

Lab ACP

Edwin Sanchez Stephanie Tamayo Andres Felipe Torres Fredy
Urrea Sergio Velasquez Manuel Espitia

2025-05-18

Introducción

Carga de los datos

Organización de los datos y renombrar variables

```
CIUDADES<-readxl::read_excel("ciudades original-filtrado-con etiquetas (1).xlsx",  
                             sheet = 1)  
RHINT<-CIUDADES[,c("CIUDADES", "RH_1", "RH_2", "RH_5", "RH_6", "RH_7",  
                  "RH_8", "RH_9", "RH_10", "RH_11", "RH_12", "RH_13",  
                  "RH_14", "RH_15", "RH_16", "INT_66", "INT_67",  
                  "INT_68", "INT_69", "INT_70")]  
colnames(RHINT)[2:20] <- c("PC", "TCP", "AA", "CBPS", "CBES", "RAP", "CC",  
                          "CPT", "CS", "MI", "DCFS", "VI", "H", "S", "BCPIB",  
                          "CI", "TOE", "DP", "DM")
```

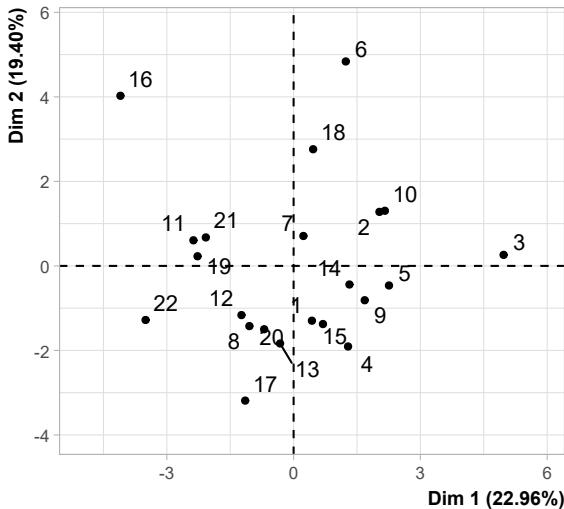
Punto 1

Estandarización de datos

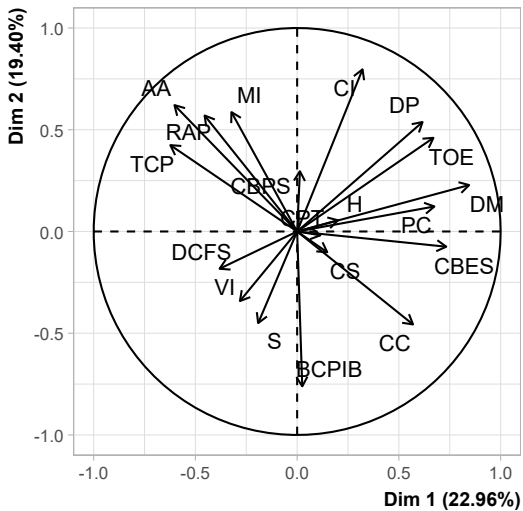
```
RHINTce <- scale(RHINT[,2:20], scale = TRUE, center = TRUE)
colnames(RHINTce) <- colnames(RHINT)[2:20]
rownames(RHINTce) <- RHINT$CIUDADES
```

Hacemos el PCA de nuestros datos con todas las variables que nos toca en nuestro grupo 6 (RH+INT) y observamos nuestros datos con el círculo unitario con las dos componentes que capturan mayor varianza de nuestros datos.

PCA graph of individuals



PCA graph of variables



Selección de Componentes Principales:

Aplicamos el criterio de Kaiser (autovalor > 1), reteniendo solo los componentes más informativos.

- 6 componentes cumplieron el criterio, explicando $\sim 80\%$ de la varianza total.
- El componente 7 (6.2% adicional) podría omitirse para simplificar el modelo sin perder información crítica.

Varianza explicada:

- Componente 1: 23.0% (autovalor: 4.36)
- Componente 2: 19.4% (autovalor: 3.69)
- Componente 3: 12.4% (autovalor: 2.36)

Total acumulado (3 primeros): 54.8%

Tabla de varianza explicada con índice personalizado

Table 1: Tabla 1. Varianza explicada por los componentes principales

	Autovalor	Varianza (%)	Varianza Acumulada (%)
comp 1	4.36	22.96	22.96
comp 2	3.69	19.40	42.36
comp 3	2.36	12.43	54.78
comp 4	2.02	10.65	65.43
comp 5	1.48	7.77	73.21
comp 6	1.27	6.69	79.90
comp 7	1.17	6.18	86.08

Note:

Nota: Se muestran los primeros 7 componentes que explican el 86.1 % de la varianza total

¹ Criterio de selección: Autovalor > 1 (Kaiser)

² Fecha de análisis: 28/05/2025

Componente 1 (22.96% varianza):

- Variables: Población (0.54), Tasa de Ocupación (0.45), Analfabetismo (0.49).
- Interpretación: Eje de desarrollo urbano y acceso a servicios básicos.

Componente 2 (19.40% varianza):

- Variables: Cobertura educativa (0.98), Internacionalización (0.97).
- Interpretación: Capital humano y apertura económica.

Componente 3 (12.43% varianza):

- Variables: Calidad educativa (0.97), Diversificación de mercados (0.94).
- Interpretación: Calidad educativa y diversificación productiva.

Hallazgos Principales:

- Los 3 primeros componentes resumen el 54.78% de la varianza total.
- Variables educativas y económicas forman dimensiones independientes.
- Correlaciones >0.7 en componentes 2 y 3 permiten simplificar el modelo sin pérdida crítica de información.

Table 2: Matriz de correlaciones entre variables y componentes principales

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5	Comp.6	Comp.7
PC	0.67	0.12	0.45	-0.17	0.39	-0.23	0.15
TCP	-0.62	0.42	0.42	-0.29	0.25	0.11	0.07
AA	-0.60	0.62	0.26	-0.32	-0.12	0.04	0.14
CBPS	0.01	0.30	0.31	0.69	-0.49	-0.03	0.00
CBES	0.73	-0.07	0.50	-0.03	0.16	0.00	0.26
RAP	-0.45	0.57	0.46	0.19	-0.11	-0.25	0.09
CC	0.57	-0.46	0.35	-0.01	0.02	0.19	0.25
CPT	0.11	-0.02	-0.52	0.08	-0.15	0.31	0.72
CS	0.15	-0.10	0.39	-0.47	-0.29	0.23	-0.49
MI	-0.32	0.59	0.16	-0.25	0.27	0.54	0.12
DCFS	-0.38	-0.18	0.30	0.59	0.52	0.10	-0.06
VI	-0.28	-0.34	0.24	0.65	0.31	0.03	-0.09
H	0.20	0.06	-0.08	0.30	-0.03	0.79	-0.24
S	-0.19	-0.45	-0.44	-0.26	0.50	-0.08	-0.12
BCPIB	0.03	-0.76	0.39	-0.17	-0.14	0.12	-0.06
CI	0.32	0.80	-0.34	0.13	0.25	-0.05	-0.07
TOE	0.67	0.46	-0.10	-0.01	0.29	0.06	-0.23
DP	0.62	0.54	-0.26	0.17	-0.11	-0.08	-0.27

Dimensión 1 (X) - Eje principal

- Variables clave: MP (0.94), PC (0.94)
- Interpretación: Eje “tamaño económico-demográfico” donde ciudades más pobladas concentran mayor actividad económica.

Dimensión 2 (Y) - Eje secundario

- Variables débiles: DM (0.22), TCP (0.12)
- Interpretación: “Dinamismo básico” menos estructurado, vinculado a crecimiento incremental.

Hallazgo crítico:

- El desarrollo económico (X) no garantiza mejoras en indicadores sociales (Y), requiriendo políticas diferenciadas.

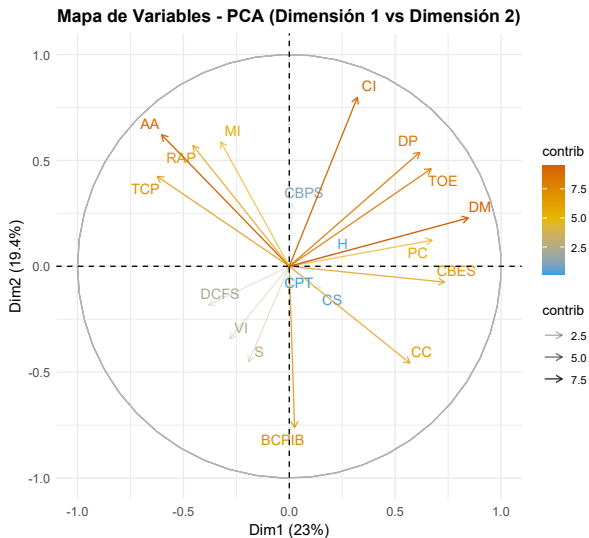


Figure 1: Gráfico de variables (Dim.1 vs Dim.2) - Análisis PCA

Dimensión 1 (Estructural):

- Variables clave: Población, Crecimiento poblacional, Homicidios, Balanza comercial/PIB
- Interpretación: Eje económico-demográfico dominante (mayor varianza explicada)

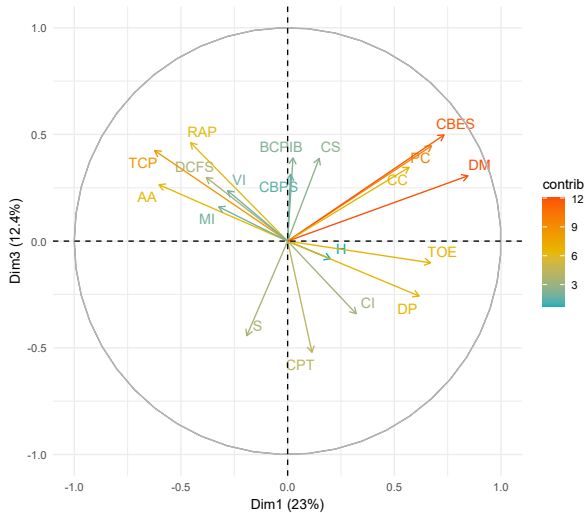
Dimensión 3 (Social/Seguridad):

- Variables críticas: Violencia intrafamiliar, Secuestros, Cobertura en salud, Mortalidad infantil
- Interpretación: Problemáticas sociales con dinámica independiente del desarrollo económico

Hallazgos clave:

- Las variables educativas (ej. Cobertura educación superior) muestran influencia compartida
- Contraste fundamental: Desarrollo económico (Dim.1) Mejora en seguridad/salud (Dim.3)
- Implica necesidad de políticas diferenciadas para cada dimensión

Variables - PCA (Dimensión 1 vs Dimensión 3)



Dimensión 2 (Educación/Comercio):

- Variables clave:
 - Cobertura educativa básica
 - Calidad escolar
 - Diversificación productiva
 - Orientación exportadora
 - Interpretación: Eje de capital humano e integración económica

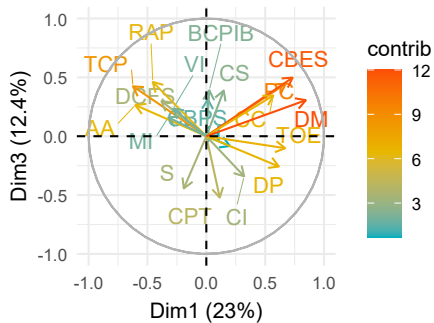
Dimensión 3 (Seguridad/Salud):

- Variables críticas:
 - Delitos sexuales
 - Mortalidad infantil
 - Cobertura sanitaria
 - Interpretación: Problemáticas sociales independientes del desarrollo educativo-comercial

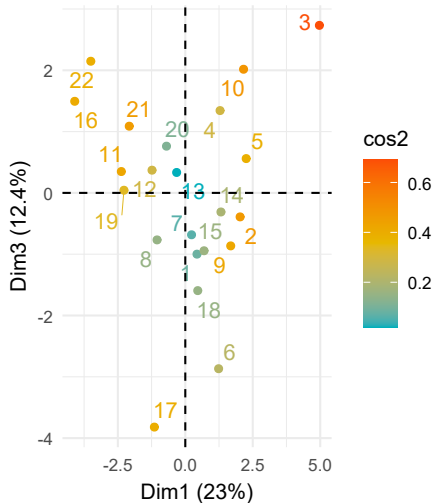
Hallazgo clave:

- Las dimensiones revelan que avances educativos/económicos no garantizan mejoras en seguridad/salud, exigiendo intervenciones específicas para cada ámbito.

Variables - Dim.1 vs Dim.3



Individuos - Dim.1 vs Dim.3



Dimensión 2 (Educación-Comercio):

- Separa claramente:
 - Variables educativas (Capacitación laboral)
 - Variables comerciales (Dinámica exportadora)
- Muestra correlación entre:
 - Analfabetismo y Cobertura educativa superior

Dimensión 3 (Problemáticas Sociales):

- Aísla variables independientes:
 - Violencia intrafamiliar (aparece como outlier)
 - Otras problemáticas sociales

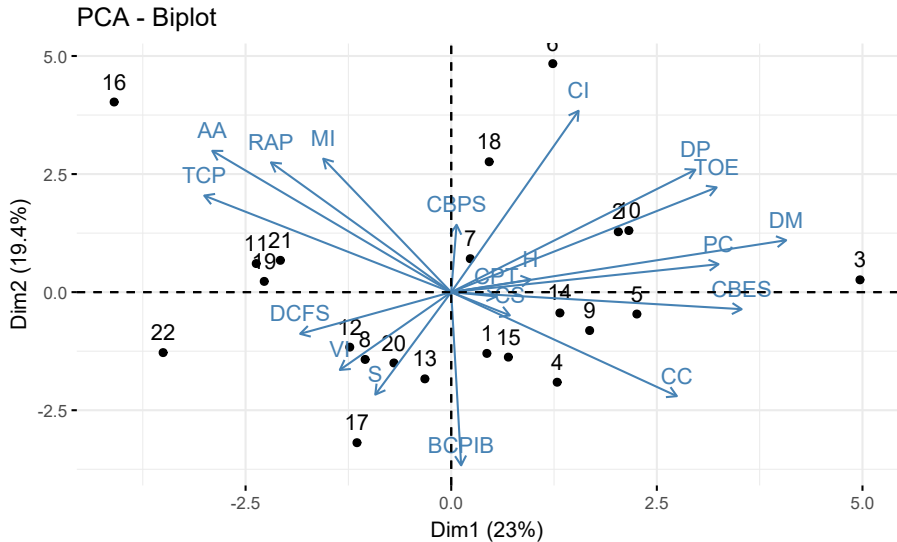
Conclusión:

- Dim.2 complementa el análisis económico (Dim.1) con aspectos de capital humano
- Dim.3 revela desafíos sociales que requieren abordaje específico

Las dimensiones muestran que:

- Avances educativos Mejoras en seguridad
- Desarrollo económico Solución automática a problemáticas sociales


```
fviz_pca_biplot(PCAtodas)
```



Varianza explicada:

- Dim.1: 23% (desarrollo económico)
- Dim.2: 19.4% (capital humano)
- Total: 42.4% de variabilidad

Hallazgos clave:

- Perfiles urbanos diferenciados
- Bogotá, Medellín, Cali:
 - Alto desempeño en:
 - Población (PC)
 - Educación superior (CBES)
 - Apertura comercial (DP, TOE)
- Riohacha, Sincelejo:
 - Desafíos en:
 - Analfabetismo (AA)
 - Mortalidad infantil (MI)
 - Crecimiento poblacional (TCP)

Posiciones intermedias

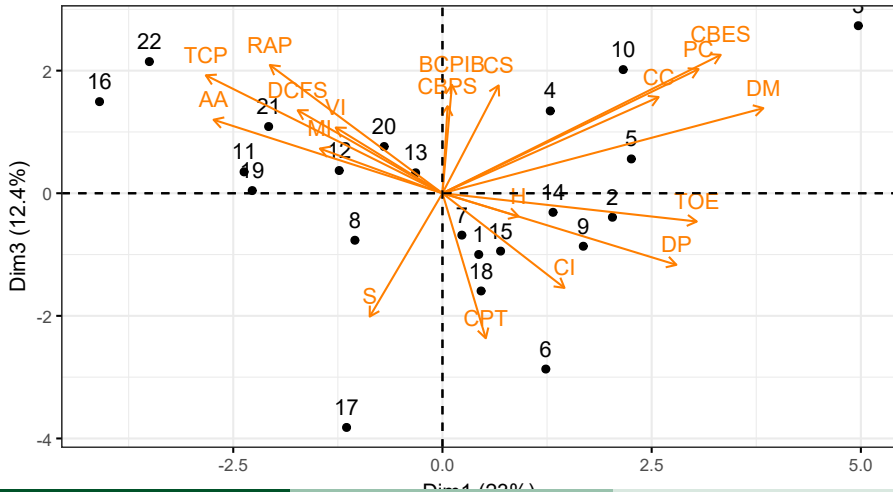
- Cartago: Destaca en internacionalización (CI)
- Neiva/Tunja: Perfiles socioeconómicos equilibrados
- Agrupamientos reveladores
 - Ciudades principales (3, 5, 10) comparten patrones de desarrollo
 - Ciudades periféricas (15, 17, 21) muestran trayectorias divergentes

Conclusión:

- El biplot evidencia:
 - Desigualdades regionales marcadas
 - Relaciones clave entre desarrollo económico y social
 - Oportunidades para políticas públicas diferenciadas

```
fviz_pca_biplot(PCAtodas,
  axes = c(1, 3), # Dim.1 (X) vs Dim.3 (Y)
  col.var = "#FF7F00", # Color naranja para variables
  ggtheme = theme_bw(), # Fondo blanco/gris
  title = "Biplot PCA: Dim.1 vs Dim.3")
```

Biplot PCA: Dim.1 vs Dim.3



Varianza explicada:

- Dim.1: 23% (desarrollo urbano-educativo)
- Dim.3: 12.4% (seguridad y empleo)
- Total: 35.4%

Patrones clave:

- Eje de desarrollo (Derecha - Dim.1)
- Diversificación de mercados (DM)
- Población (PC)
- Educación superior (CBES)

Ciudades destacadas:

- Bogotá (3), Cali (5), Medellín (7)

Variables críticas:

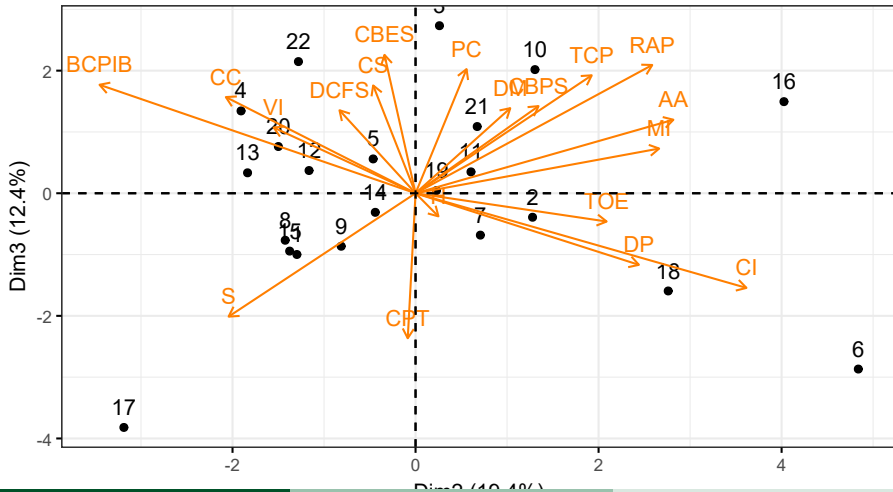
- Analfabetismo (AA)
- Delitos sexuales (DCFS)
- Ciudades afectadas: Riohacha (16), Sincelejo (22)
- Dimensión 3 (Inferior)
- Variables diferenciadoras:
- Capacitación laboral (CPT)
- Secuestros (S)
- Casos particulares: San Andrés (17), Cartago (6)

Conclusiones:

- Confirma el liderazgo de las principales ciudades en desarrollo
- Revela problemas estructurales en educación y seguridad
- Identifica patrones únicos en ciudades intermedias

```
fviz_pca_biplot(PCAtodas,
  axes = c(2, 3), # Dim.2 (X) vs Dim.3 (Y)
  col.var = "#FF7F00", # Color naranja para variables
  ggtheme = theme_bw(), # Fondo blanco/gris
  title = "Biplot PCA: Dim.2 vs Dim.3")
```

Biplot PCA: Dim.2 vs Dim.3



Cuadrante superior derecho

- Variables críticas:
 - Analfabetismo (AA)
 - Mortalidad infantil (MI)
- Ciudades asociadas: Riohacha (16), Bogotá (3)
- Interpretación: Nucleo de desafíos sociales persistentes

Cuadrante inferior derecho

- Variables económicas:
 - Apertura comercial (TOE, DP)
 - Ciudad destacada: Cartago (6)
- Interpretación: Polos de desarrollo económico

Lado izquierdo

- Variables mixtas:
 - Calidad educativa (CC)
 - Violencia intrafamiliar (VI)
- Ciudades: Tunja (20), Pasto (13)
- Interpretación: Perfiles socioeducativos contrastantes

Hallazgos clave:

- Bogotá muestra doble condición: desarrollo con rezagos sociales
- Cartago emerge como caso de éxito en apertura económica
- San Andrés (17) y Pereira (14) presentan patrones únicos en seguridad y empleo

Punto 2

Utilizar la función PCA del paquete FactoMiner para realizar un ACO con todas las variables específicas del grupo utilizando como ilustrativas las variables de Recursos Humanos.

Preparación de datos

Seleccionamos las variables activas (internacionalización) y las variables ilustrativas (recursos humanos).

```
base_acp <- RHINT[, c("BCPIB", "CI", "TOE", "DP", "DM",  
                      "PC", "TCP", "AA", "CBPS", "CBES", "RAP", "CC",  
                      "CPT", "CS", "MI", "DCFS", "VI", "H", "S")]
```

Análisis de Componentes Principales (ACP)

```
res.pca <- PCA(base_acp, scale.unit = TRUE, quanti.sup = 6:19, graph = FALSE)
```

Resultados

a) Valores propios

```
eig.val <- round(res.pca$eig, 3)
kable(eig.val, format = "latex", booktabs = TRUE,
      caption = "Valores propios y varianza explicada") %>%
  kable_styling(latex_options = c("striped", "hold_position"))
```

Table 3: Valores propios y varianza explicada

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
comp 1	3.110	62.199	62.199
comp 2	1.162	23.238	85.437
comp 3	0.476	9.520	94.957
comp 4	0.252	5.043	100.000
comp 5	0.000	0.000	100.000

Dimensión 1 - Apertura Internacional (62.2%)

- Eje de competitividad global
- Alta participación en redes globales (Coef. Internacionalización)
- Economía orientada a exportaciones
- Diversificación productiva (resistencia a crisis)
- Superávit comercial pero bajo dinamismo exportador
- Posible dependencia de pocos sectores

Dimensión 2 - Equilibrio Social-Educativo (23.2%)

- Contraste entre desarrollo humano y crecimiento económico
- Superávit comercial + diversificación de mercados
- Estabilidad macroeconómica con proyección internacional
- Ciudades con alto volumen exportador pero:
- Déficits en salud/educación
- Estructura demográfica vulnerable
- Riesgo de sostenibilidad a largo plazo

b) Correlaciones de variables activas

```
kable(round(res.pca$var$cor, 3), format = "latex",  
      booktabs = TRUE,  
      caption = "Correlación de variables activas con los factores") %>%  
kable_styling(latex_options = c("striped", "hold_position"))
```

Table 4: Correlación de variables activas con los factores

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
BCPIB	-0.699	0.672	0.218	0.113	0
CI	0.924	-0.352	0.104	-0.103	0
TOE	0.802	0.285	0.523	-0.037	0
DP	0.876	0.178	-0.192	0.404	0
DM	0.596	0.688	-0.327	-0.253	0

Polo Positivo (Ciudades Globalizadas):

- Mayor población y mejor cobertura educativa (primaria a superior)
- Dinamismo económico con oportunidades educativas
- Contraste: Presentan mayores tasas de mortalidad infantil y homicidios (complejidad urbana)

Polo Negativo (Ciudades menos Internacionalizadas):

- Menos violencia (intrafamiliar, secuestros, delitos sexuales)
- Crecimiento poblacional más acelerado
- Rezagos educativos (analfabetismo)

Hallazgo Clave:

Las ciudades con mayor apertura global muestran: - Mejor educación y seguridad ciudadana - Pero enfrentan desafíos en salud pública y violencia

- Las menos globalizadas tienen crecimiento poblacional sin desarrollo educativo equivalente

c) Correlaciones de variables ilustrativas

```
kable(round(res.pca$quanti.sup$cor, 3), format = "latex",  
      booktabs = TRUE,  
      caption = "Correlación de variables ilustrativas con los factores") %>%  
kable_styling(latex_options = c("striped", "hold_position"))
```

Table 5: Correlación de variables ilustrativas con los factores

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
PC	0.397	0.583	0.062	-0.436	0
TCP	-0.154	-0.387	-0.040	-0.305	0
AA	-0.057	-0.435	-0.067	-0.231	0
CBPS	0.163	-0.026	-0.277	0.112	0
CBES	0.246	0.706	-0.038	-0.462	0
RAP	0.029	-0.242	-0.200	-0.066	0
CC	-0.065	0.577	-0.155	-0.334	0
CPT	0.076	-0.128	-0.164	-0.040	0
CS	-0.079	0.340	-0.066	0.086	0
MI	0.168	-0.319	0.163	-0.313	0
DCFS	-0.270	-0.165	0.103	-0.038	0
VI	-0.308	-0.125	-0.017	-0.108	0
H	0.169	0.219	0.094	0.094	0
S	0.272	0.162	0.127	0.127	0

Dimensión 1 (62,2 % de la varianza)

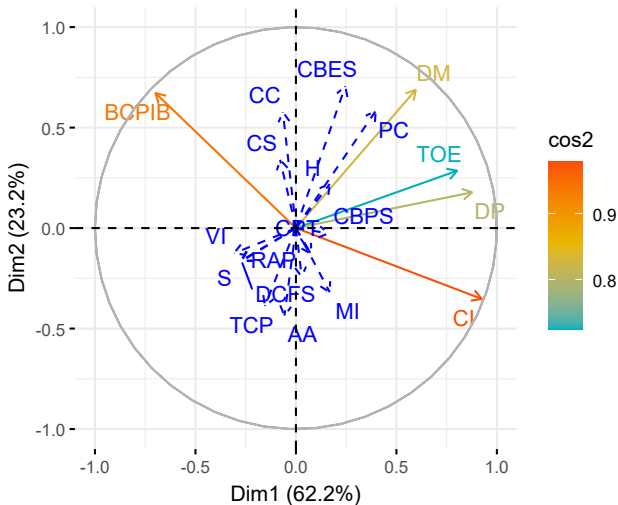
- Relaciona apertura internacional con mejores condiciones sociales.
- Positivas: ciudades grandes con alta cobertura educativa (CBPS, CBES), pero también con mayores tasas de mortalidad infantil y homicidios.
- Negativas: menor violencia intrafamiliar, secuestros y delitos sexuales; menor analfabetismo y crecimiento poblacional en ciudades más internacionalizadas.

Dimensión 2 (23,2 % de la varianza)

- Distingue un polo educativo frente a contextos con presión demográfica.
- Positivas: alta cobertura en educación superior (CBES), calidad educativa (CC), mayor población, mejor cobertura en salud.
- Negativas: mayor analfabetismo, crecimiento poblacional y mortalidad infantil en contextos con menor desarrollo educativo.

a) Mapa de variables

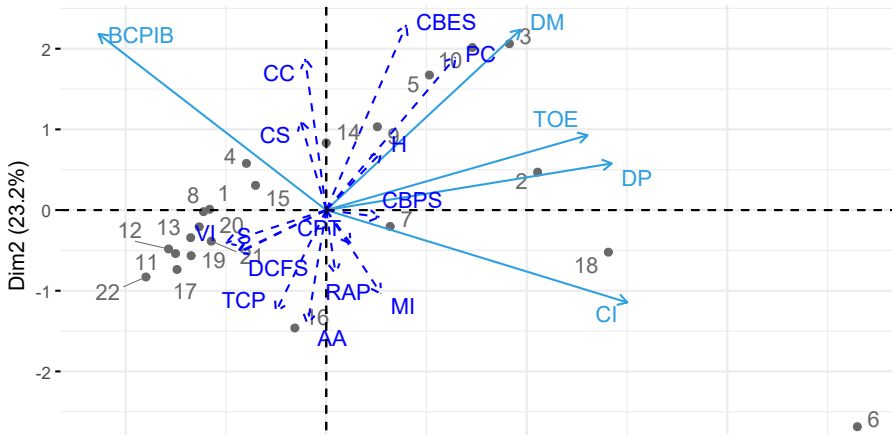
Variables activas e ilustrativas



b) Biplot

```
fviz_pca_biplot(res.pca, repel = TRUE,  
  col.var = "#2E9FDF", col.ind = "#696969",  
  title = "Biplot: ciudades y variables")
```

Biplot: ciudades y variables



Distribución de ciudades en el plano factorial

Las ciudades se agrupan según dos ejes: apertura internacional y desarrollo social y educativo.

- Cuadrante superior derecho: Ciudades 3, 5 y 10, con alto dinamismo exportador y buena cobertura en educación y salud.
- Cuadrante inferior derecho: Ciudad 6, muy internacionalizada pero con problemas sociales como analfabetismo y crecimiento acelerado.
- Cuadrante superior izquierdo: Ciudades 4 y 8, con superávit comercial y cobertura educativa básica, pero sin fuerte orientación exportadora.
- Cuadrante inferior izquierdo: Ciudades 11, 12 y 17, asociadas a violencia y bajo nivel de internacionalización.

Punto 3.

Utilizar la funcion PCA del paquete FactoMiner para realizar un ACP de las variables de recursos humanos (RH) utilizando como ilustrativas las que le correspondieron al grupo

Carga de archivos y ejecucion del ACP

```
# Estandrizacion y asignacion de nombres de la filas
```

```
RHINTce <- scale(RHINT[,2:20], scale = TRUE, center = TRUE)
```

```
colnames(RHINTce) <- colnames(RHINT)[2:20]
```

```
rownames(RHINTce) <- RHINT$CIUDADES
```

```
require(FactoMineR)
```

```
#ACP sin grafica
```

```
pcaRHINTce <- PCA(RHINTce, quanti.sup = c(15:19), graph = F, ncp = 6)
```

```
#pcaRHINTce
```

Table 6: Valores propios, porcentaje de varianza y varianza acumulada

	Valor propio	% Varianza	% Acumulado
comp 1	3.5715	25.5104	25.5104
comp 2	2.2390	15.9932	41.5036
comp 3	2.0716	14.7971	56.3007
comp 4	1.6027	11.4479	67.7486
comp 5	1.2583	8.9880	76.7366
comp 6	1.1918	8.5128	85.2494
comp 7	0.7712	5.5087	90.7581
comp 8	0.4614	3.2959	94.0539
comp 9	0.3276	2.3401	96.3941
comp 10	0.2153	1.5376	97.9316
comp 11	0.1288	0.9199	98.8515
comp 12	0.0942	0.6726	99.5241
comp 13	0.0538	0.3845	99.9086
comp 14	0.0128	0.0914	100.0000

Análisis de Varianza Explicada (ACP):

- 6 primeras componentes (valores propios >1) explican 85.25% de varianza
- 1ra componente: 25.51% varianza (mayor influencia)
- 2 componentes (41.5% varianza) permiten análisis bidimensional básico
- 90% varianza requiere 8 componentes (complejidad multidimensional)
- Conclusión: Reducción dimensional efectiva, pero se requieren múltiples componentes para capturar la complejidad de los datos

Table 7: Correlaciones variables factor primeras 6 dimensiones

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6
PC	-0.3569	0.7088	-0.0370	0.2907	0.0014	0.4134
TCP	0.8193	0.1945	-0.1064	0.3789	0.1926	0.0511
AA	0.9042	0.2083	-0.2736	-0.0455	0.0122	0.0645
CBPS	0.2085	0.3028	0.6300	-0.5551	-0.1747	-0.1542
CBES	-0.5160	0.7179	0.1057	0.0908	0.1345	0.2576
RAP	0.7936	0.3049	0.2618	-0.0864	-0.2436	0.1866
CC	-0.6709	0.4063	0.1403	0.1353	0.2379	-0.0390
CPT	-0.2128	-0.3014	-0.1846	-0.5536	0.3631	0.4263
CS	-0.0764	0.4103	-0.2834	0.2444	0.0393	-0.7590
MI	0.6433	0.1904	-0.2198	0.0607	0.6197	0.0650
DCFS	0.2180	-0.1962	0.7679	0.4088	0.2387	0.1102
VI	0.0181	-0.2347	0.8007	0.3024	0.0763	-0.0669
H	-0.1010	-0.0445	0.1945	-0.3387	0.6877	-0.3074
S	-0.2064	-0.6319	-0.2376	0.5359	0.0577	0.1202

Análisis de Correlaciones Principales (6 primeras dimensiones):

- D1: Analfabetismo↑ + Educación↓
- D2: Educación↑ vs Secuestros↑
- D3: Violencia género (Delitos 0.77, VIF 0.80)
- D5-D6: Salud y violencia vinculadas

Variables y objetos graficados en distintas dimensiones

Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 2

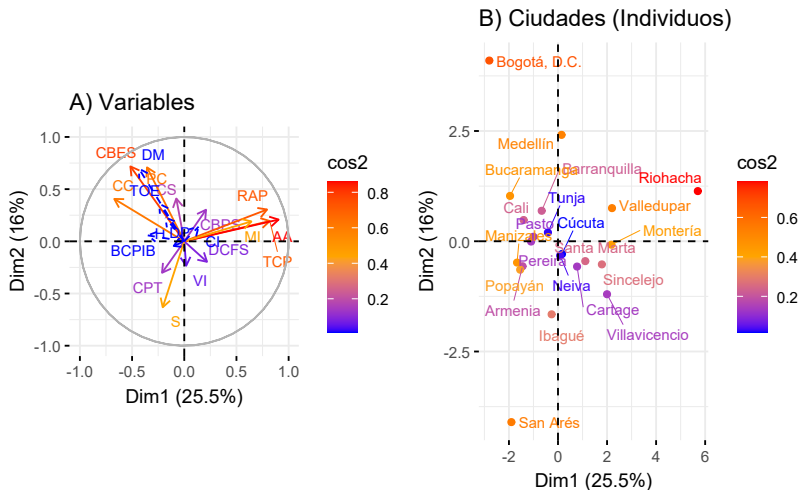


Figure 2: Figura 1. Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 2

Análisis de Ciudades y Variables (Dimensiones 1 y 2 - 41.5% varianza total)

- Eje X (25.5%): Educación↑ vs Secuestros↑ → Bogotá/Medellín vs Cúcuta
- Eje Y (16%): Violencia↑ vs Educación↓ → Villavicencio/Santa Marta vs Armenia
- Disparidad regional: Bogotá/Medellín vs. Cúcuta/San Andrés en desarrollo y seguridad
- Relación educación-mercados: CBES y DM correlacionan en ciudades desarrolladas
- Variables suplementarias: BCPIB y DM ayudan a contextualizar los ejes principales

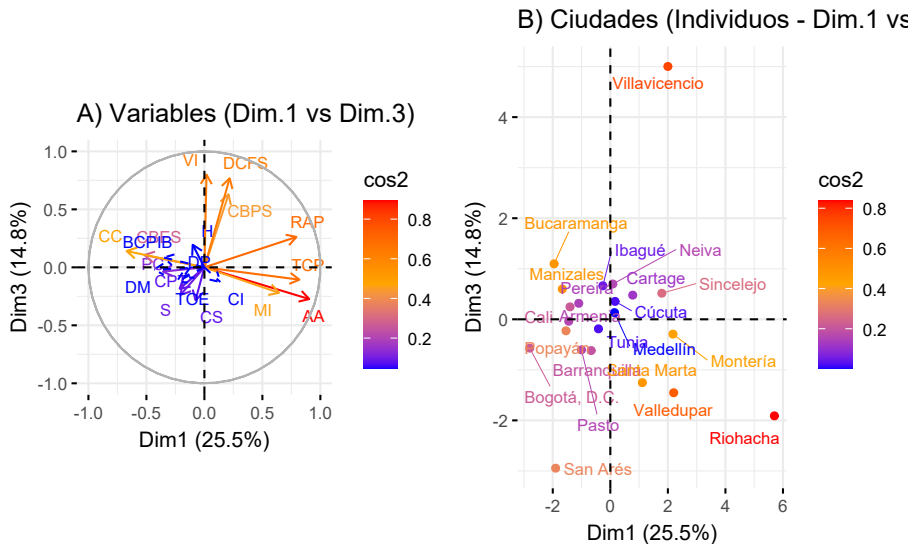


Figure 3: Figura 1.1 Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 3

Análisis Ciudades-Variables (Dim 1 y 3 - 40.3% varianza)

- Eje X: Crecimiento (AA/TCP) vs Educación (CC/CBES)
- Eje Y: Violencia familiar (VI/DCFS) vs Seguridad (CS/S)

Ciudades con alto crecimiento muestran dos patrones:

- Con alta violencia (Villavicencio)
- Con baja violencia (Riohacha)
- Infraestructura educativa se asocia con menor violencia específica
- Variables suplementarias (DM/PC) validan vínculo entre diversificación económica y desarrollo

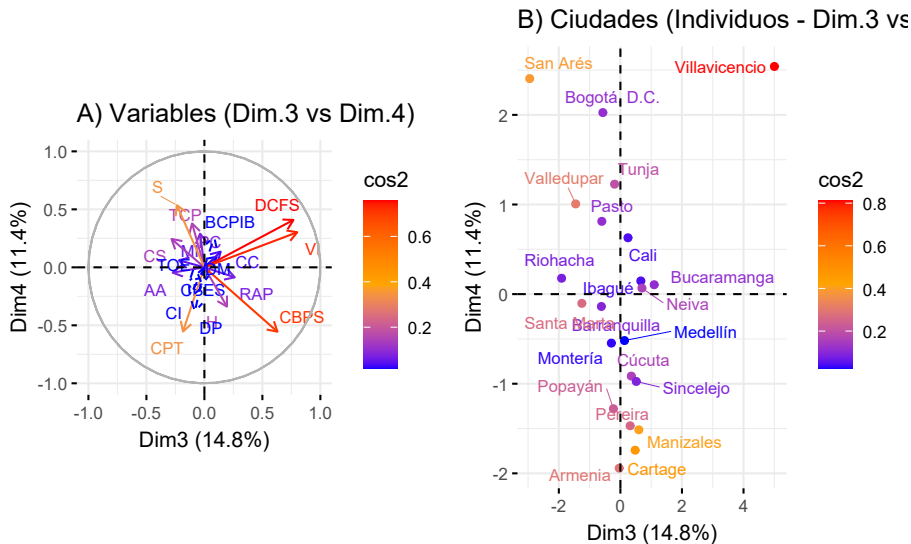


Figure 4: Figura 1. Variables y ciudades en las Dimensiones 3 y 4

Análisis Ciudades-Variables (Dim 3 y 4 - 26.2% varianza)

- Eje Y (D3): Violencia (VI/DCFS) vs Educación básica (CBPS)
- Eje X (D4): Secuestros/Salud vs Homicidios/Capacitación
- Paradoja educativa: Alta cobertura escolar (CBPS) coexiste con violencia familiar/sexual (VI/DCFS)

Dos modelos de seguridad:

- Ciudades con violencia doméstica (Villavicencio)
- Ciudades con secuestros pero baja violencia familiar (Bogotá)
- Formación laboral crítica: Baja capacitación (CPT) vinculada a homicidios (H) en ciudades como Cúcuta

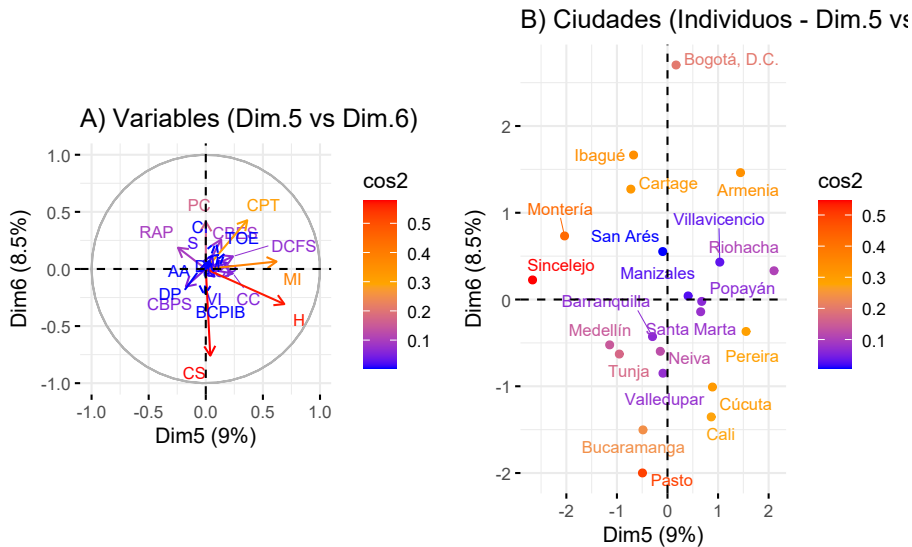


Figure 5: Figura 4. Variables y ciudades en las Dimensiones 5 y 6

Análisis Dimensiones 5 y 6 (17.5% varianza total)

- Paradoja capitalina: Bogotá combina altos índices violentos con fuerte capacitación laboral

Dos modelos exitosos:

- Ciudades con servicios consolidados (Pasto/Medellín)
- Ciudades con apuesta educativa (Montería/San Andrés)
- Foco crítico: Cúcuta/Cali requieren urgentes mejoras en cobertura sanitaria
- Dim5: Salud vs Violencia (H/MI)
- Dim6: Formación laboral + Vulnerabilidades
- Bogotá: Violencia + Capacitación
- Cúcuta/Cali: Urgen mejoras en salud
- Pasto/Medellín: Modelo a replicar

A PCA plot showing the distribution of 16 cities (points) and the vectors of 16 variables (arrows). The x-axis is Dim1 (25.5%) and the y-axis is Dim2 (16%). The cities are colored by their cos2 value, ranging from 0 (blue) to 1 (red). The variables are labeled with arrows: CBES, DM, PC, CC, TOE, CS, BCP, DP, CI, RAP, MI, TCP, AA, S, CPT, and Villavicencio. The plot shows a clear separation between the cities and the variables, with the variables generally pointing towards the right side of the plot.

Biplot Dimensiones 1 y 2

El biplot (41.5% varianza total) revela contrastes socioeconómicos entre ciudades:

- Dimensión 1 (25.5%): Seguridad vs. Desarrollo
 - (+) Riohacha/Valledupar: altos Homicidios (H) y Mortalidad Infantil (MI)
 - (-) Bogotá/Medellín: mejor Cobertura Salud (CS) y Educación Superior (CBES)
- Dimensión 2 (16%): Excelencia educativa
 - (+) Bogotá/Medellín: destacan en Calidad Colegios (CC) y CBES
 - (-) San Andrés/Ibagué: menores indicadores educativos
- Variables suplementarias (internacionalización) correlacionan levemente con ciudades desarrolladas.

Biplot Dimensiones 1 y 3

- Ejes principales (40.3% varianza total):
- Dimensión 1 (25.5%): Contrasta dinamismo demográfico (TCP, AA) con calidad educativa (CC, CBES). Ciudades como Villavicencio muestran alto crecimiento pero desafíos en alfabetización, mientras Bogotá y Pasto destacan por su infraestructura formativa.
- Dimensión 3 (14.8%): Revela una tensión entre violencia (VI, DCFS) y escolarización básica (CBPS), con ciudades como Bucaramanga combinando buena cobertura educativa con focos de violencia doméstica.
- Hallazgos clave:
 - Cuatro perfiles urbanos identificados: desde ciudades con crecimiento acelerado y violencia (Villavicencio) hasta aquellas con educación sólida y baja criminalidad (Bogotá).
 - Variables como Cobertura en Salud (CS) y Secuestros (S) requieren análisis en otras dimensiones para su plena interpretación.
 - Las variables suplementarias (ej: diversificación de mercados) matizan patrones, sugiriendo que factores económicos complementan estas dimensiones.
- Conclusión: Este plano destaca la necesidad de políticas que equilibren crecimiento poblacional, calidad educativa y seguridad, invitando a profundizar en dimensiones adicionales para un diagnóstico integral.

Biplot en las Dimensiones 3 y 4

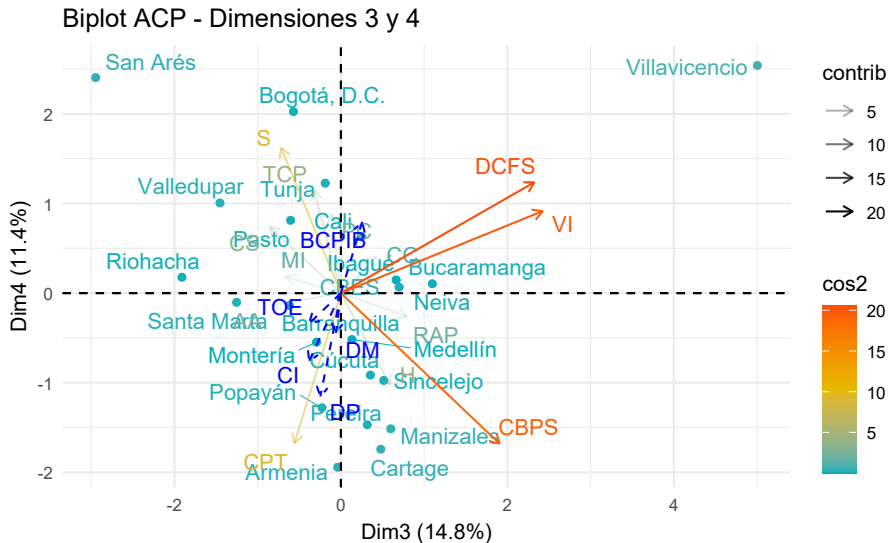


Figure 8: Figura 4. biplot Dimensiones 3 y 4

Biplot Dimensiones 3 y 4

- Dimensión 3 (14.8%):
 - Enfoque: Violencia intrafamiliar (VI) y delitos sexuales (DCFS)
 - Ciudades críticas: Bucaramanga (alta incidencia)
 - Ciudades destacadas: Armenia, Cartago y Manizales (baja incidencia + buena cobertura educativa CBPS)
- Dimensión 4 (11.4%):
- . Variables económicas: BCPIB y TCP con influencia moderada
 - Caso atípico: Villavicencio (dinámicas no explicadas por estas dimensiones)
 - Conclusiones:
 - Patrones claros de violencia de género vs. desempeño educativo
 - Oportunidad para políticas focalizadas en seguridad ciudadana y equidad educativa
 - Necesidad de análisis adicional para casos atípicos

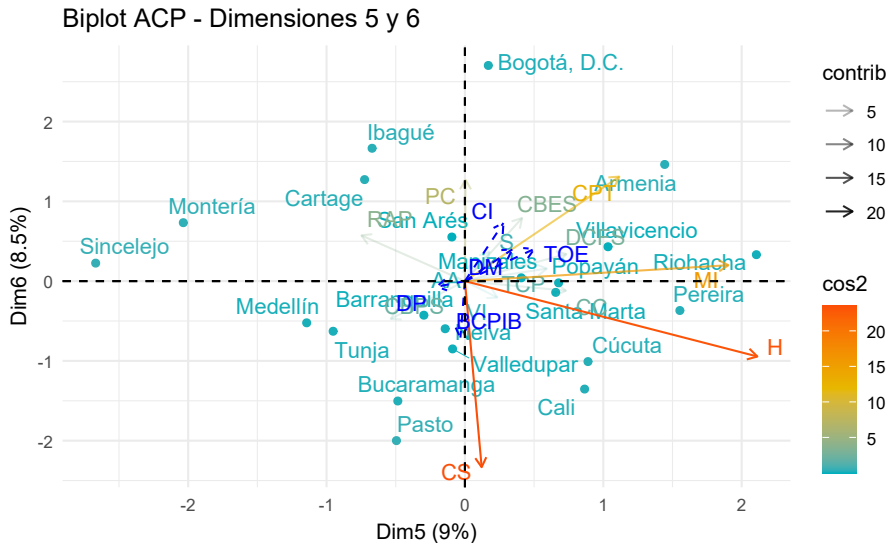


Figure 9: Figura 4. biplot Dimensiones 5 y 6

Biplot Dimensiones 5 y 6

- Dimensión 5 (9%):
 - Variable clave: Homicidios (H)
 - Ciudades críticas: Riohacha, Pereira, Cúcuta (alta violencia letal)
- Dimensión 6 (8.5%):
 - Variable moderada: Secuestros (S) (impacto negativo)
 - Ciudades estables: Bogotá, Ibagué, Cartago (posición neutra)
- Patrón destacado:
 - Ciudades con alta incidencia de homicidios se agrupan claramente
 - Variables de bienestar (CS, CC) tienen influencia secundaria