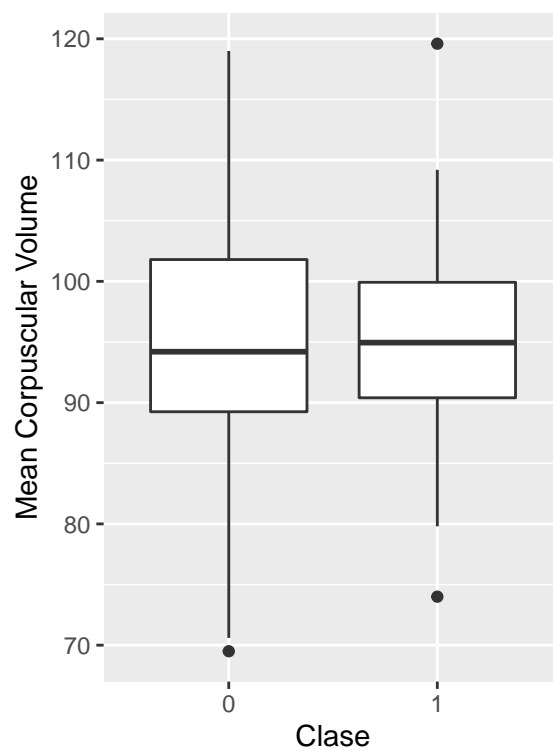
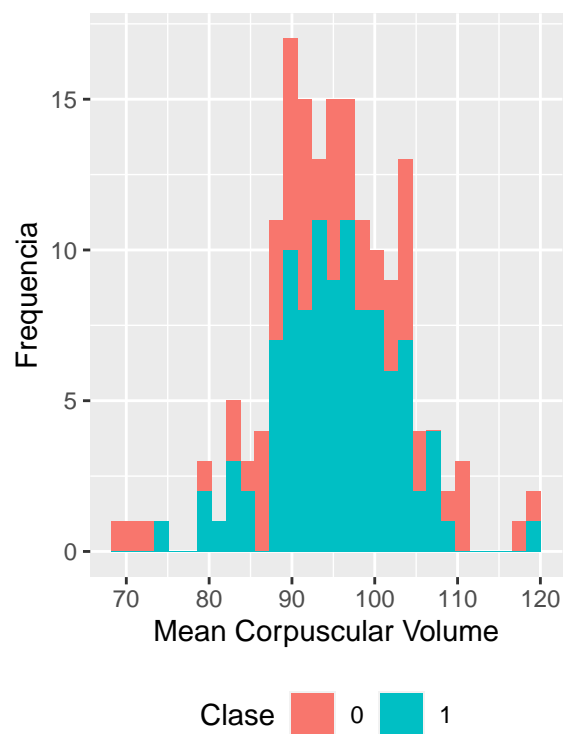
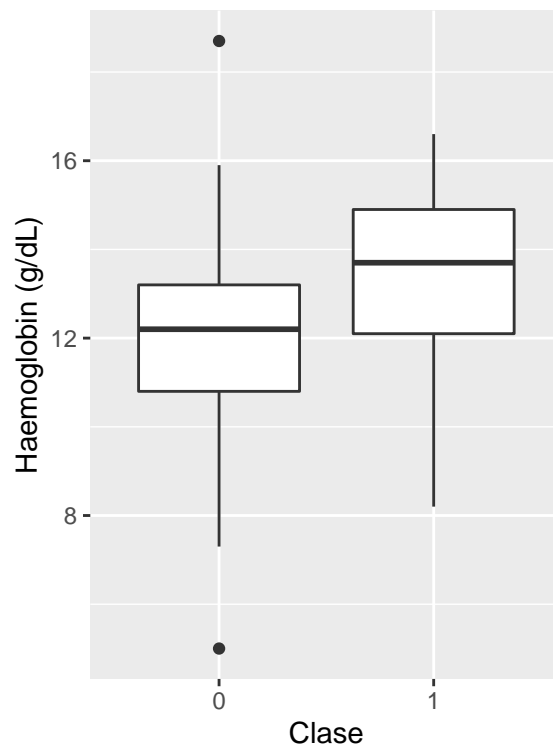
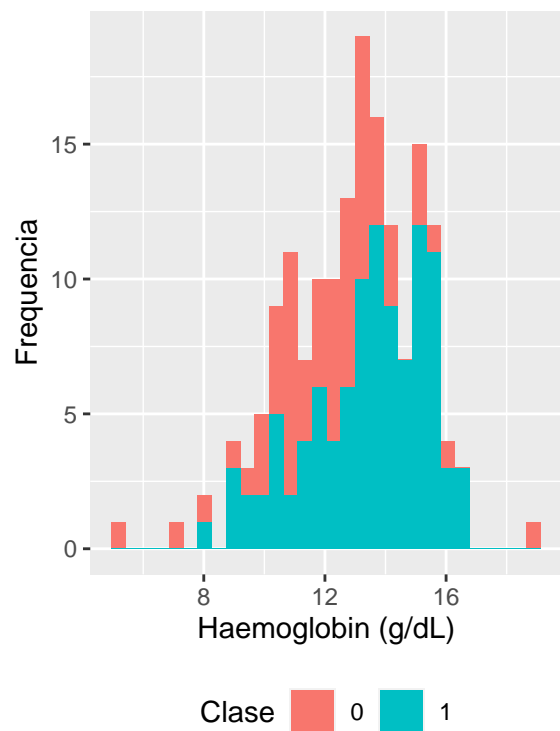
  grid.arrange(a1,a2,nrow=1)
}

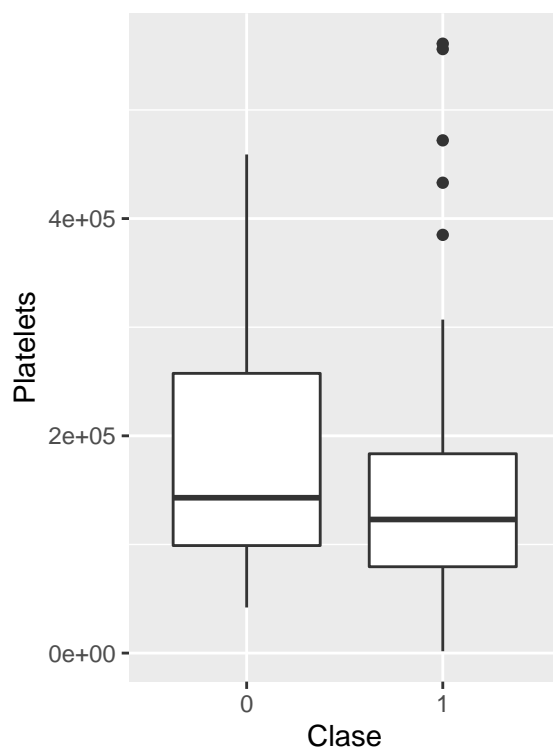
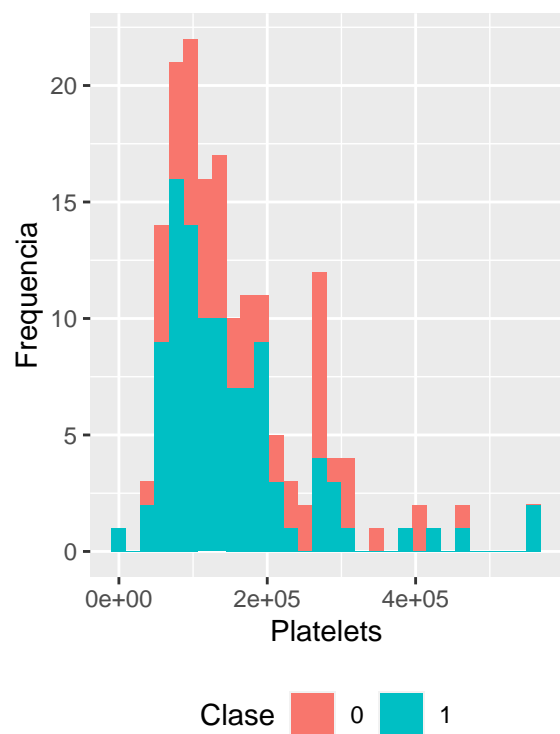
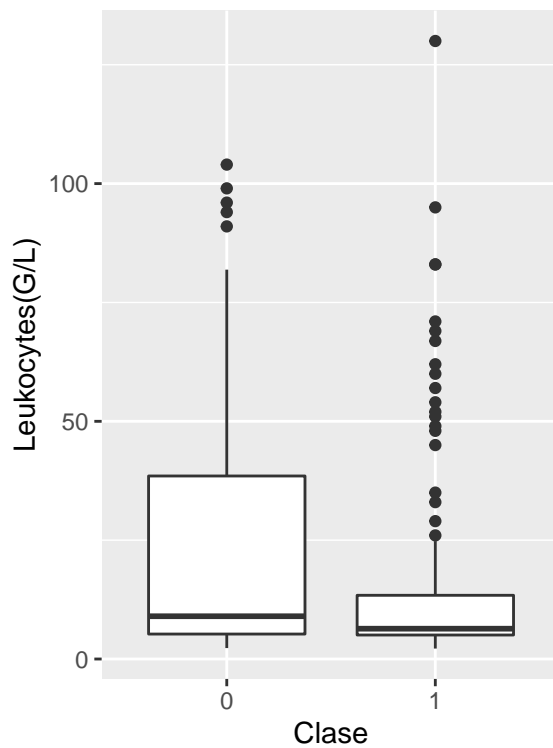
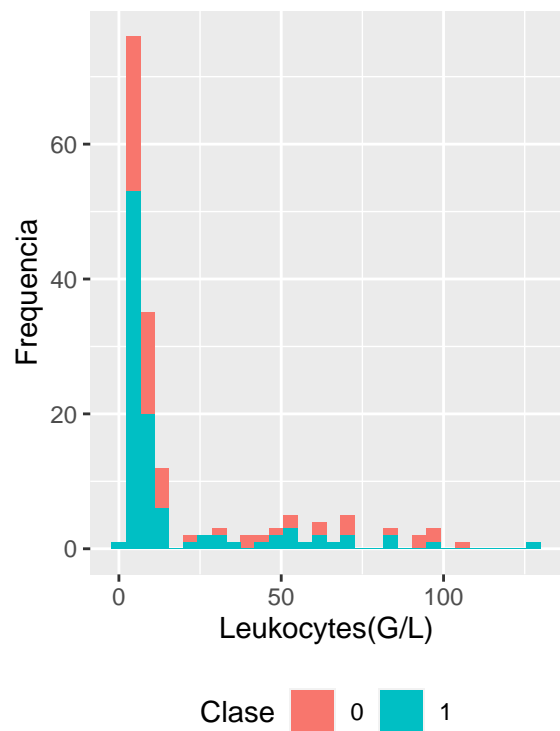
```

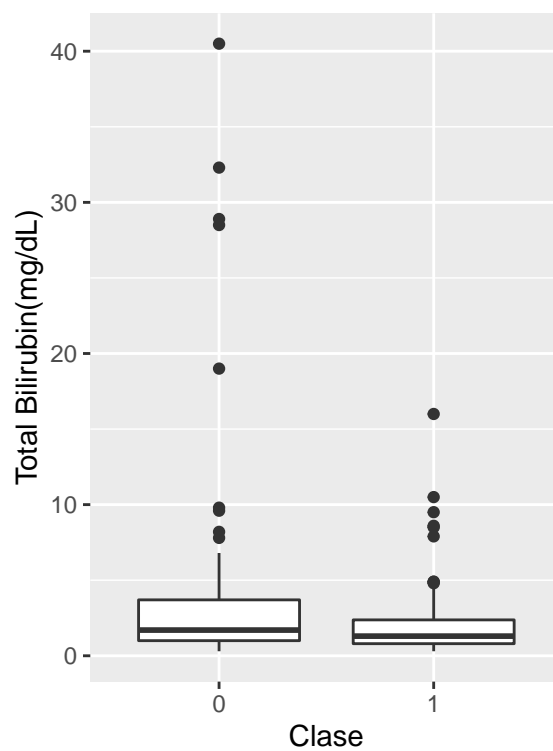
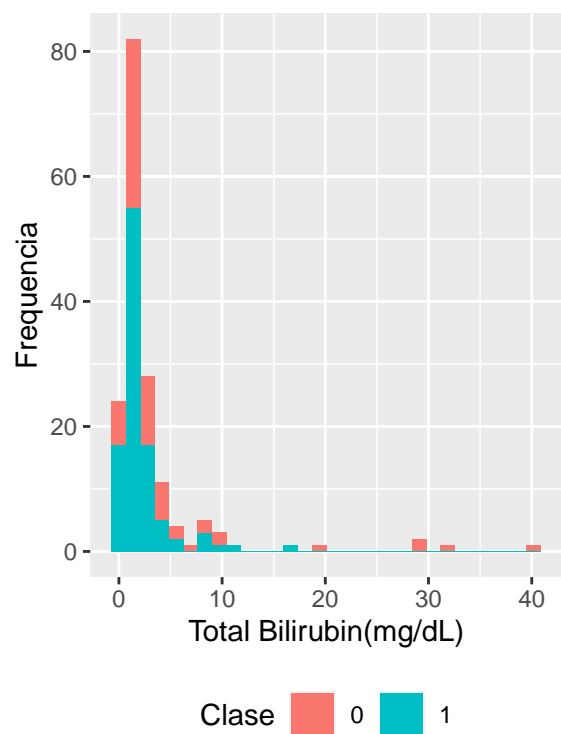
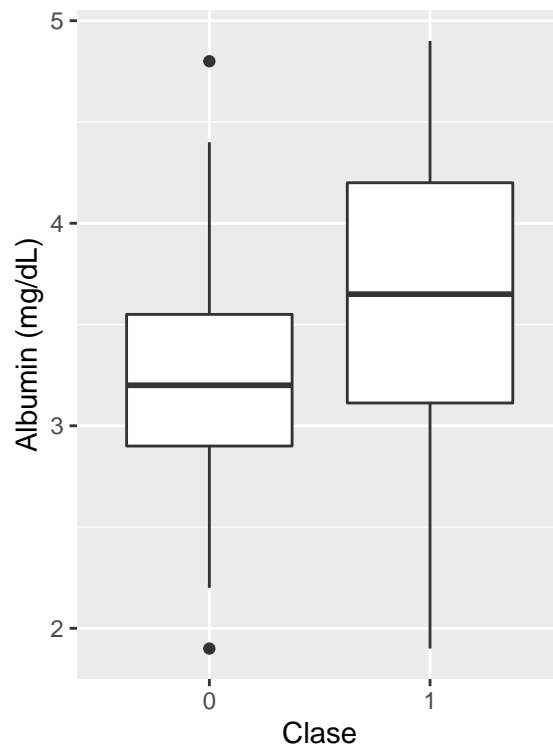
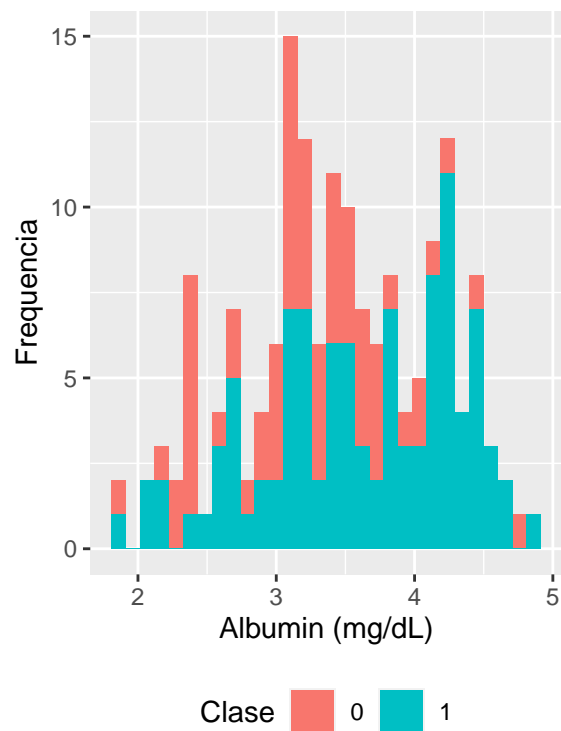


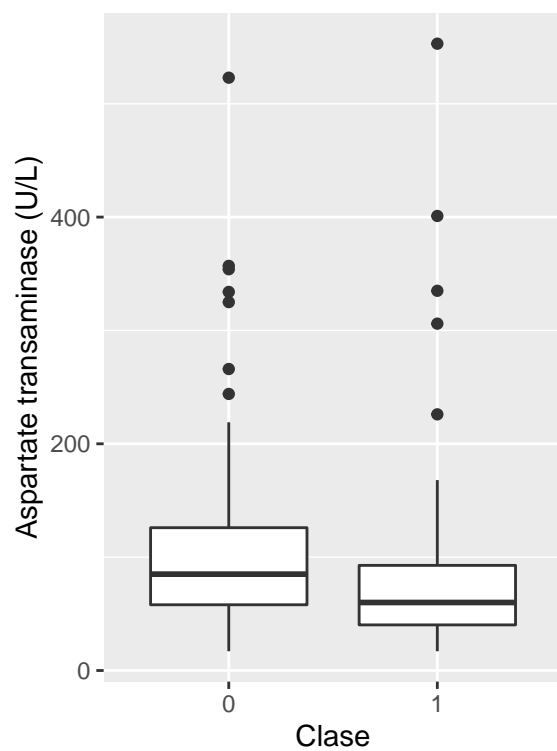
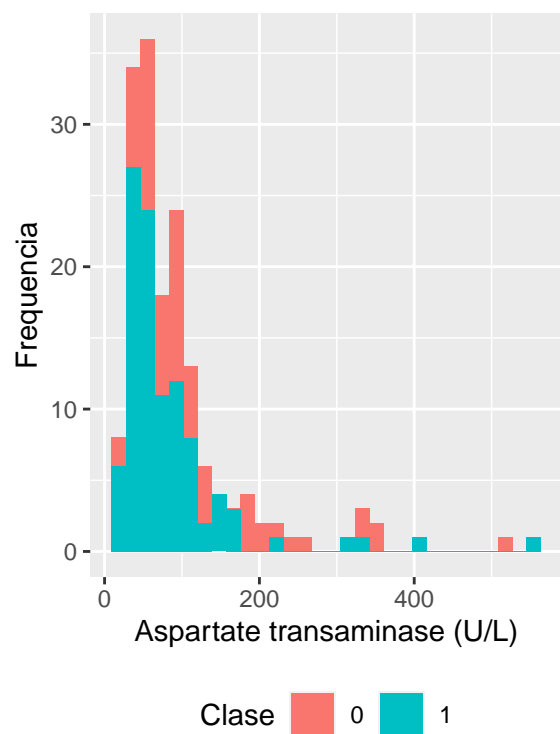
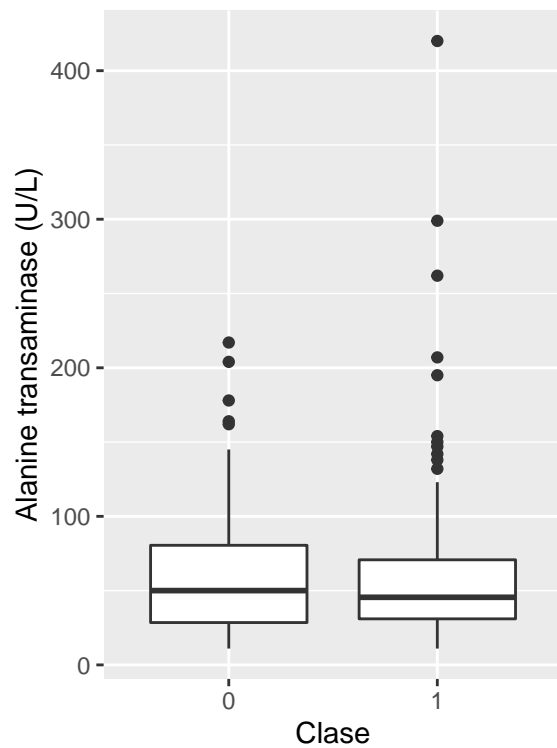
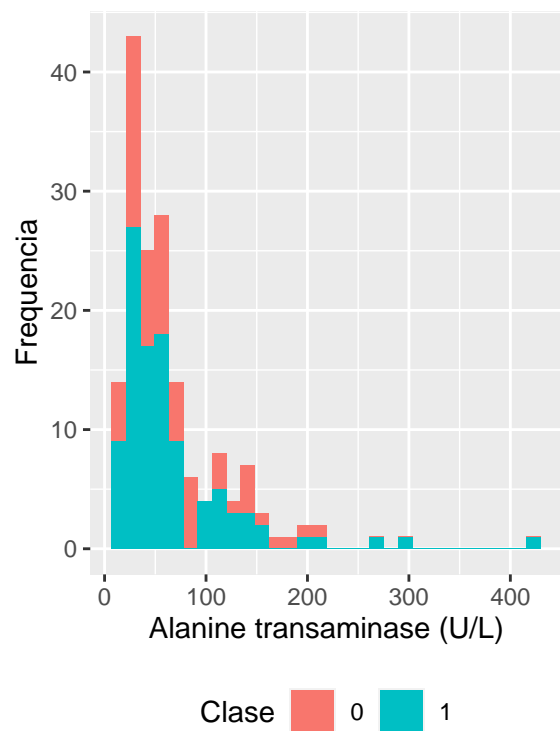


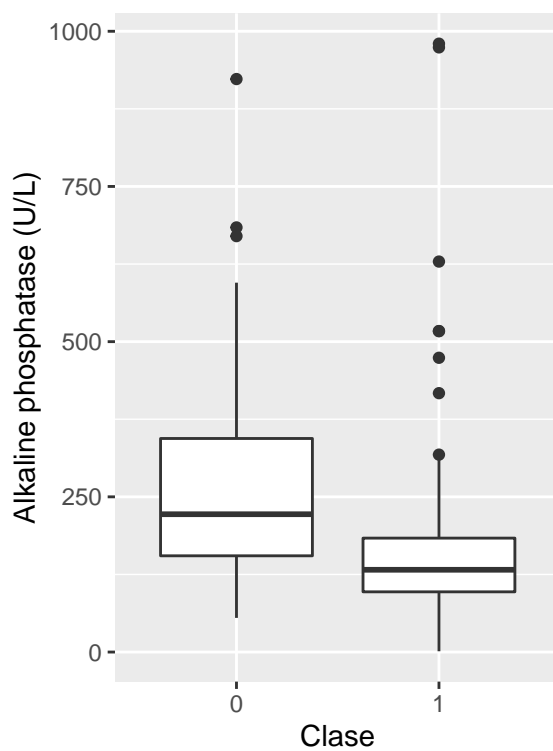
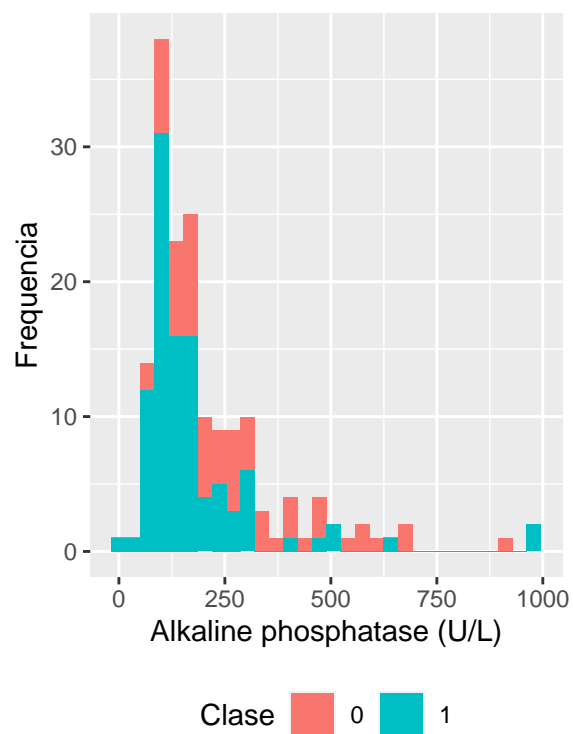
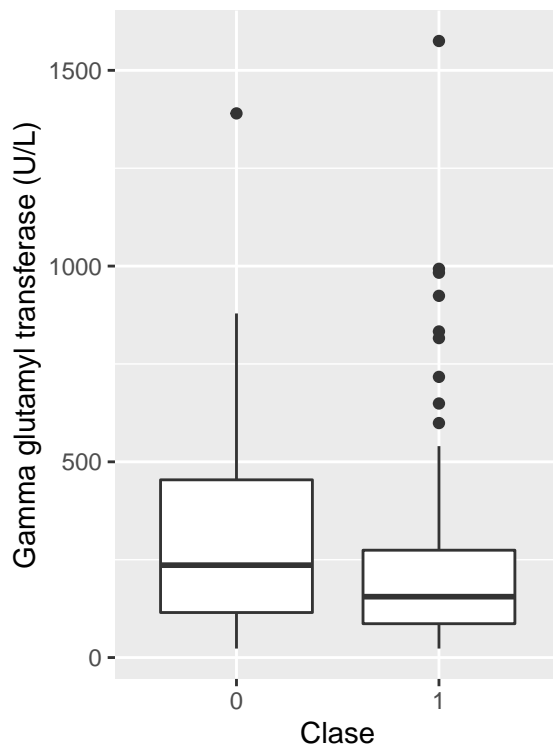
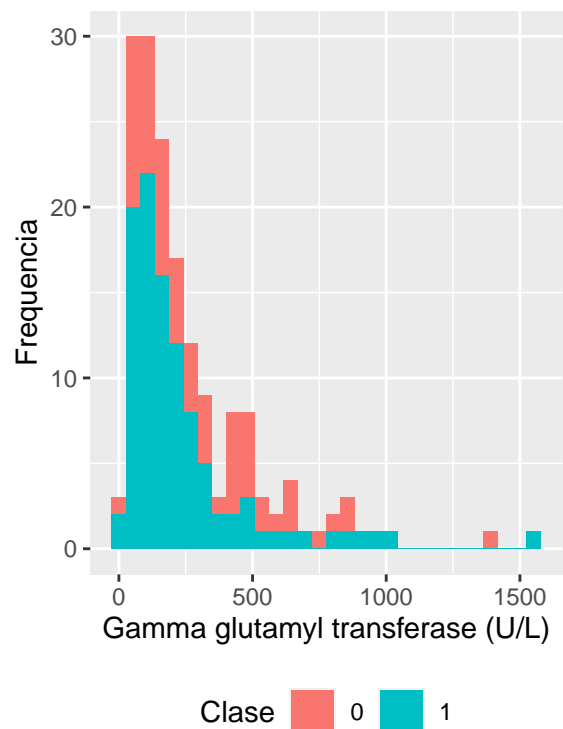


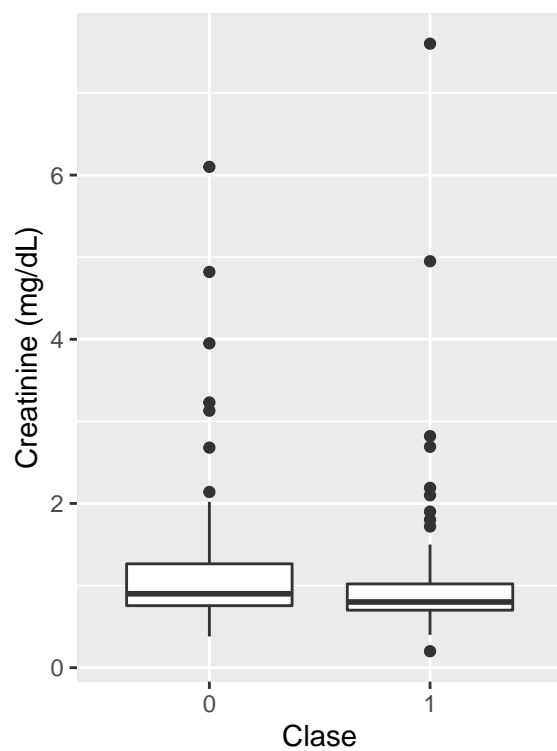
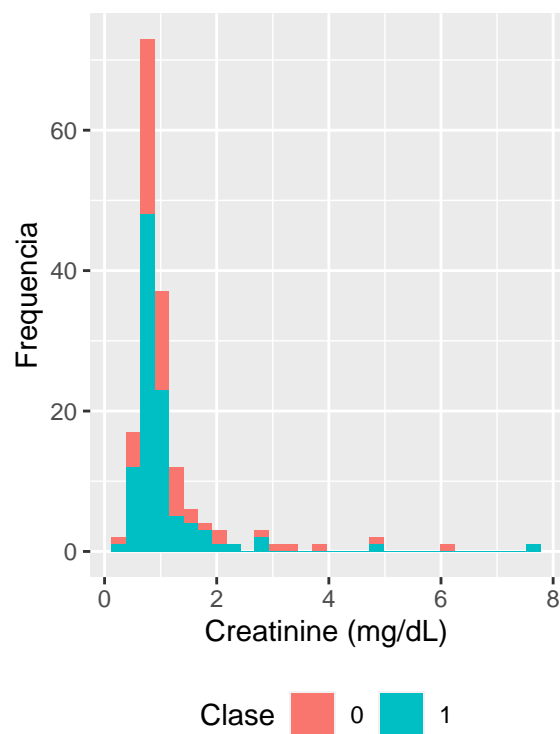
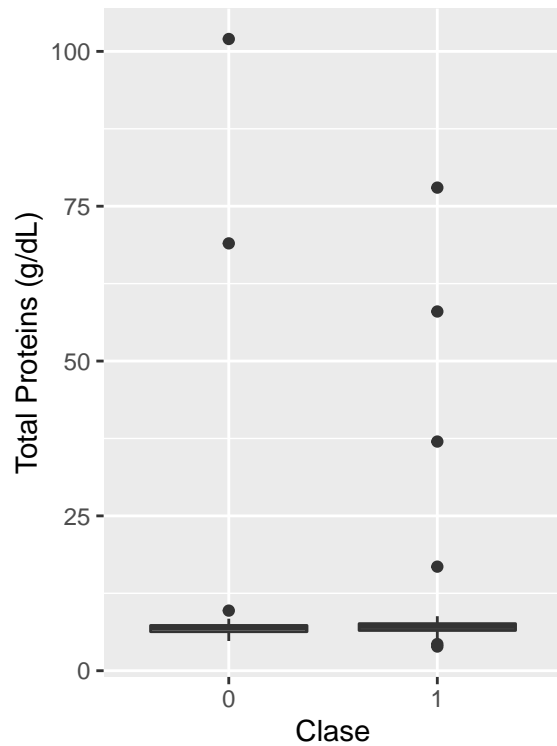
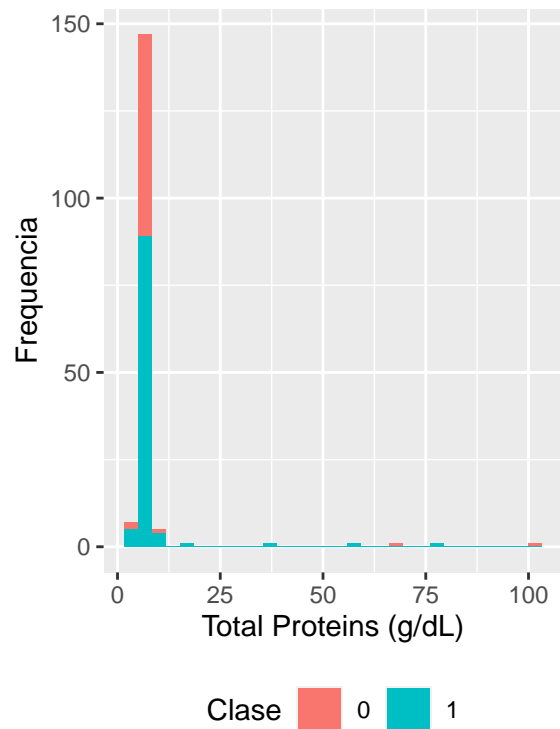


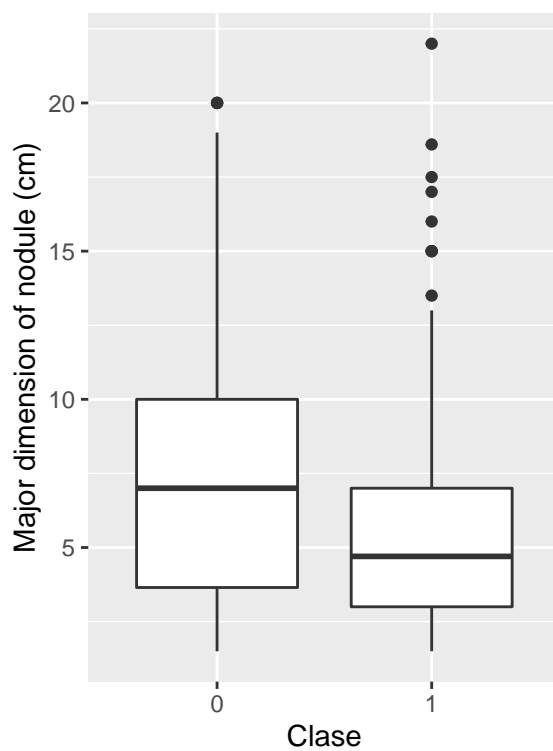
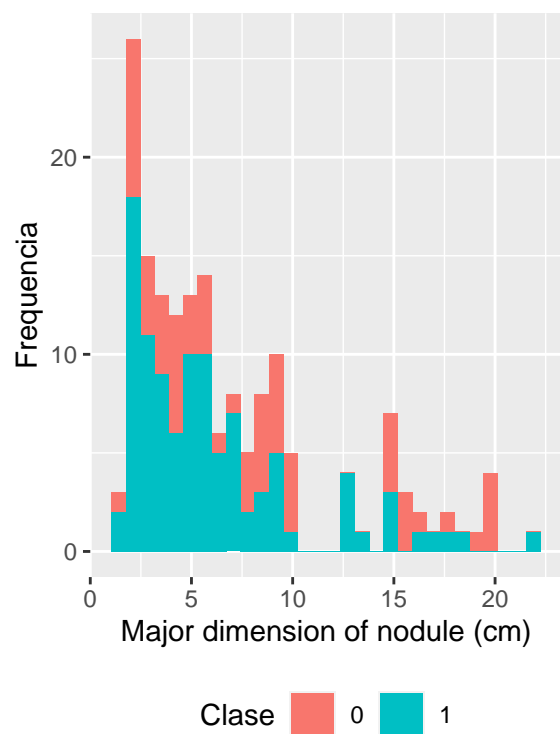
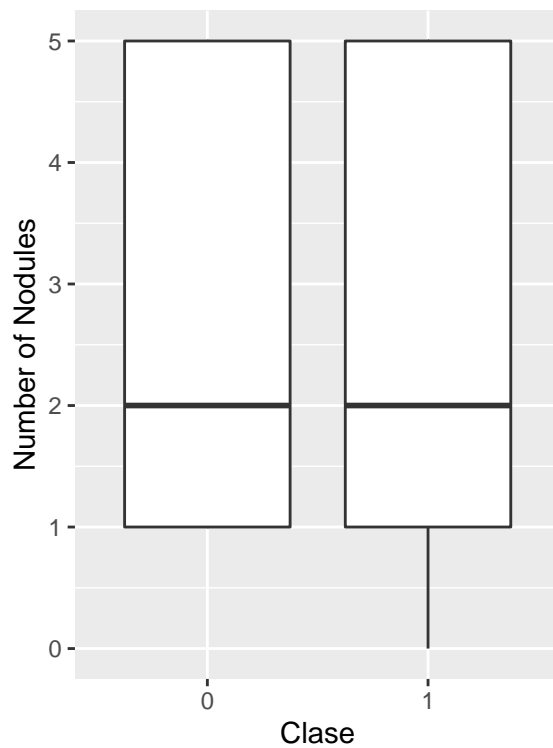
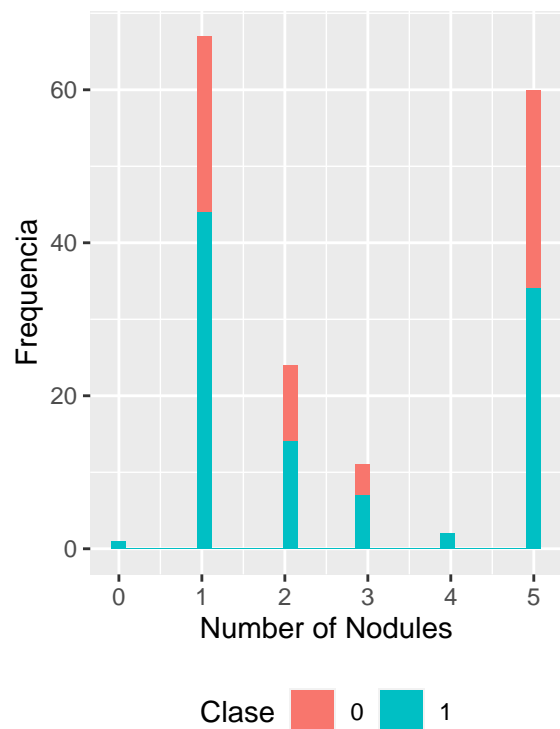


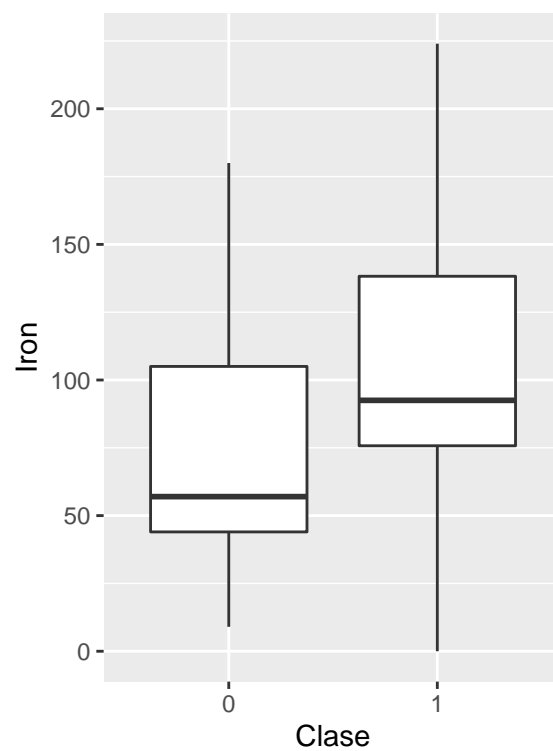
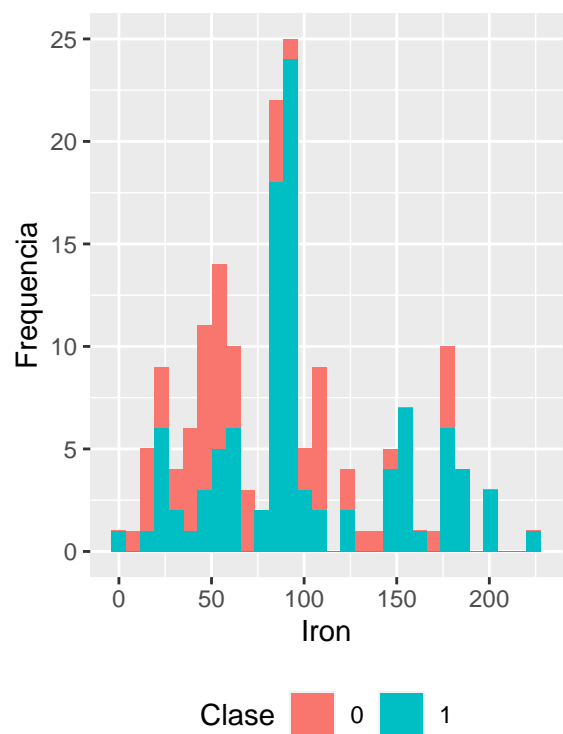
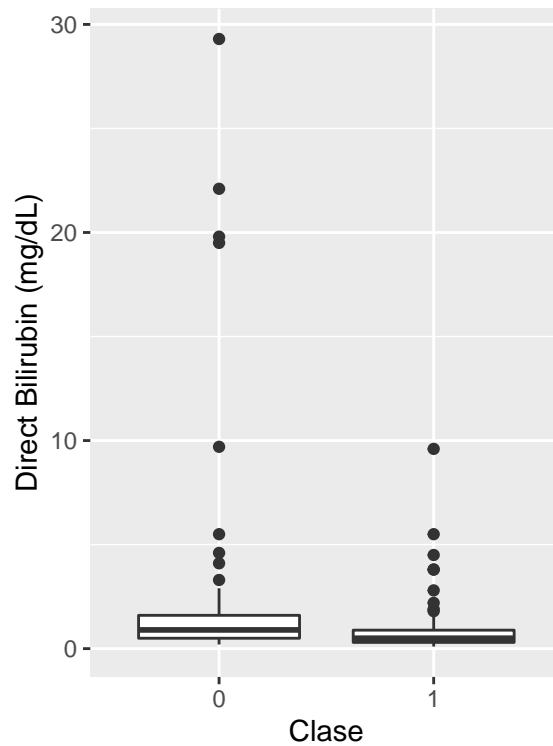
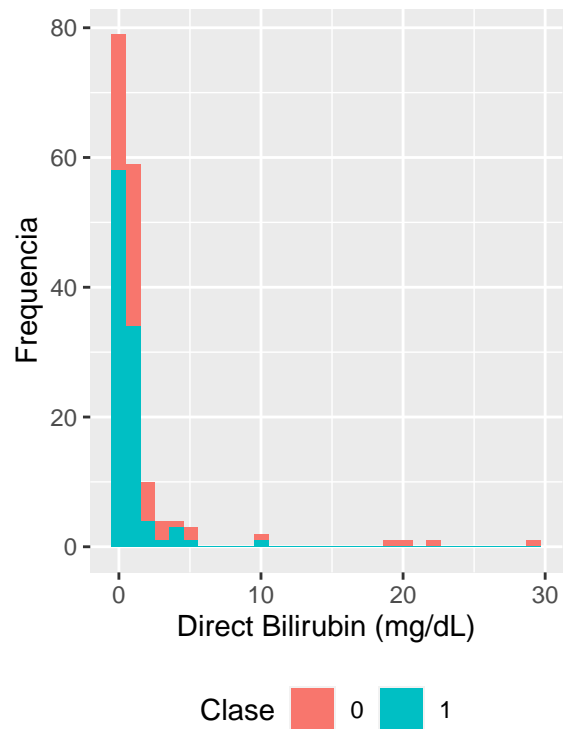


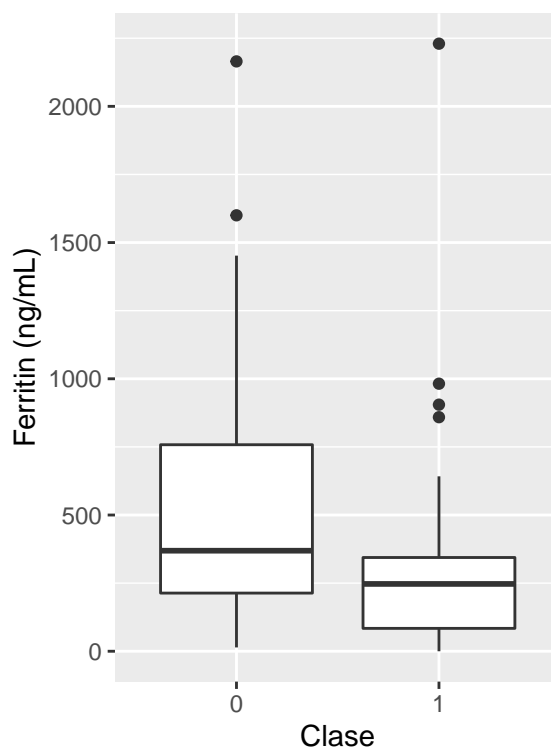
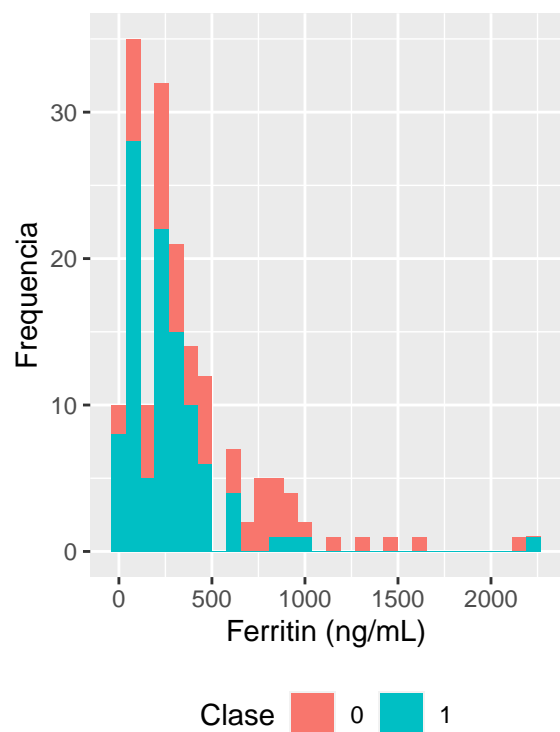
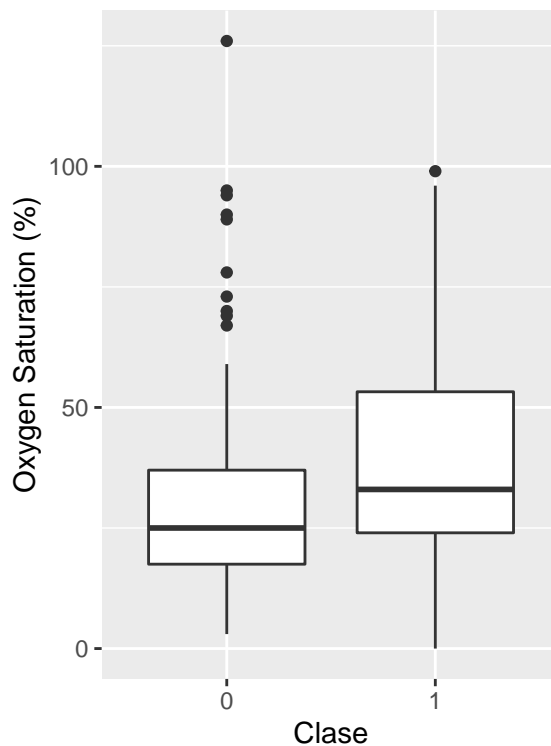
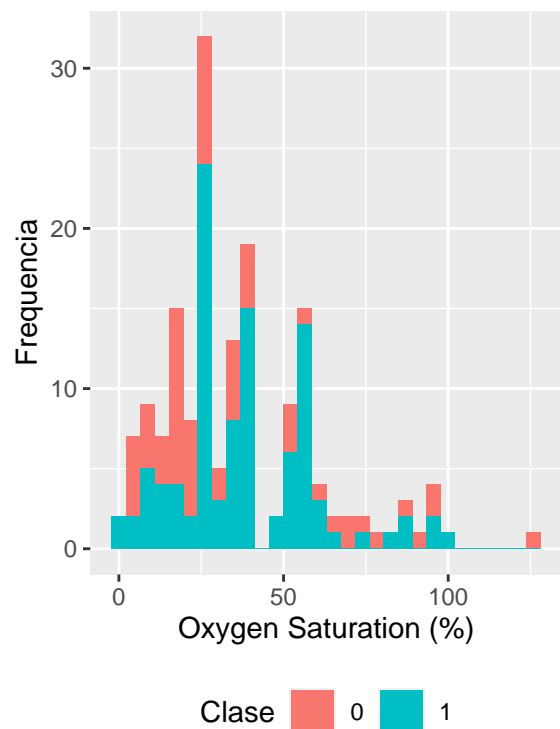












Crida l'atenció varies variables amb una distribució molt desplaçada cap a valors baixos però amb valors extrems alts. Molts son valors de laboratori, i sembla que s'adapten més a distribucions logarítmiques, per el que es modificaran. Aquestes variables son:

- Alpha-Fetoprotein (ng/mL)

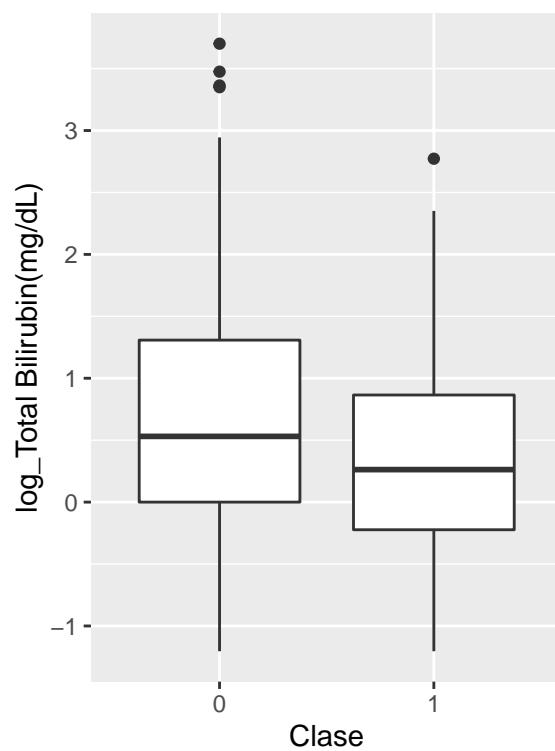
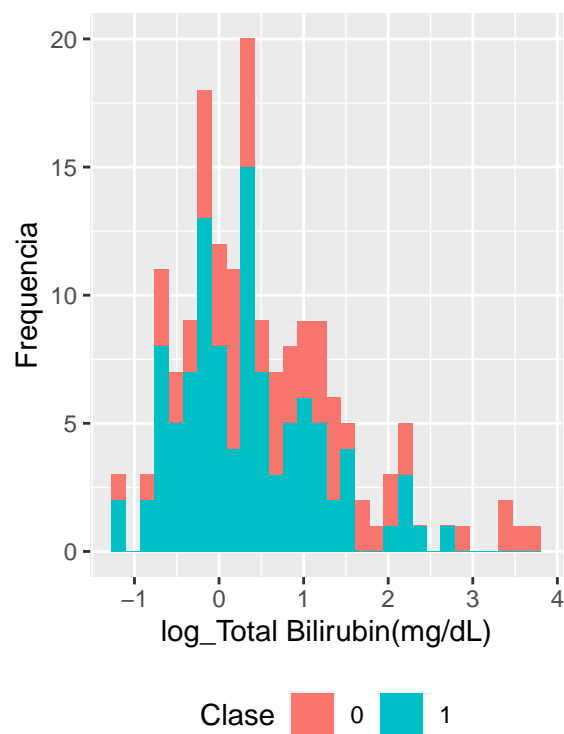
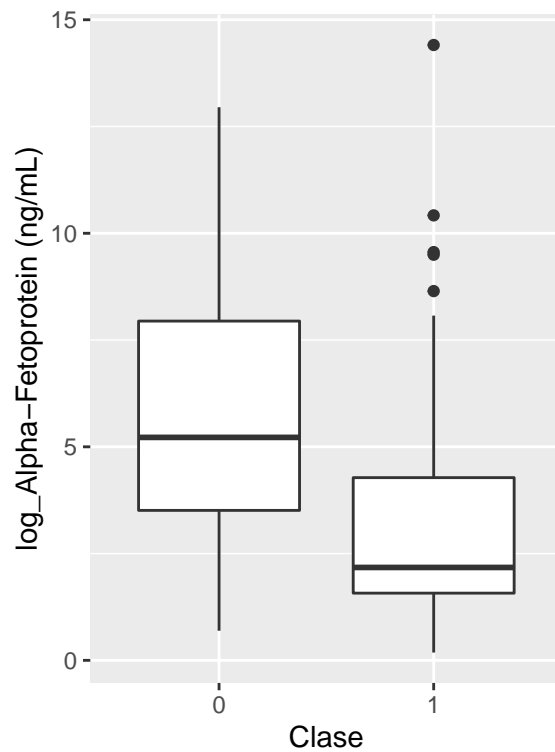
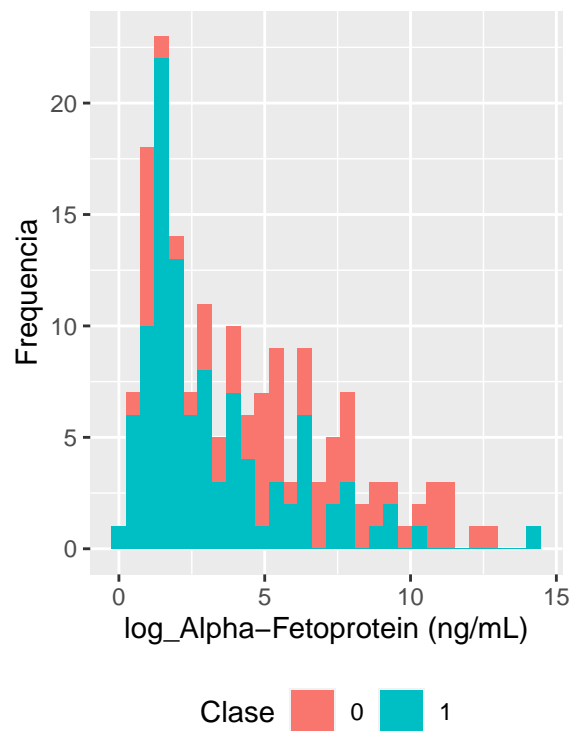
- Total Bilirubin(mg/dL)
- Alanine transaminase (U/L)
- Aspartate transaminase (U/L)
- Gamma glutamyl transferase (U/L)
- Alkaline phosphatase (U/L)
- Total Proteins (g/dL)
- Creatinine (mg/dL)
- Direct Bilirubin (mg/dL)

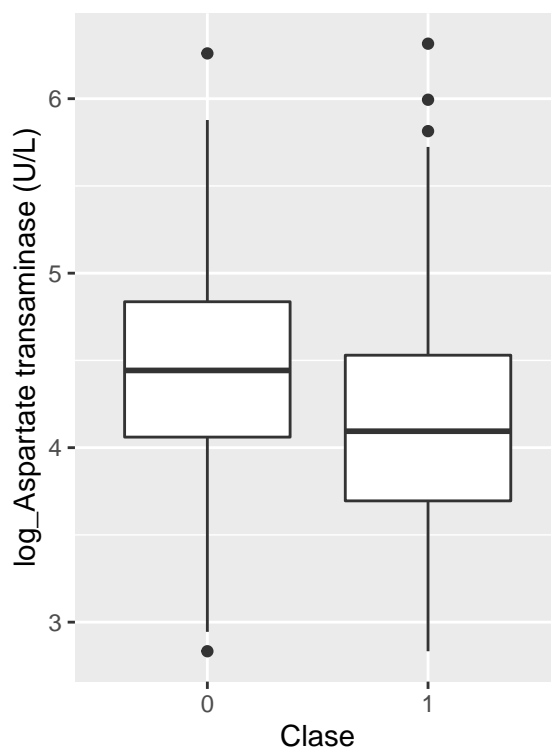
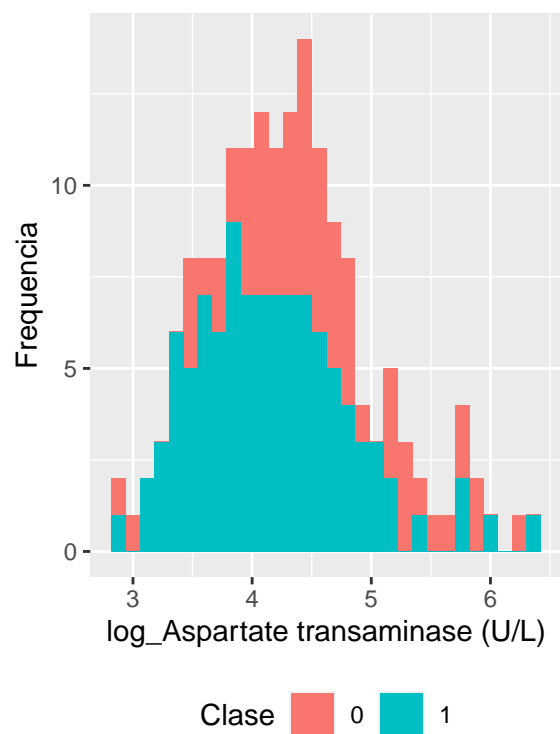
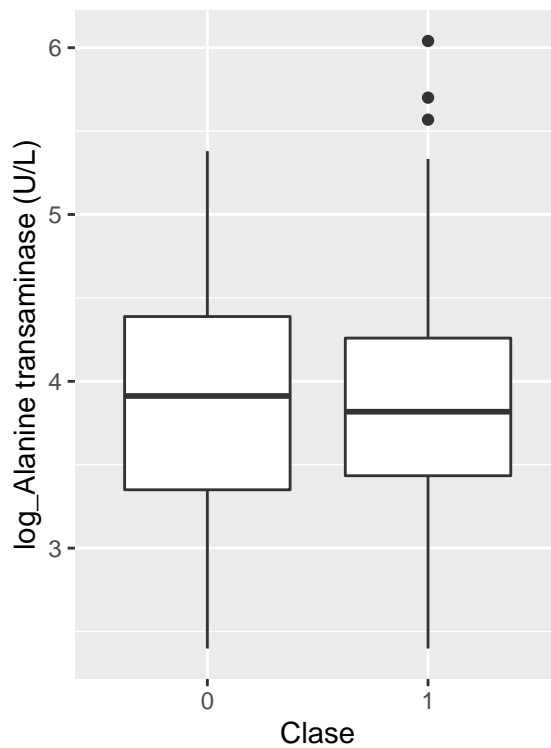
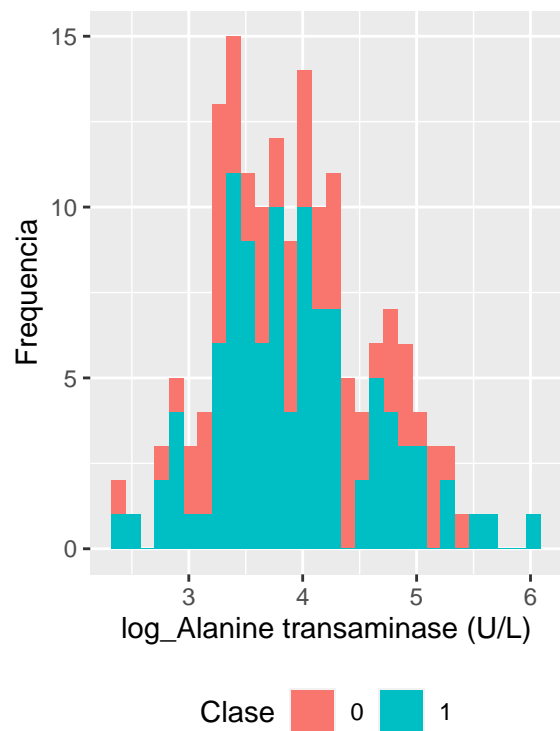
```
# Transformació logarítmica de variables numèriques
hcc_log<-c(31,37:43, 46)
for (i in hcc_log){
  name_var <- paste("log_", colnames(hcc)[i], sep = '')
  hcc[,i]<- log(hcc[,i])
  colnames(hcc)[i] <- name_var
  data <- hcc[,c(i,ind_CA )]

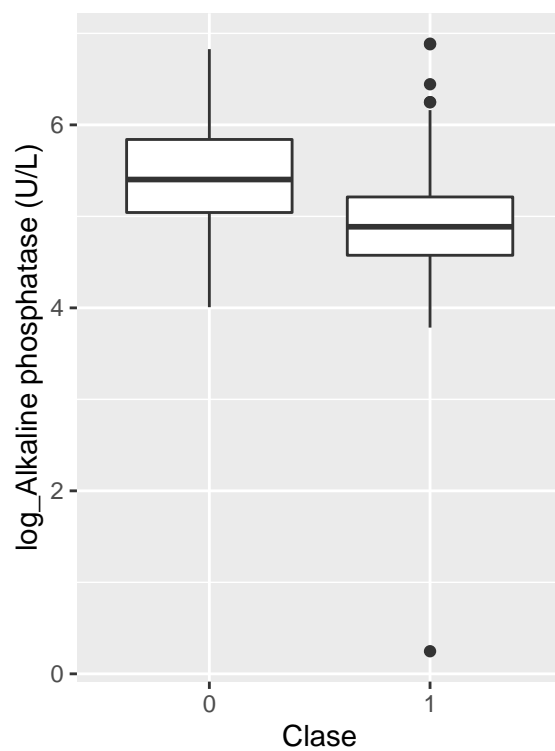
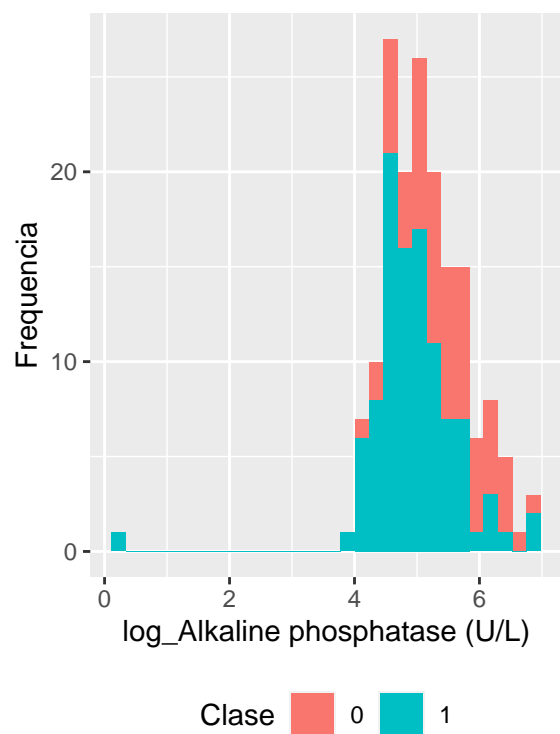
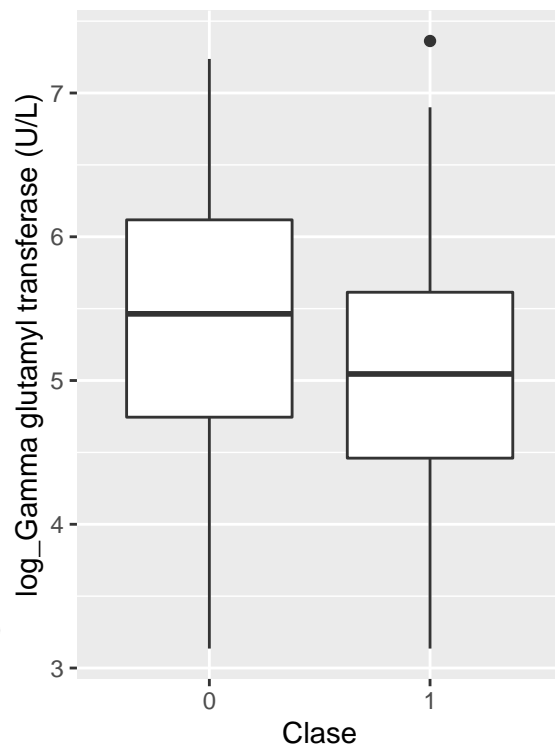
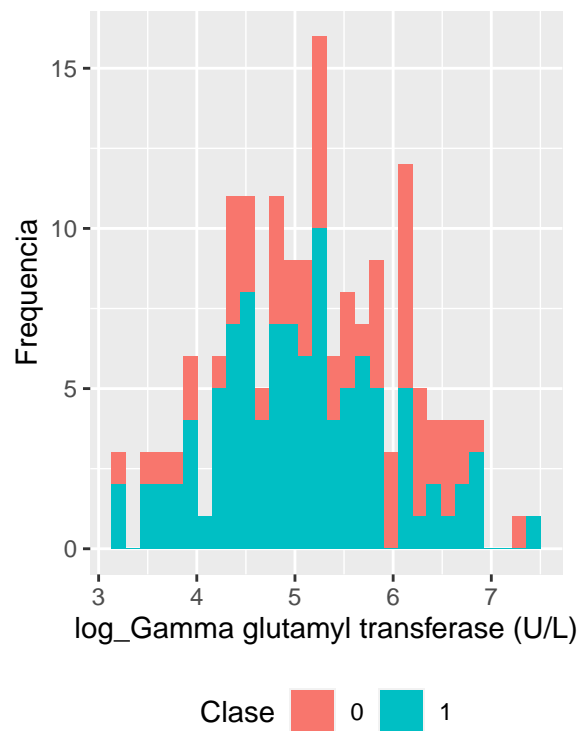
  a1<-data %>%
    ggplot(aes(x=data[,1], fill=`Class Attribute`))+
    geom_histogram() +
    labs(fill="Clase", y = "Frequencia", x =name_var ) +
    theme(legend.position = "bottom")

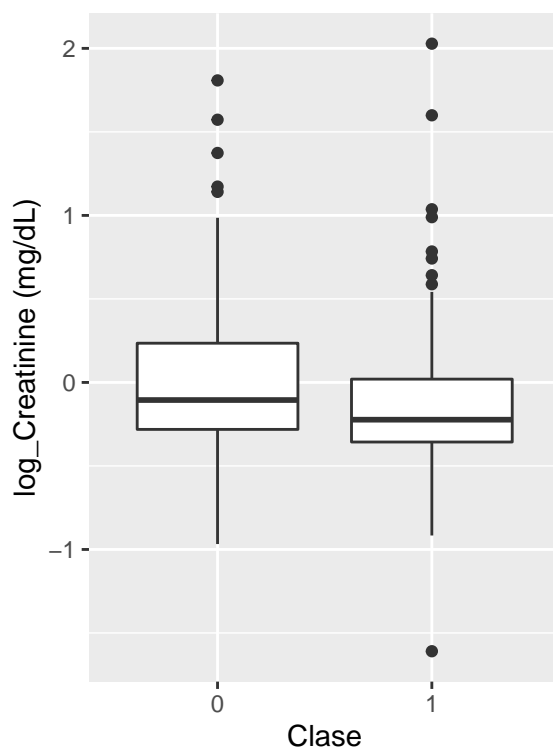
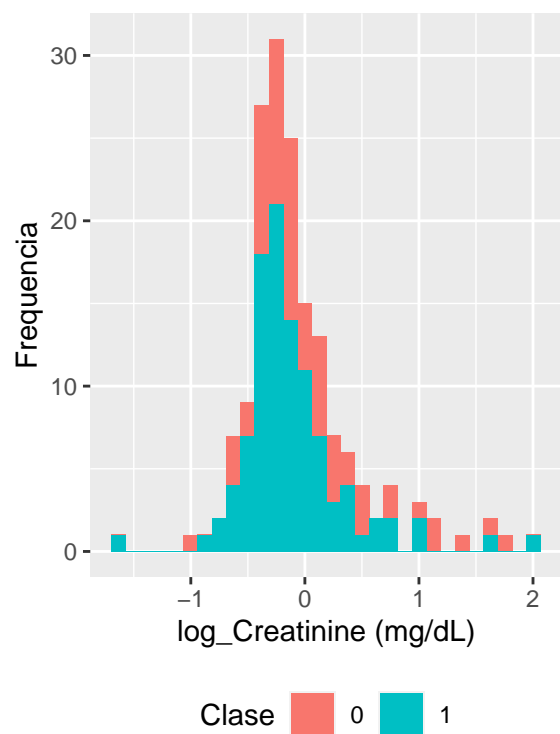
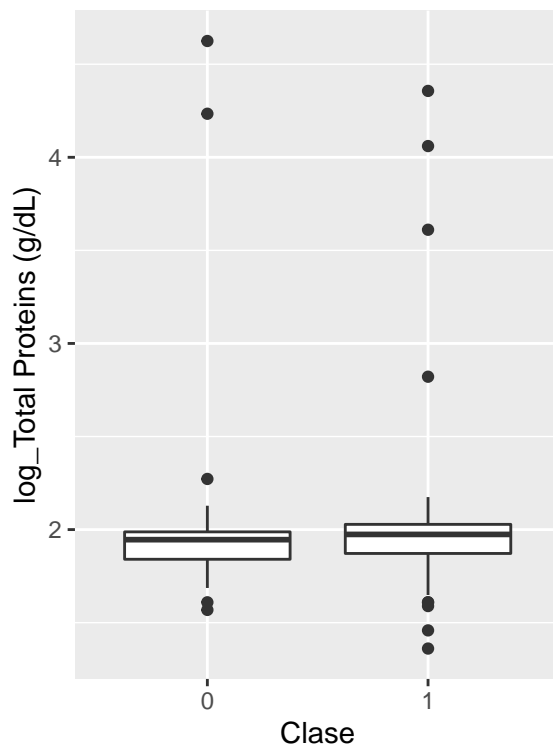
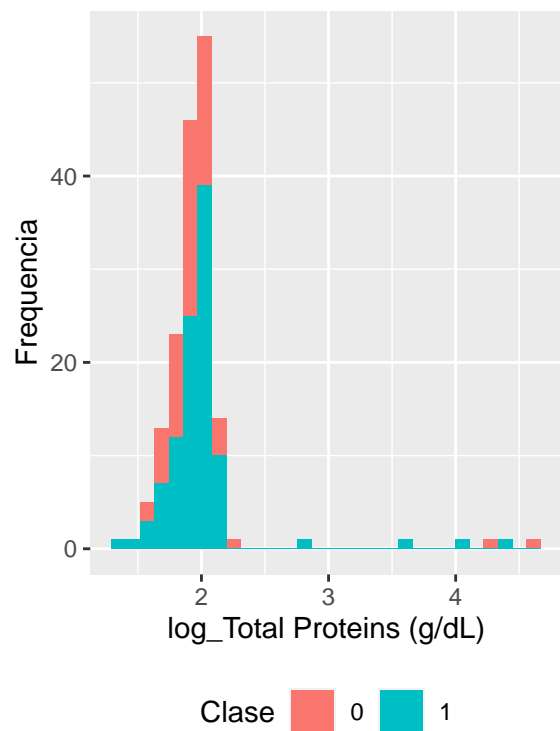
  a2<-data %>%
    ggplot(aes(x=`Class Attribute`,y=data[,1])) +
    geom_boxplot() +
    labs(x = "Clase", y = name_var)

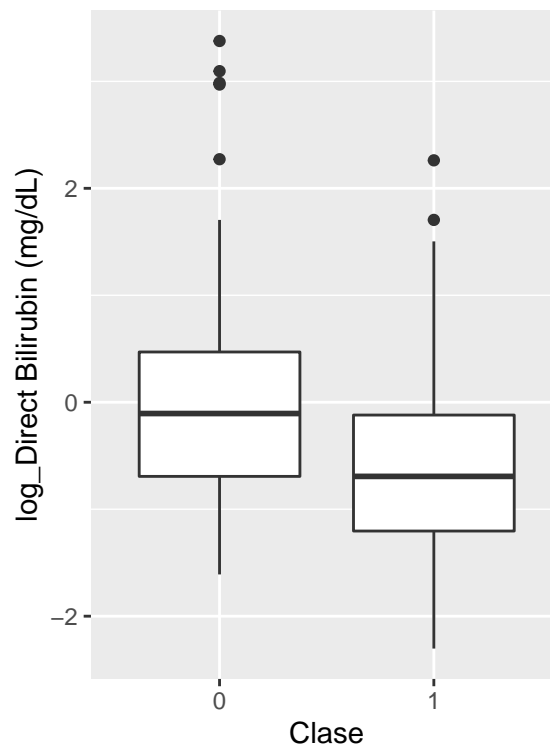
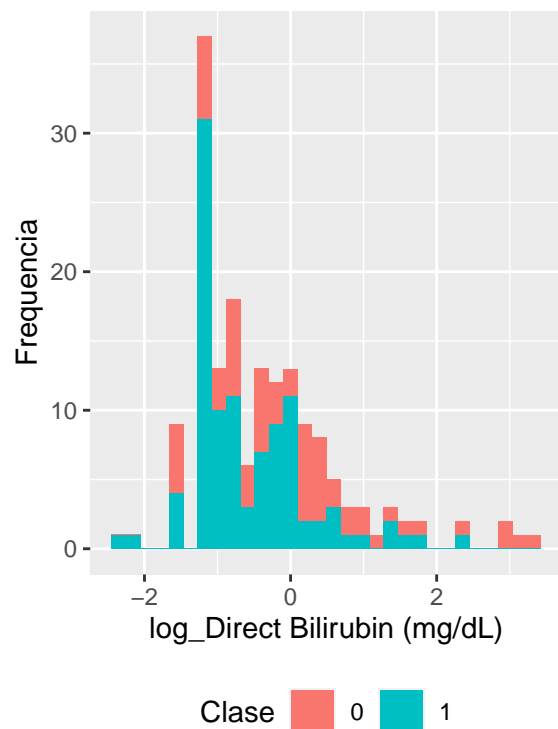
  grid.arrange(a1,a2,nrow=1)
}
```









```
# Distribució variables quantitatives
hcc_factorT<-c(1:23,27:29)

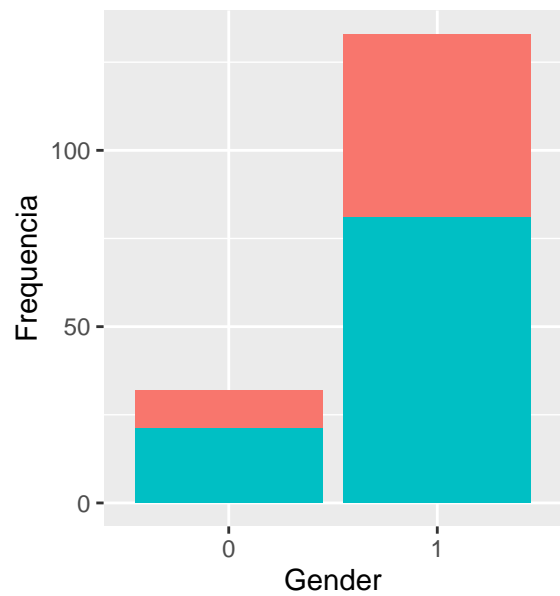
for (i in hcc_factorT) {
  data <- hcc[,c(i,ind_CA )]
  name_var <- names(data)[1]

  a1<-data %>%
    ggplot(aes(x=data[,1],fill=`Class Attribute`))+
    geom_bar() +
    labs(fill="Clase", x = name_var, y = "Frequencia") +
    theme(legend.position = "bottom")

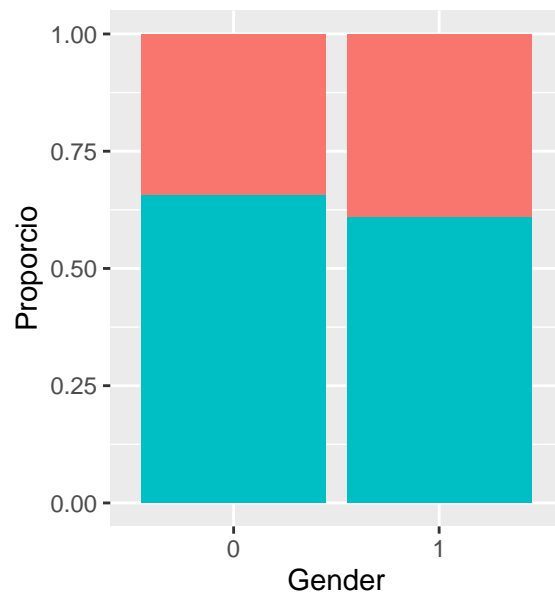
  a2<- data %>%
    ggplot(aes(x=data[,1],fill=`Class Attribute`))+
    geom_bar(position = "fill") +
    labs(fill="Clase", x = name_var, y = "Proporcio") +
    theme(legend.position = "bottom")

  grid.arrange(a1,a2,nrow=1,top = textGrob(name_var,gp=gpar(fontsize=15)))
}
```

Gender

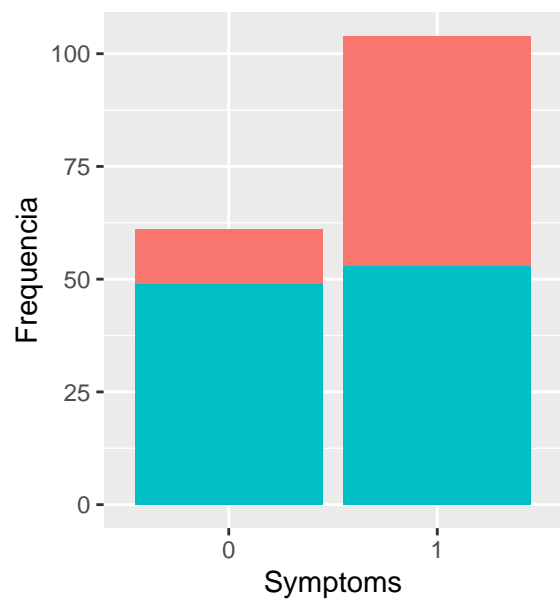


Clase 0 1

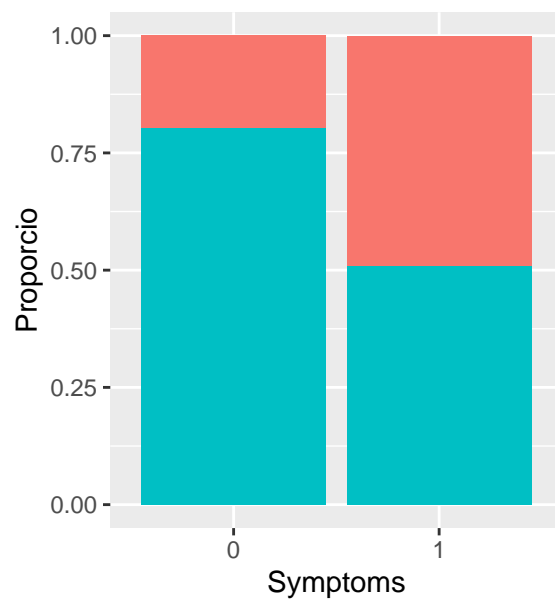


Clase 0 1

Symptoms

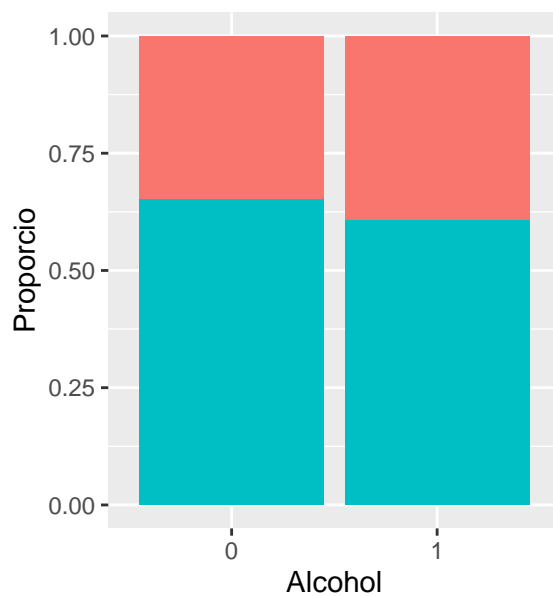
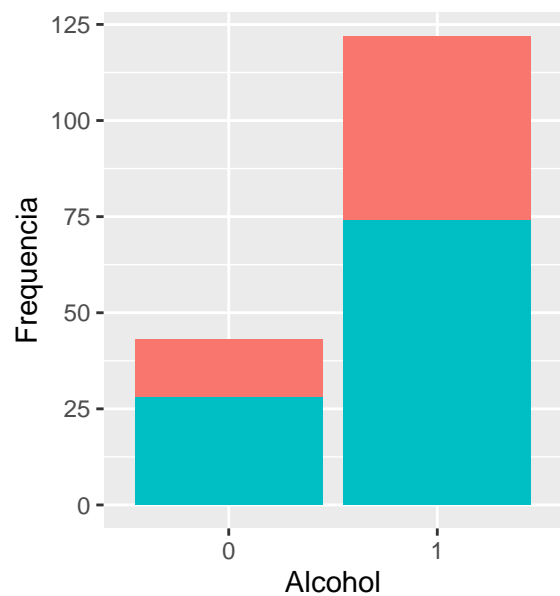


Clase 0 1



Clase 0 1

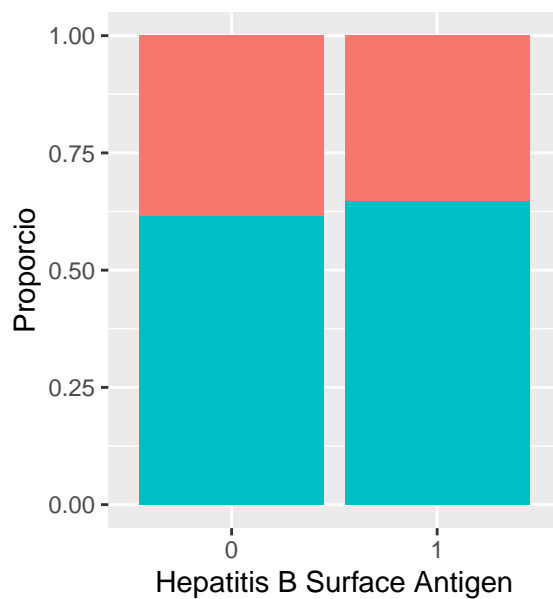
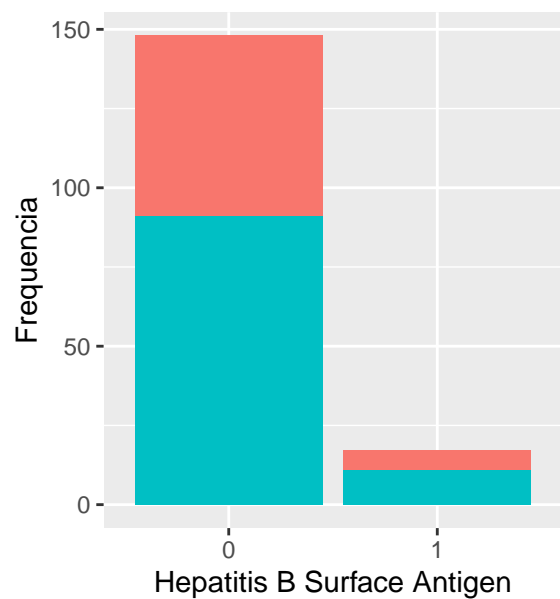
Alcohol



Clase 0 1

Clase 0 1

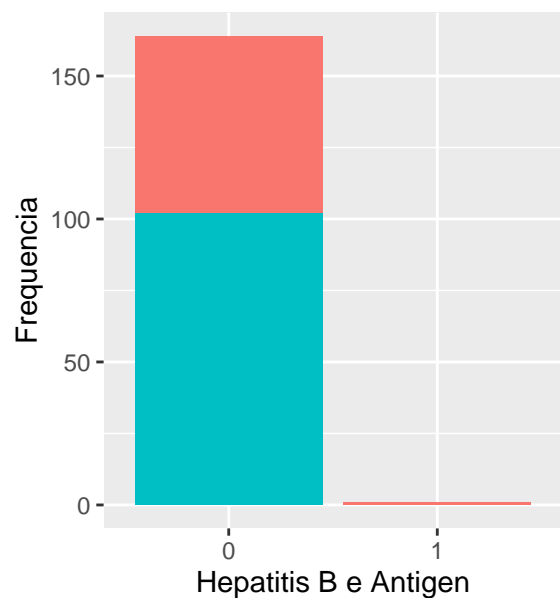
Hepatitis B Surface Antigen



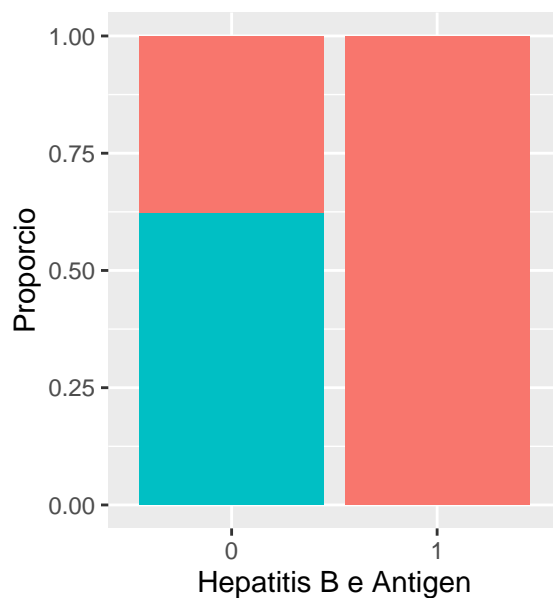
Clase 0 1

Clase 0 1

Hepatitis B e Antigen

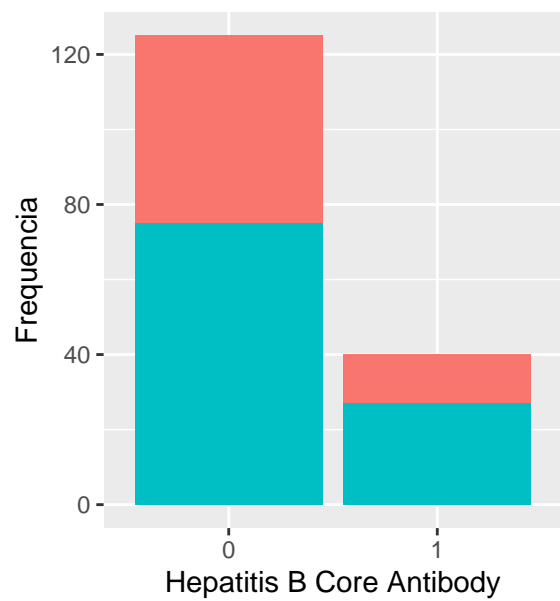


Clase 0 1

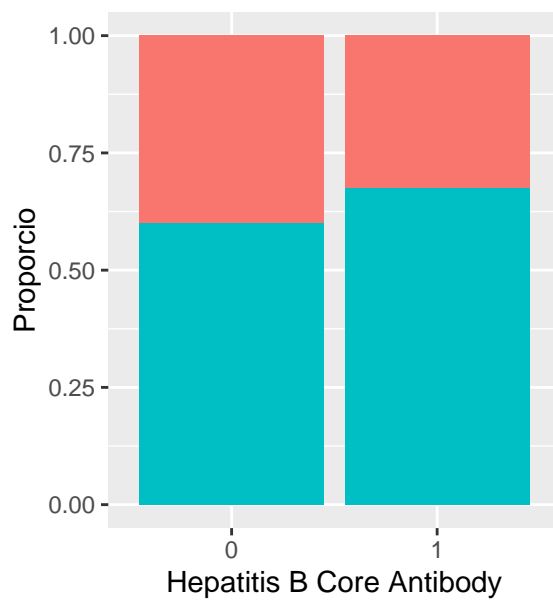


Clase 0 1

Hepatitis B Core Antibody

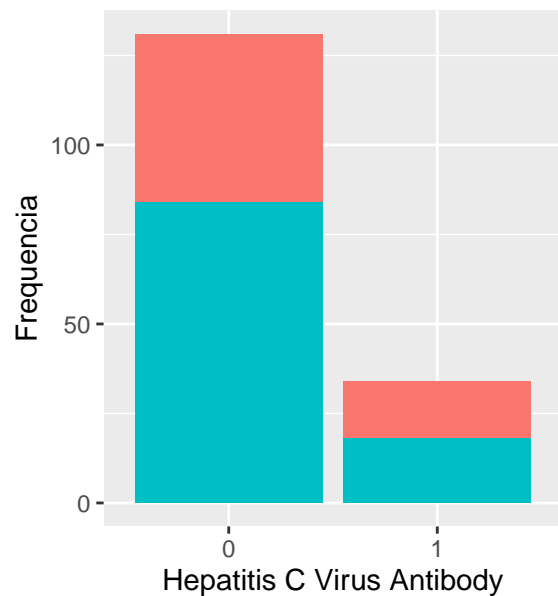


Clase 0 1

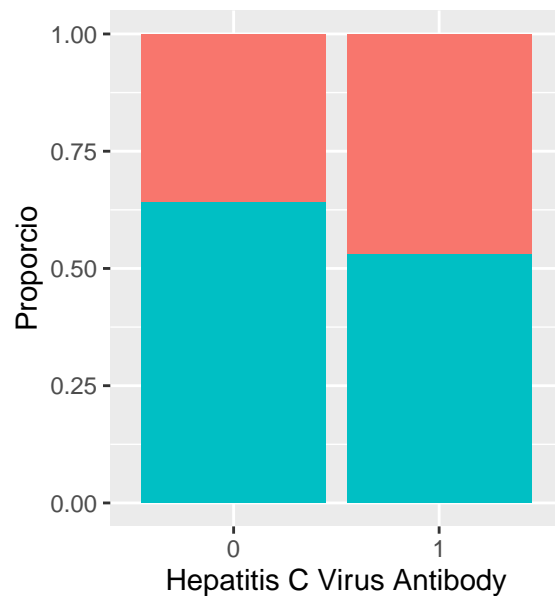


Clase 0 1

Hepatitis C Virus Antibody

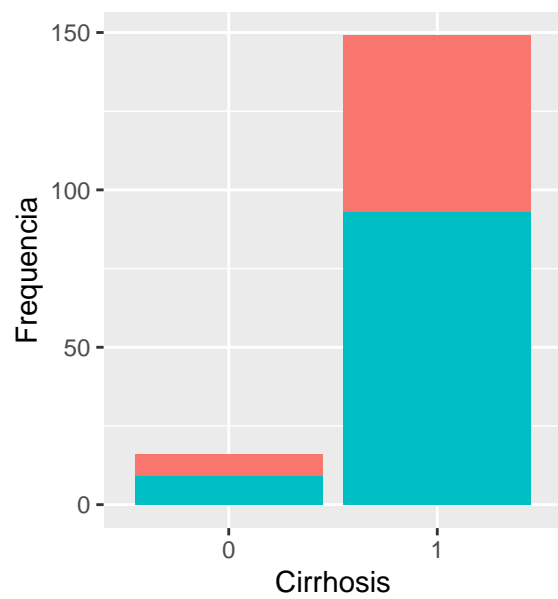


Clase 0 1

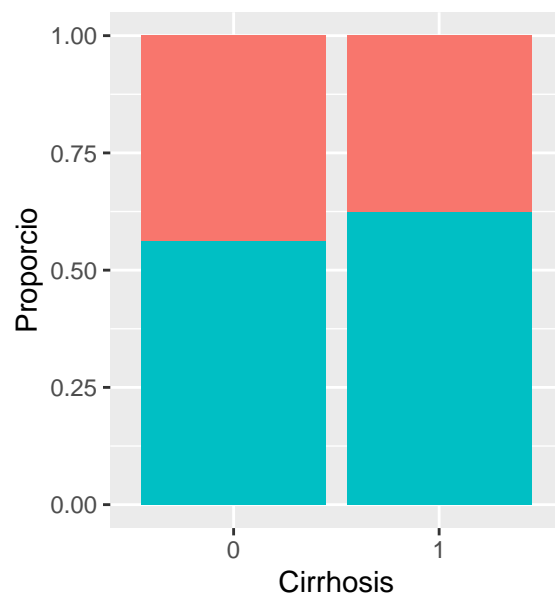


Clase 0 1

Cirrhosis

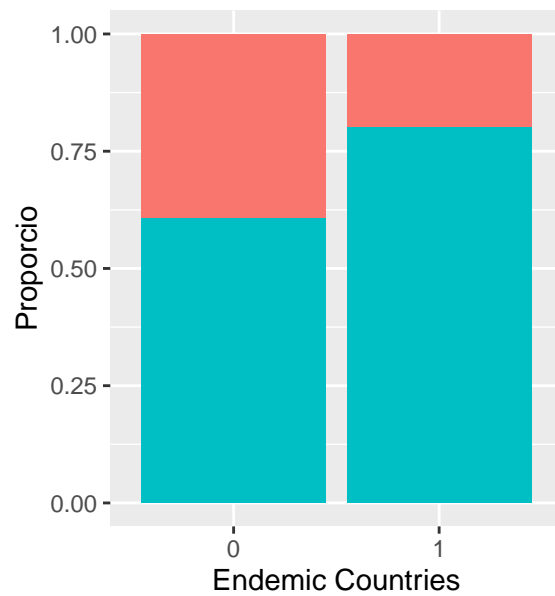
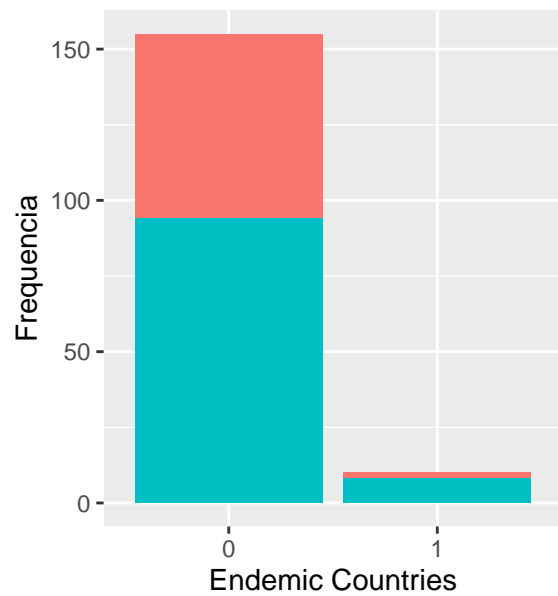


Clase 0 1



Clase 0 1

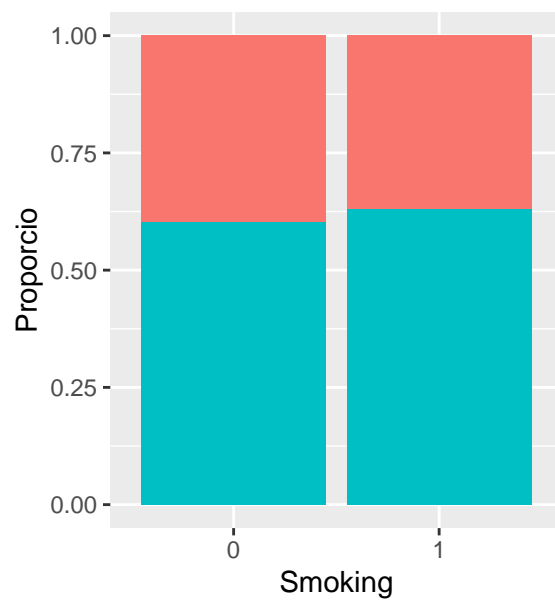
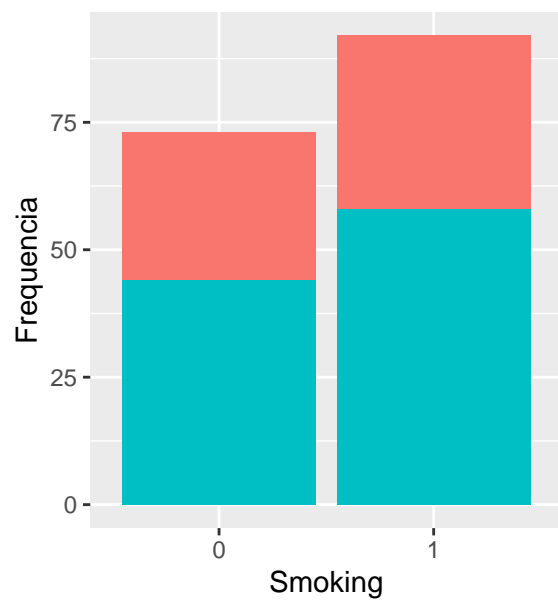
Endemic Countries



Clase 0 1

Clase 0 1

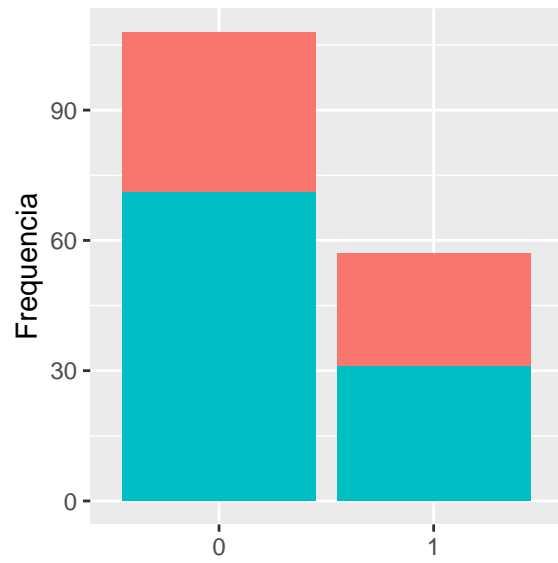
Smoking



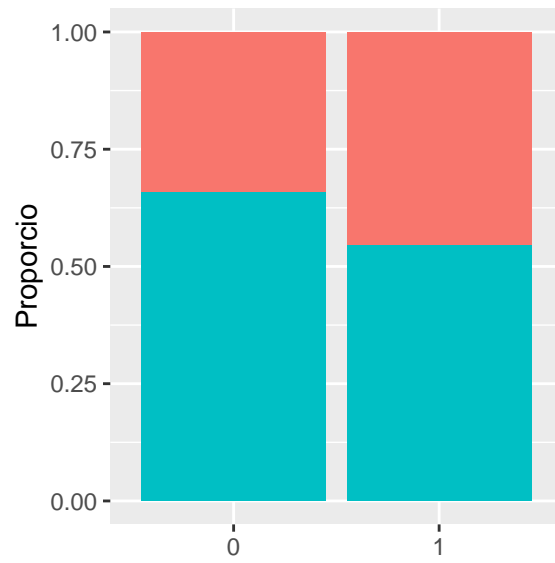
Clase 0 1

Clase 0 1

Diabetes

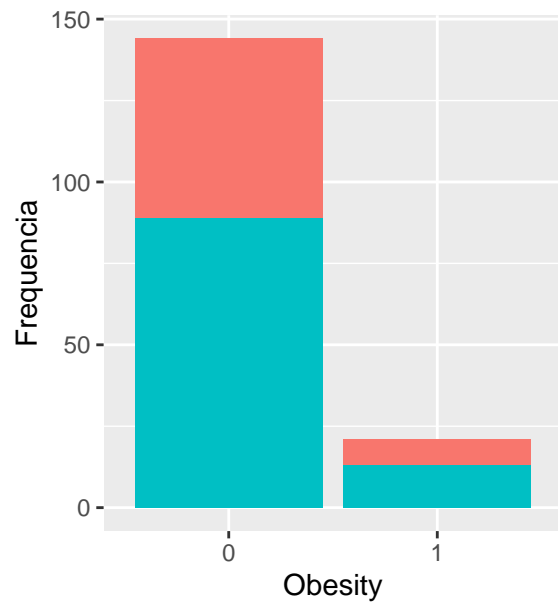


Clase 0 1

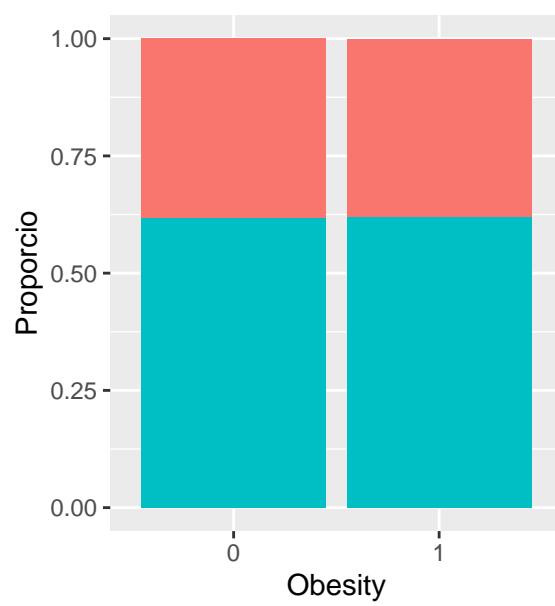


Clase 0 1

Obesity

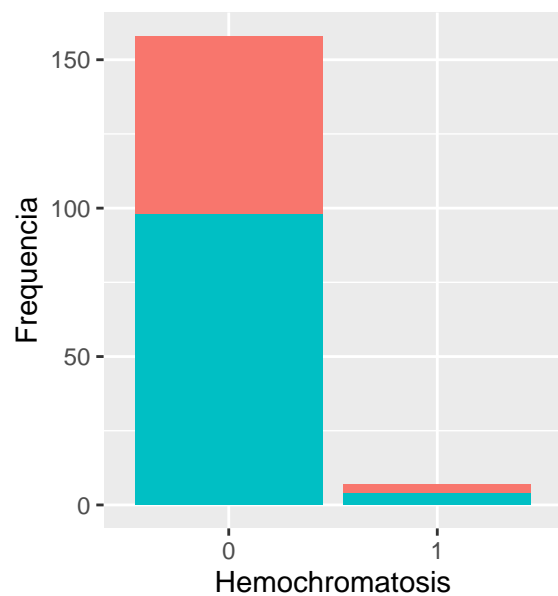


Clase 0 1

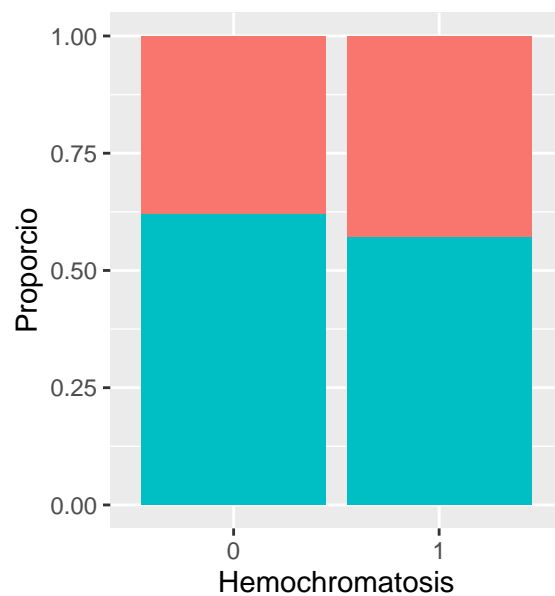


Clase 0 1

Hemochromatosis

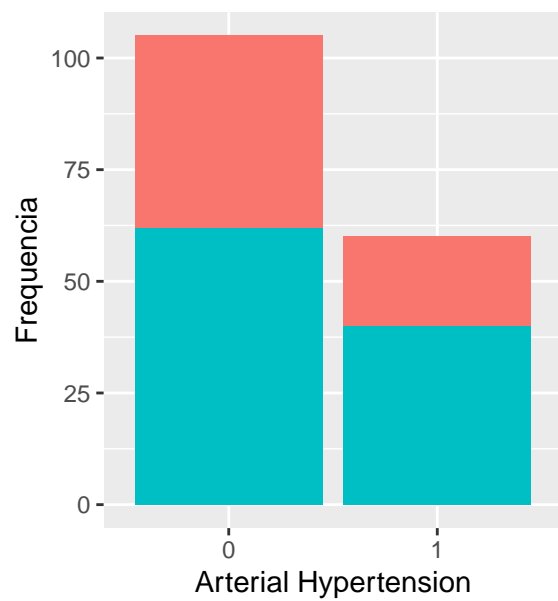


Clase 0 1

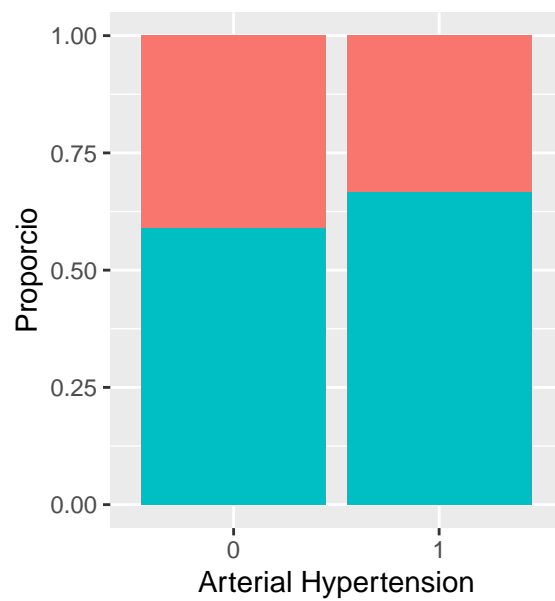


Clase 0 1

Arterial Hypertension

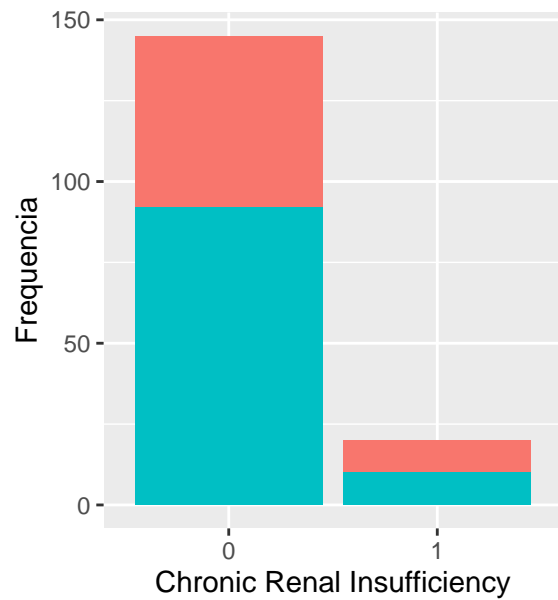


Clase 0 1

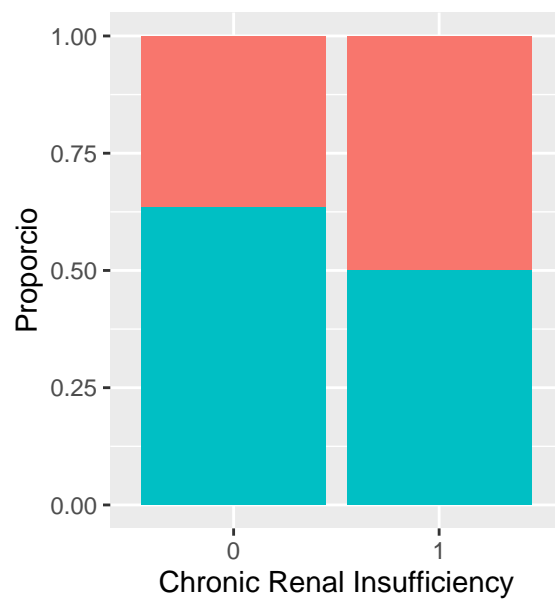


Clase 0 1

Chronic Renal Insufficiency

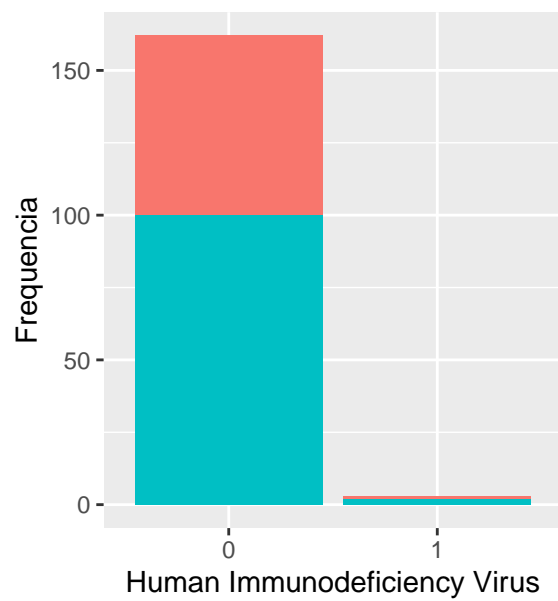


Clase 0 1

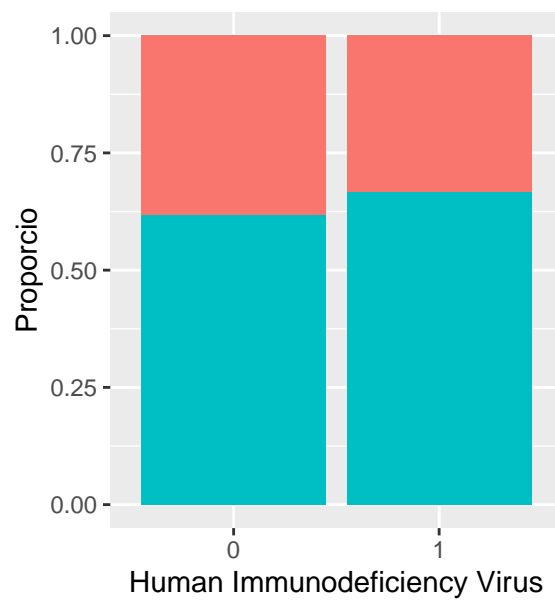


Clase 0 1

Human Immunodeficiency Virus

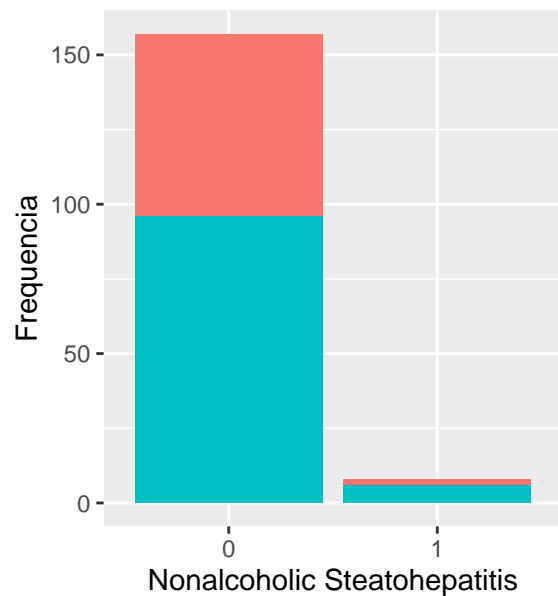


Clase 0 1

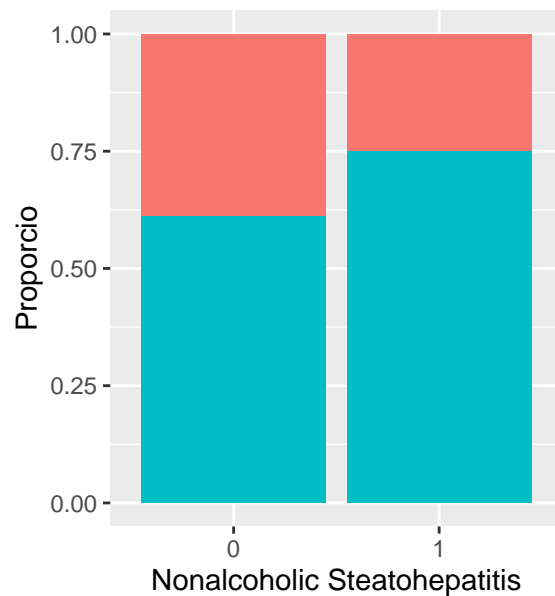


Clase 0 1

Nonalcoholic Steatohepatitis

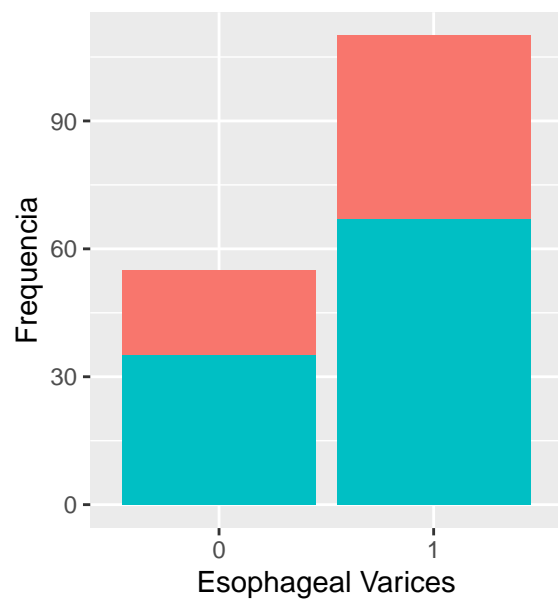


Clase 0 1

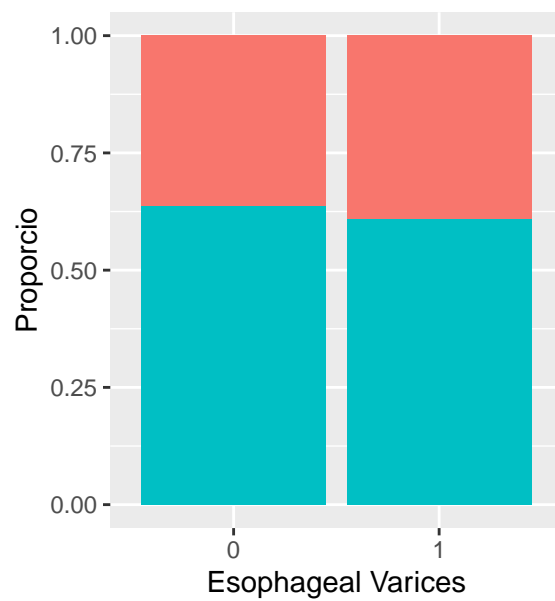


Clase 0 1

Esophageal Varices

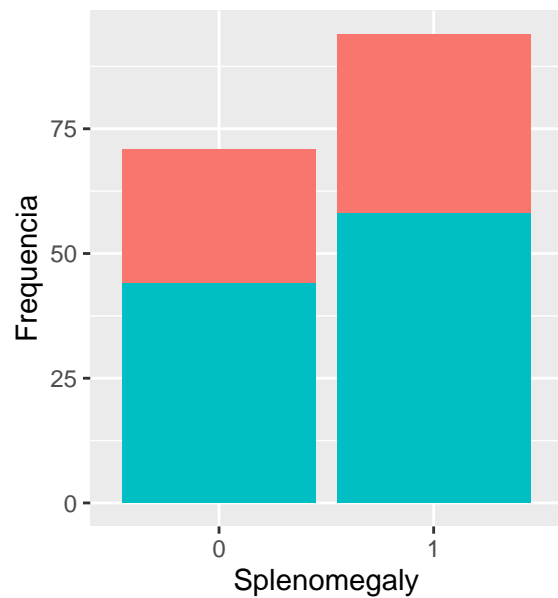


Clase 0 1

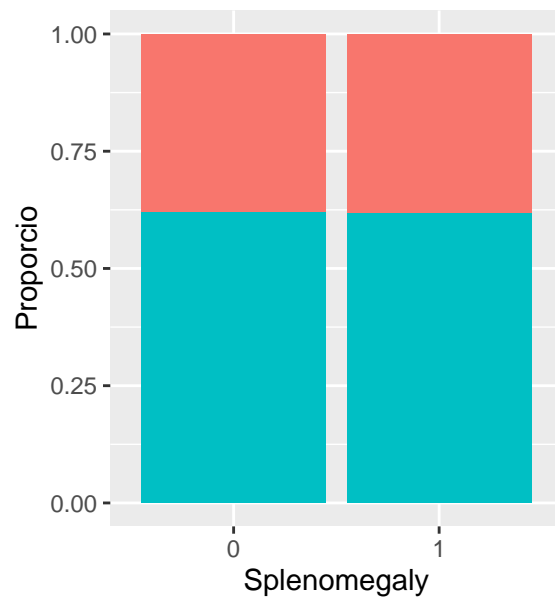


Clase 0 1

Splenomegaly

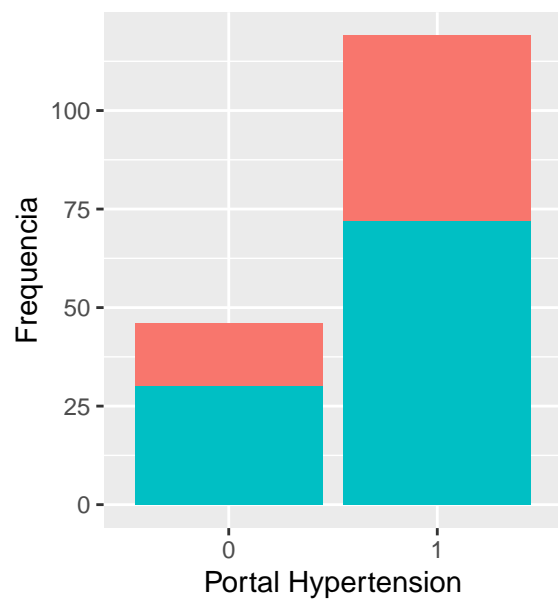


Clase 0 1

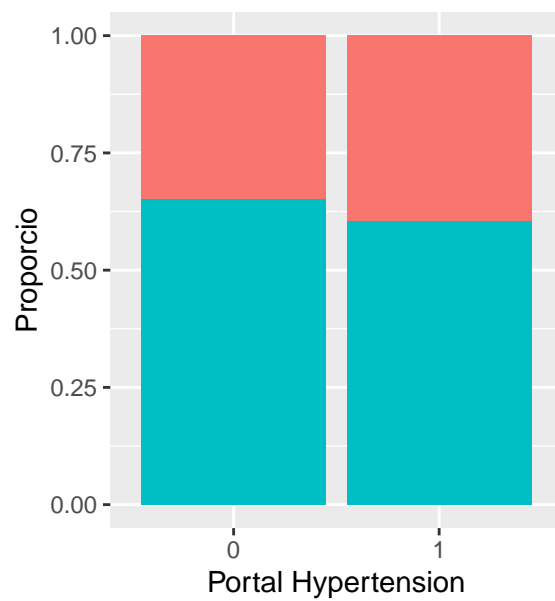


Clase 0 1

Portal Hypertension

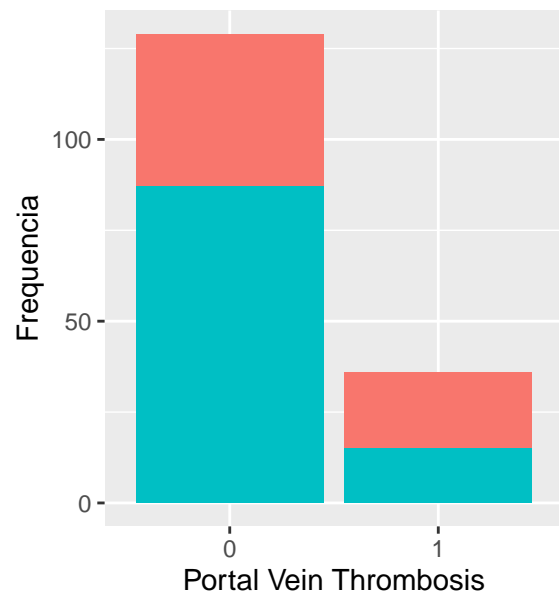


Clase 0 1

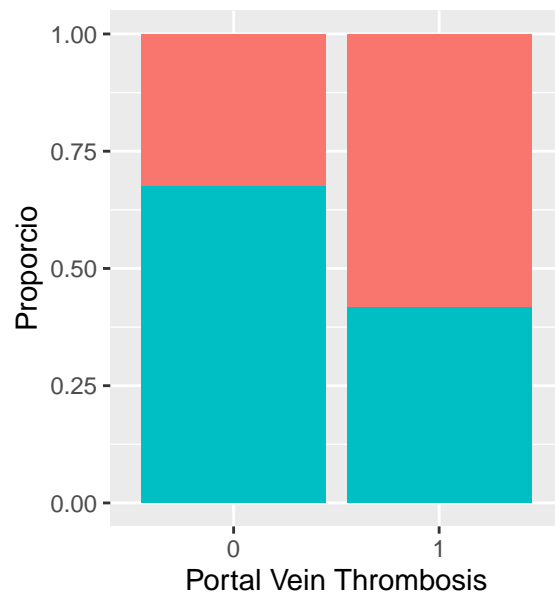


Clase 0 1

Portal Vein Thrombosis

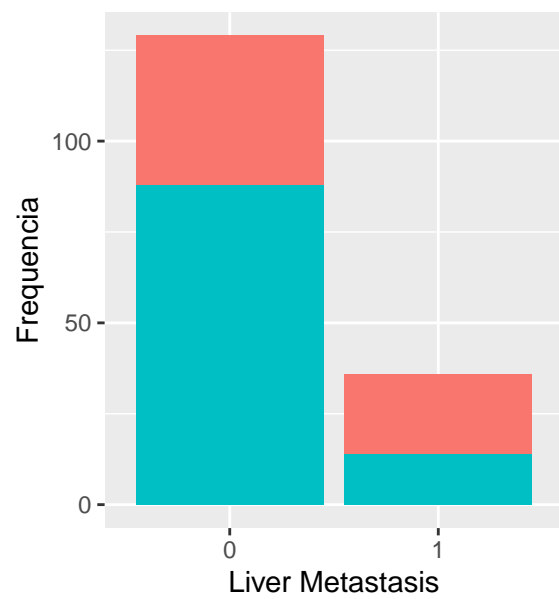


Clase 0 1

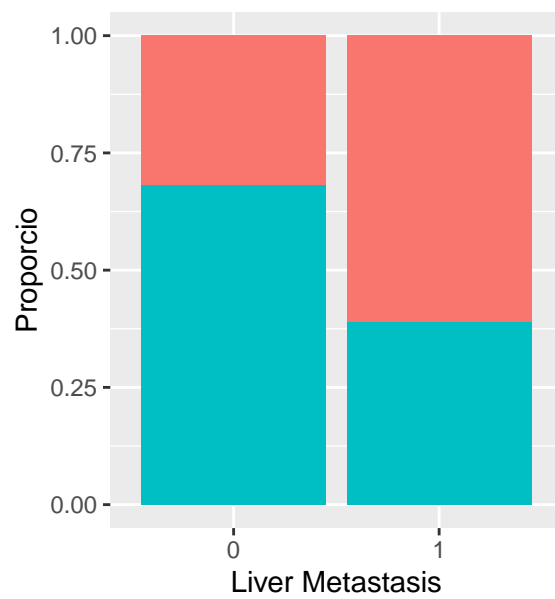


Clase 0 1

Liver Metastasis

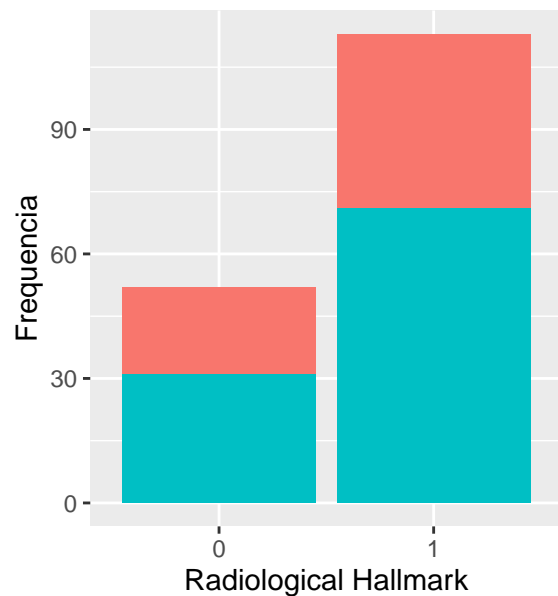


Clase 0 1

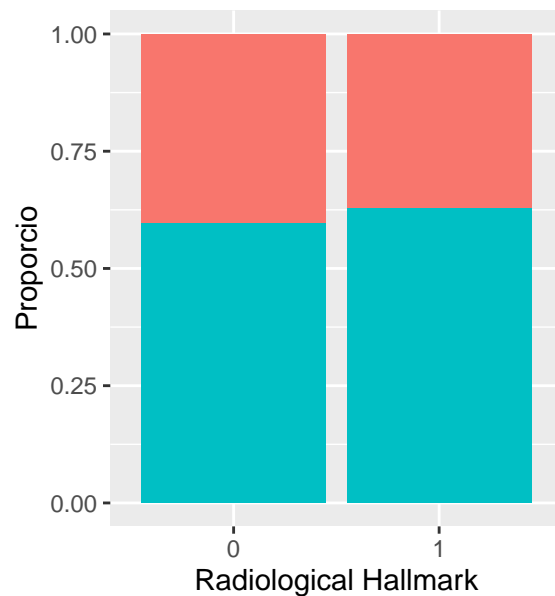


Clase 0 1

Radiological Hallmark

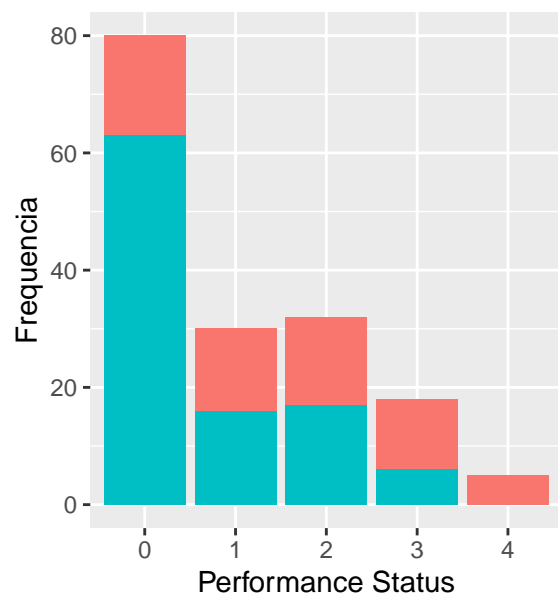


Clase 0 1

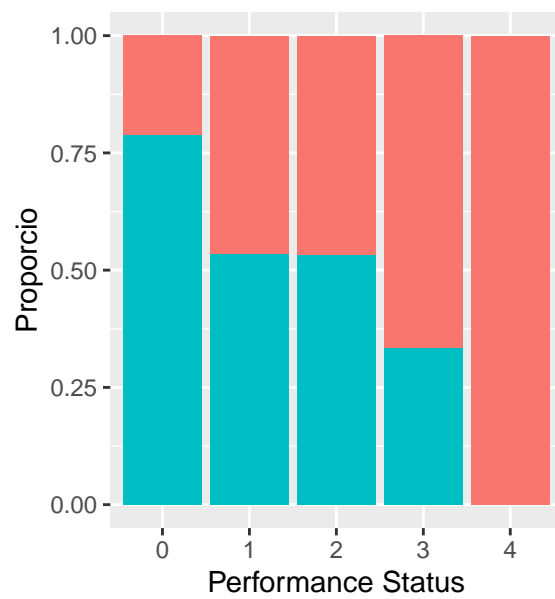


Clase 0 1

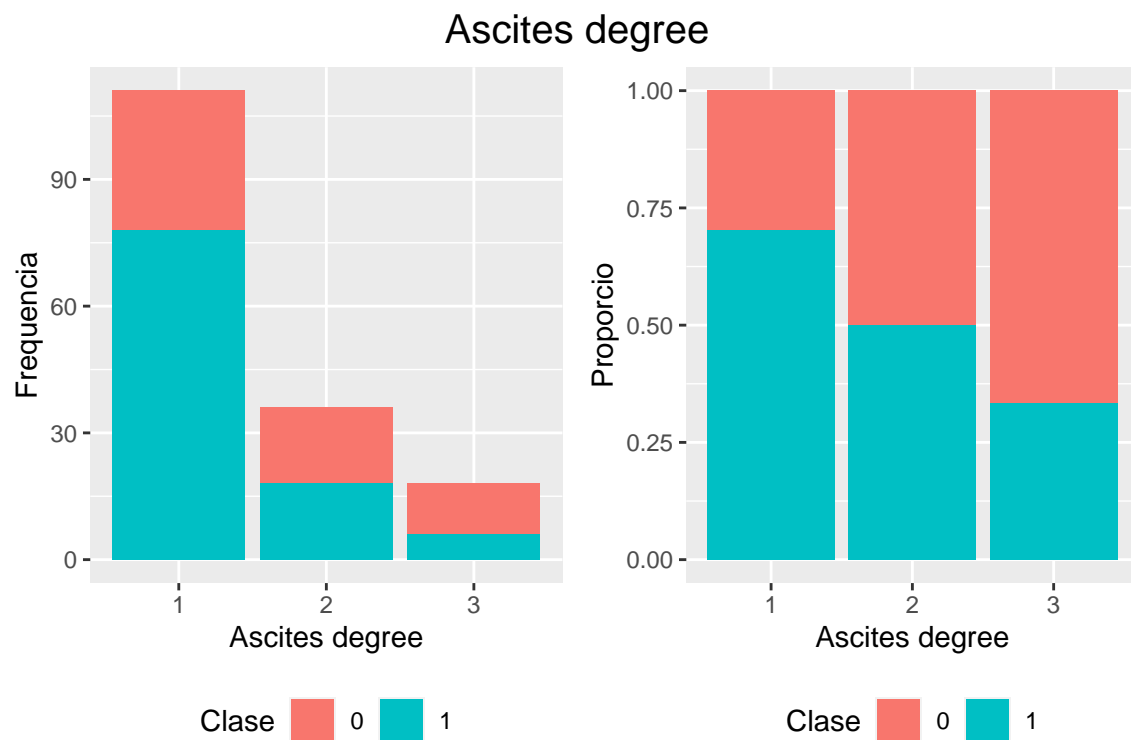
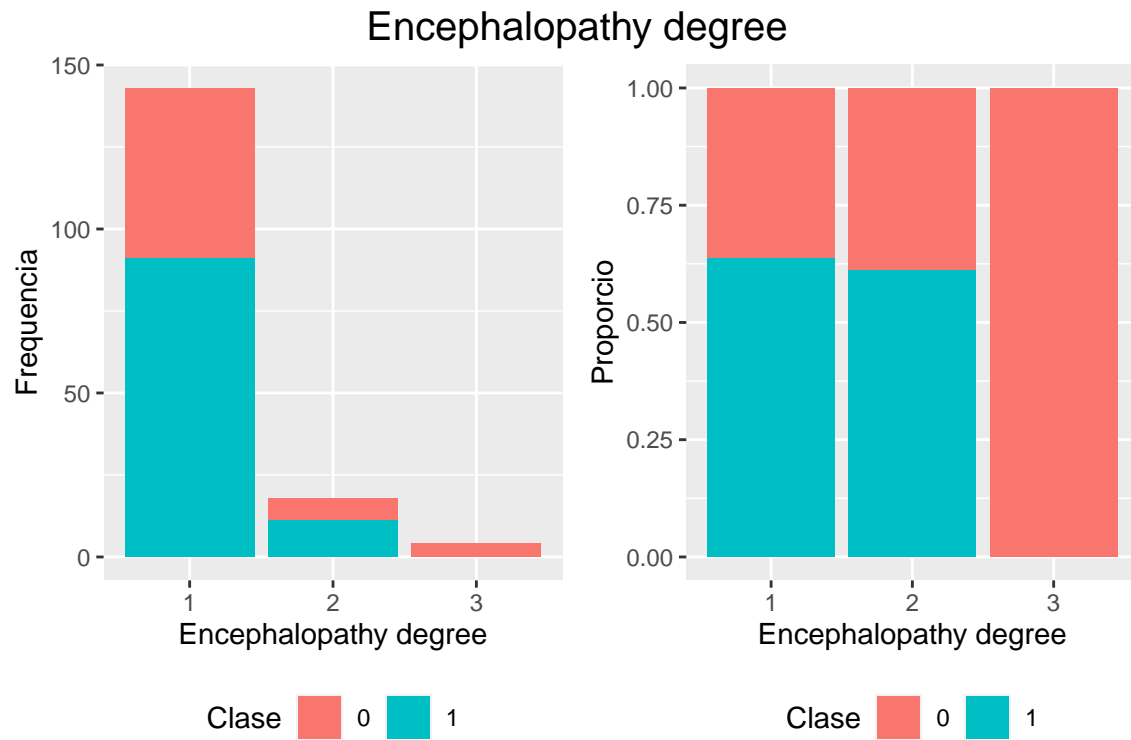
Performance Status



Clase 0 1



Clase 0 1



FALTA DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES!!!!

Comprobació de la normalitat

```
col.names = colnames(hcc)
tNorm <- tibble()
for (i in 1:ncol(hcc)) {
  if (is.integer(hcc[,i]) | is.numeric(hcc[,i])) {
    p_val = ad.test(hcc[,i])$p.value
    tNorm <- tNorm %>% bind_rows(c("Variable" = col.names[i], "p_value" = p_val))
  }
}
tau <- tNorm %>% filter(p_val < 0.05)
tau <- cbind(tau[1:12,], tau[13:24,])

kable(x = tau, format = "latex", caption = "Variables que no segueixen una distribució normal", booktabs = TRUE)
kable_styling(latex_options = c("HOLD_position", "scale_down"))
```

Table 3: Variables que no segueixen una distribució normal

Variable	p_value	Variable	p_value
Age at diagnosis	0.00149759894906763	log_Aspartate transaminase (U/L)	0.0186911854215893
Grams of Alcohol per day	8.82202770670264e-24	log_Gamma glutamyl transferase (U/L)	0.647441115456251
Packs of cigarets per year	3.7e-24	log_Alkaline phosphatase (U/L)	0.00016670856017998
International Normalised Ratio	3.7e-24	log_Total Proteins (g/dL)	3.7e-24
log_Alpha-Fetoprotein (ng/mL)	3.34295038797133e-12	log_Creatinine (mg/dL)	5.65364957260638e-17
Haemoglobin (g/dL)	0.100268781031556	Number of Nodules	3.7e-24
Mean Corpuscular Volume	0.143483137018752	Major dimension of nodule (cm)	1.19679011737562e-19
Leukocytes(G/L)	3.7e-24	log_Direct Bilirubin (mg/dL)	4.32165565698145e-10
Platelets	1.78034965465486e-14	Iron	1.66947273857358e-07
Albumin (mg/dL)	0.055954502223267	Oxygen Saturation (%)	9.75315402287745e-10
log_Total Bilirubin(mg/dL)	3.26773504036604e-06	Ferritin (ng/mL)	2.5846215677375e-23
log_Alanine transaminase (U/L)	0.0309533442044582	NA	NA

Com es pot veure, hi ha moltes variables numèriques que es distancien significativament de la distribució normal, per el que s'usaran test no paramètrics (Mann–Whitney–Wilcoxon) per la comparativa en relació a la supervivència.

ATENCIÓN: NO TIENE MUCHO SENTIDO MIRAR HOMOCASTEIDAD DE LAS VARIABLES NO NORMALES!!

Proves estadístiques

Comparació entre grups de la classe

Per tal de valorar quines variables es comporten diferents entre en que sobreviuen i els que no, es realitzarà els diferents test estadístics:

- Per les variables quantitatives, donada les seves distribucions majoritària diferent a la normalitat, es realitzara el test no paramètric de Mann–Whitney–Wilcoxon
- Per les variables qualitatives es realitzarà un test chi-quadrat.

```
testSig <- tibble()
```

```
cat("Variables categóriques amb p<0.10 entre la classe:\n")
```

```
## Variables categóriques amb p<0.10 entre la classe:
```

```
for (i in hcc_factorT) {  
  tabla=table(hcc[,i], hcc$`Class Attribute`)  
  chi=chisq.test(tabla)  
  if (chi$p.value<0.1){  
    cat(names(hcc)[i], ":\n")  
    cat("p=", chi$p.value, "\n")  
    testSig <- testSig %>% bind_rows(c(Class = i, Name=names(hcc[i]), Categorica="1", p_value = chi$p.val  
  }  
}
```

```
## Symptoms :  
## p= 0.0003409047  
## Portal Vein Thrombosis :  
## p= 0.008776766  
## Liver Metastasis :  
## p= 0.002624464  
## Performance Status :  
## p= 3.254868e-05  
## Encephalopathy degree :  
## p= 0.03543194  
## Ascites degree :  
## p= 0.002912547
```

```
cat("\n")
```

```
cat("Variables numériques amb p<0.10 entre la classe:\n")
```

```
## Variables numériques amb p<0.10 entre la classe:
```

```
for (i in hcc_num) {  
  wil=wilcox.test(hcc[hcc$`Class Attribute`==1,i], hcc[hcc$`Class Attribute`==0,i], mu = 0, paired = FALS  
  if (wil$p.value<0.1){  
    cat(names(hcc)[i], ":\n")  
    cat("p=", wil$p.value, "\n")  
    testSig <- testSig %>% bind_rows(c(Class = i, Name=names(hcc[i]), Categorica="0", p_value = wil$p.val  
  }  
}
```

```
## Age at diagnosis :  
## p= 0.03568324  
## International Normalised Ratio :  
## p= 0.02274098  
## log_Alpha-Fetoprotein (ng/mL) :
```

```
## p= 7.265254e-07
## Haemoglobin (g/dL) :
## p= 4.383141e-05
## Platelets :
## p= 0.03849095
## Albumin (mg/dL) :
## p= 0.0001110624
## log_Total Bilirubin(mg/dL) :
## p= 0.01947704
## log_Aspartate transaminase (U/L) :
## p= 0.001132361
## log_Gamma glutamyl transferase (U/L) :
## p= 0.01655198
## log_Alkaline phosphatase (U/L) :
## p= 1.784907e-06
## log_Creatinine (mg/dL) :
## p= 0.09667734
## Major dimension of nodule (cm) :
## p= 0.01365432
## log_Direct Bilirubin (mg/dL) :
## p= 0.0003951856
## Iron :
## p= 0.0004766499
## Oxygen Saturation (%) :
## p= 0.04075068
## Ferritin (ng/mL) :
## p= 7.002282e-05
```

Aquestes variables seran les que es seleccionarà per a la creació d'un model de regressió logística, però abans, valorarem les correlacions entre elles per tal de seleccionar variables que estiguin poc relacionades entre elles.

Correlació entre les variables seleccionades

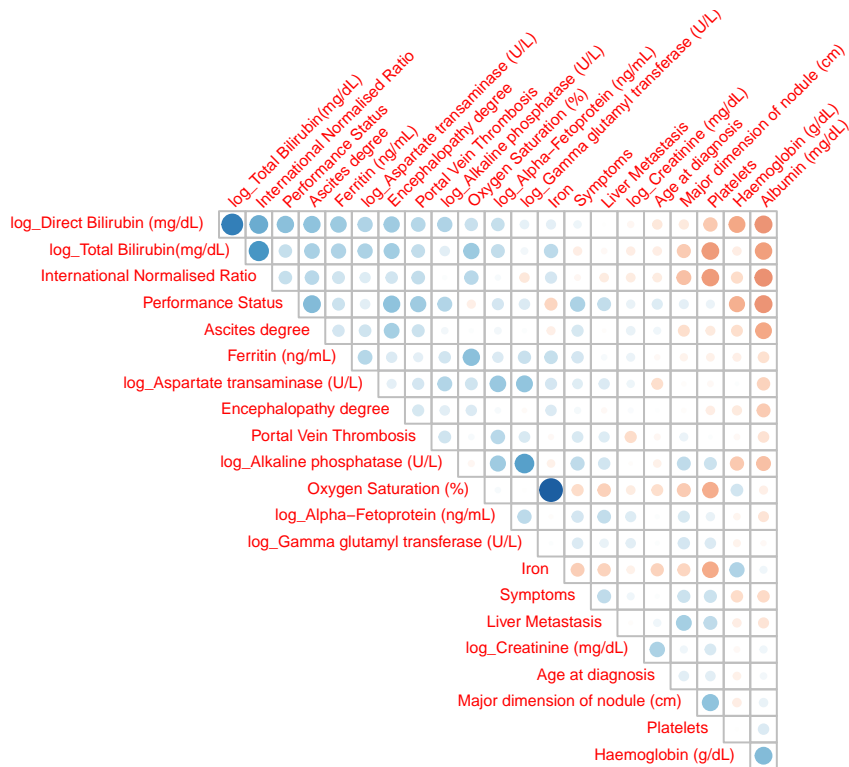
Amb respecte a la correlació entre les variables seleccionades, veiem la seva matriu de correlacions. Donada l'existència de variables categòriques, aquestes es consideraran numèriques i usarem la correlació no paramètrica de Spearman per a la seva valoració. Previament es normalitzaran totes les variables quantitatives.

```
# Correlación variables independientes.
library(corrplot)
hcc_norm<- hcc
atr<-names(hcc)
hcc_norm[,hcc_num]<-scale(hcc_norm[,hcc_num])

hcc2<-as.data.frame(lapply(hcc_norm,as.numeric))

names(hcc2)<-atr

hcc_cor<-cor(hcc2[,testSig$Name], method = "spearman")
corrplot(hcc_cor, cl.pos='n', tl.srt = 45, tl.cex = 0.5, type="upper",method = "circle", order="FPC", di
```



Per intentar reduir el número de variables del model, d'entre les que han tingut difències significatives entre els que sobreviuen i els que no, seleccionarem les que tinguin poca correlació amb altres variables, i amb les que tenen molta correlació amb d'altres, només seleccionarem una com a representativa.

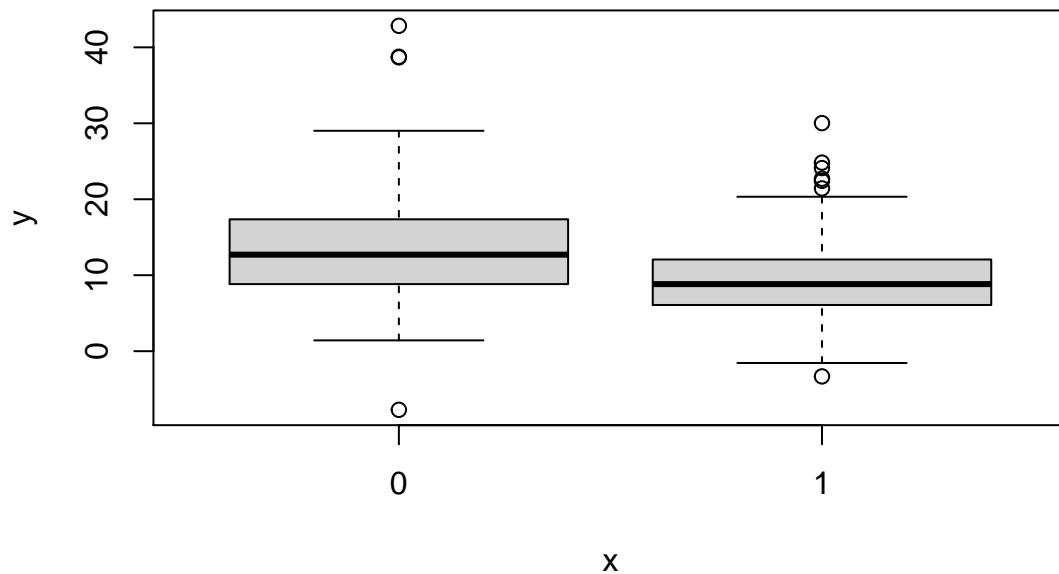
MELD

Hi ha un valor extès per a valorar la probabilitat de mort als tres mesos de pacients amb hepatopatia que depend de la creatinina, la bilirrubina total i del INR, amb un valor calculat denominat MELD. Aquest valor és una estimació de probabilitat de fallida hepàtica. A majors valors major probabilitat de mort. Aquest valor està validat pels 3 mesos, no per a l'any, com es el nostre cas.

```
# MELC calculat vs classe
meld<-3.78*hcc$log_Total Bilirubin(mg/dL)+ 11.2*log(hcc$International Normalised Ratio)+9.57*hcc$log_Creatinine(mg/dL)

hcc$MELD<-meld

plot(hcc$Class Attribute, meld)
```



Ho no hi ha diferències en la supervivència depenent del MELD

```
wilcox.test(meld[hcc$`Class Attribute`==1],meld[hcc$`Class Attribute`==0], mu = 0,paired = FALSE, conf.level = 0.95)
```

```
##
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data:  meld[hcc$`Class Attribute` == 1] and meld[hcc$`Class Attribute` == 0]
## W = 2139.5, p-value = 0.0003196
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  -5.697309 -1.735361
## sample estimates:
## difference in location
##                -3.697976
```

És pot veure que els valors de MELD són significativament diferents entre el grup de pacients que sobreviuen i els que no. Amb aquesta combinació lineal agrupem en una única variable la bilirrubina total, l'INR i la creatinina.

Per tant, les variables seleccionades per estudiar amb regressió logística seran:

- Symptoms
- Portal Vein Thrombosis
- Liver Metastasis
- Age at diagnosis
- Encephalopathy degree
- Ascites degree
- log_Alpha-Fetoprotein (ng/mL)

- Haemoglobin (g/dL)
- log_Aspartate transaminase (U/L)
- log_Gamma glutamyl transferase (U/L)
- Major dimension of nodule (cm)
- Iron
- Ferritin (ng/mL)
- MELD

Model amb regressió logística

```
selecc<-c(2, 21, 22, 24, 28, 29, 31, 32, 39, 40, 45, 47, 49, 51,50)

hcc_sel<-hcc[selecc]

#hcc_sel<-as.data.frame(lapply(hcc_sel,as.numeric))
#names(hcc_sel)<-names(hcc[selecc])

modelo <- glm(`Class Attribute` ~ ., data = hcc_sel, family = "binomial")
summary(modelo)

##
## Call:
## glm(formula = `Class Attribute` ~ ., family = "binomial", data = hcc_sel)
##
## Deviance Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.2390  -0.5592   0.2732   0.6280   2.6366
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)      3.348e+00  2.461e+00   1.361  0.17362
## Symptoms1       -5.045e-01  5.043e-01  -1.000  0.31711
## `Portal Vein Thrombosis`1 -5.145e-01  5.461e-01  -0.942  0.34609
## `Liver Metastasis`1      -2.134e-01  5.543e-01  -0.385  0.70023
## `Age at diagnosis`      -1.959e-02  1.842e-02  -1.063  0.28760
## `Encephalopathy degree`2 -1.012e-01  8.045e-01  -0.126  0.89992
## `Encephalopathy degree`3 -1.542e+01  1.563e+03  -0.010  0.99213
## `Ascites degree`2       -2.412e-01  5.887e-01  -0.410  0.68196
## `Ascites degree`3       -5.609e-01  7.050e-01  -0.796  0.42625
## `log_Alpha-Fetoprotein (ng/mL)` -1.981e-01  8.016e-02  -2.471  0.01348
## `Haemoglobin (g/dL)`      2.033e-01  1.172e-01   1.735  0.08278
## `log_Aspartate transaminase (U/L)` -4.297e-01  3.894e-01  -1.104  0.26977
## `log_Gamma glutamyl transferase (U/L)` 9.862e-02  2.890e-01   0.341  0.73289
## `Major dimension of nodule (cm)` -1.059e-01  5.036e-02  -2.103  0.03546
## Iron               1.328e-02  5.633e-03   2.358  0.01836
## `Ferritin (ng/mL)`      -2.422e-03  8.601e-04  -2.816  0.00487
## MELD              -6.929e-02  4.058e-02  -1.707  0.08773
##
## (Intercept)
## Symptoms1
## `Portal Vein Thrombosis`1
## `Liver Metastasis`1
```



```

## `Age at diagnosis`
## `Encephalopathy degree`2
## `Encephalopathy degree`3
## `Ascites degree`2
## `Ascites degree`3
## `log_Alpha-Fetoprotein (ng/mL)`      *
## `Haemoglobin (g/dL)`                  .
## `log_Aspartate transaminase (U/L)`
## `log_Gamma glutamyl transferase (U/L)`
## `Major dimension of nodule (cm)`      *
## Iron                                  *
## `Ferritin (ng/mL)`                    **
## MELD                                  .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
##
##      Null deviance: 219.43  on 164  degrees of freedom
## Residual deviance: 134.34  on 148  degrees of freedom
## AIC: 168.34
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 16

```