

# Lab ACP

2025-05-18

## Grupo 6

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

# Introduccion

## 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

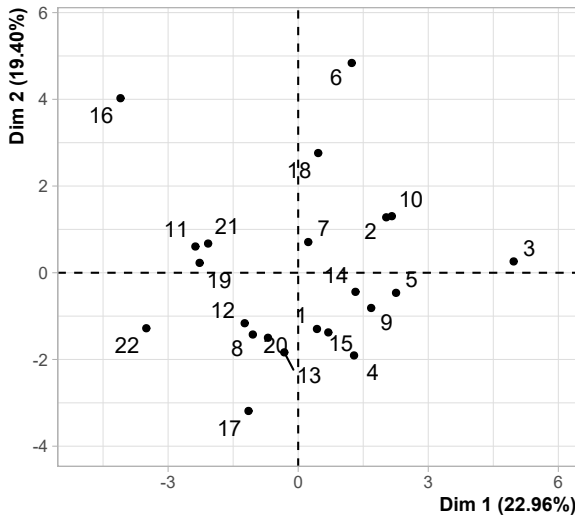
Utilizar la función PCA del paquete FactoMiner para realizar un ACP con todas las variables que le correspondieron al grupo

## Estandarización de datos

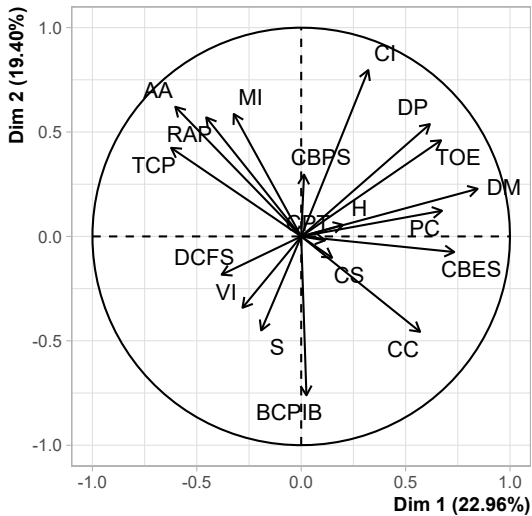
```
RHINTce <- scale(RHINT[,2:20], scale = TRUE, center = TRUE)
colnames(RHINTce) <- colnames(RHINT)[2:20]
rownames(RHINTce) <- RHINT$CIUDADES
```

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

<sup>1</sup> Criterio de selección: Autovalor > 1 (Kaiser)

<sup>2</sup> Fecha de análisis: 03/06/2025



### 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.

# Tabla de correlaciones variables componentes

**Table 2:** Correlaciones variables-componentes

|       | C1           | C2           | C3           | C4          | C5          | C6          | C7          |
|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PC    | <b>0.67</b>  | 0.12         | 0.45         | -0.17       | 0.39        | -0.23       | 0.15        |
| TCP   | <b>-0.62</b> | 0.42         | 0.42         | -0.29       | 0.25        | 0.11        | 0.07        |
| AA    | <b>-0.6</b>  | <b>0.62</b>  | 0.26         | -0.32       | -0.12       | 0.04        | 0.14        |
| CBPS  | 0.01         | 0.3          | 0.31         | <b>0.69</b> | -0.49       | -0.03       | 0           |
| CBES  | <b>0.73</b>  | -0.07        | 0.5          | -0.03       | 0.16        | 0           | 0.26        |
| RAP   | -0.45        | <b>0.57</b>  | 0.46         | 0.19        | -0.11       | -0.25       | 0.09        |
| CC    | <b>0.57</b>  | -0.46        | 0.35         | -0.01       | 0.02        | 0.19        | 0.25        |
| CPT   | 0.11         | -0.02        | <b>-0.52</b> | 0.08        | -0.15       | 0.31        | <b>0.72</b> |
| CS    | 0.15         | -0.1         | 0.39         | -0.47       | -0.29       | 0.23        | -0.49       |
| MI    | -0.32        | <b>0.59</b>  | 0.16         | -0.25       | 0.27        | <b>0.54</b> | 0.12        |
| DCFS  | -0.38        | -0.18        | 0.3          | <b>0.59</b> | <b>0.52</b> | 0.1         | -0.06       |
| VI    | -0.28        | -0.34        | 0.24         | <b>0.65</b> | 0.31        | 0.03        | -0.09       |
| H     | 0.2          | 0.06         | -0.08        | 0.3         | -0.03       | <b>0.79</b> | -0.24       |
| S     | -0.19        | -0.45        | -0.44        | -0.26       | 0.5         | -0.08       | -0.12       |
| BCPIB | 0.03         | <b>-0.76</b> | 0.39         | -0.17       | -0.14       | 0.12        | -0.06       |
| CI    | 0.32         | <b>0.8</b>   | -0.34        | 0.13        | 0.25        | -0.05       | -0.07       |
| TOE   | <b>0.67</b>  | 0.46         | -0.1         | -0.01       | 0.29        | 0.06        | -0.23       |
| DP    | <b>0.62</b>  | <b>0.54</b>  | -0.26        | 0.17        | -0.11       | -0.08       | -0.27       |
| DM    | <b>0.85</b>  | 0.23         | 0.31         | -0.01       | -0.02       | 0.03        | 0.1         |

Note:

C1-C6: Componentes 1-6.  $|r| > 0.5$  en negrita

<sup>1</sup> Verde: correlación positiva fuerte

<sup>2</sup> Rojo: correlación negativa fuerte

## Dimensión 1 (X) - Eje principal

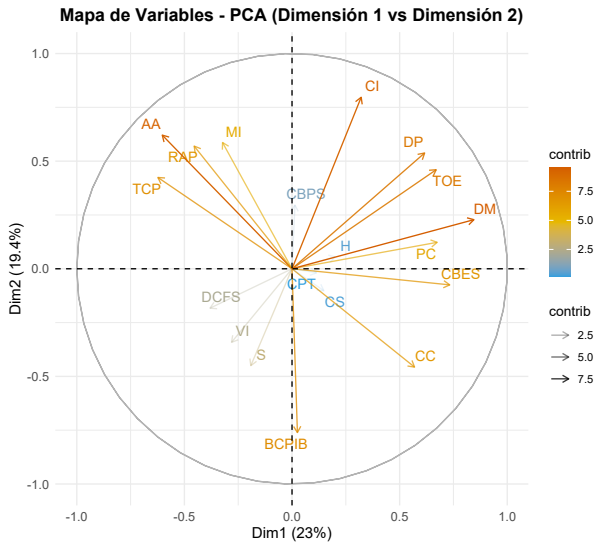
- Variables clave: MP (0.94), PC (0.94)
- Interpretación: Eje “tamaño económico-demográfico” donde ciudades más pobladas concentran mayor actividad económica.

## 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)

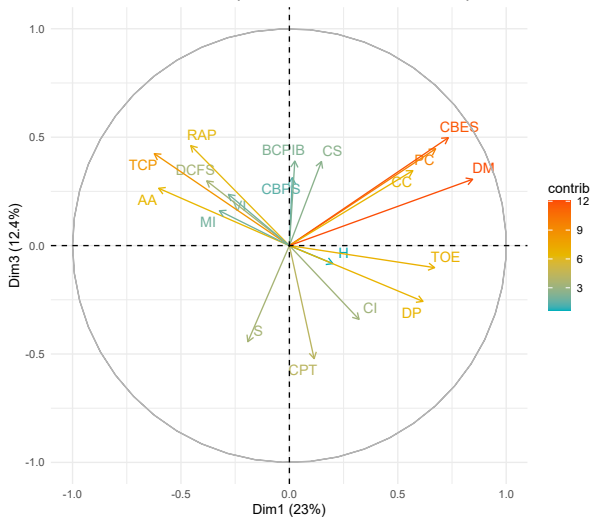
### Dimensión 3 (Social/Seguridad):

- 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

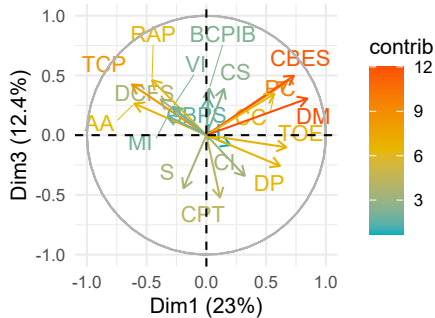
## Dimensión 3 (Seguridad/Salud):

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

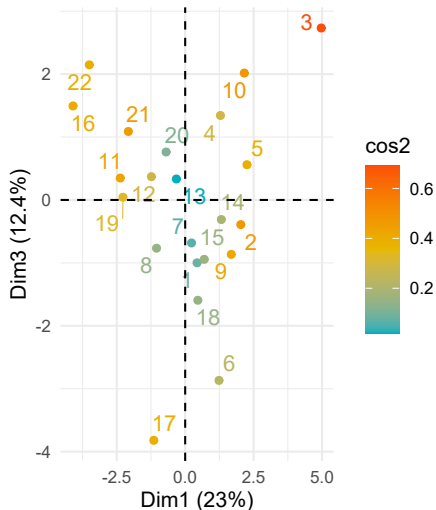
## Hallazgo clave:

- 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

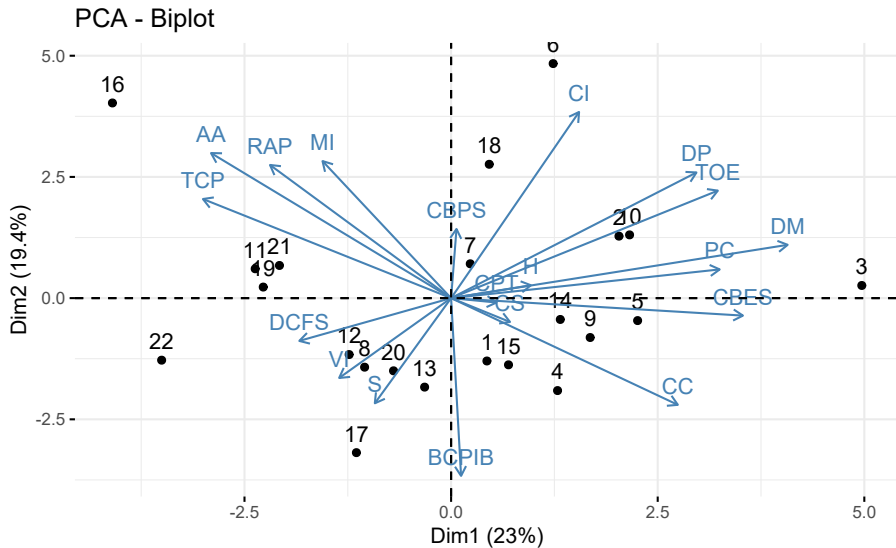
## Conclusión:

- 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)

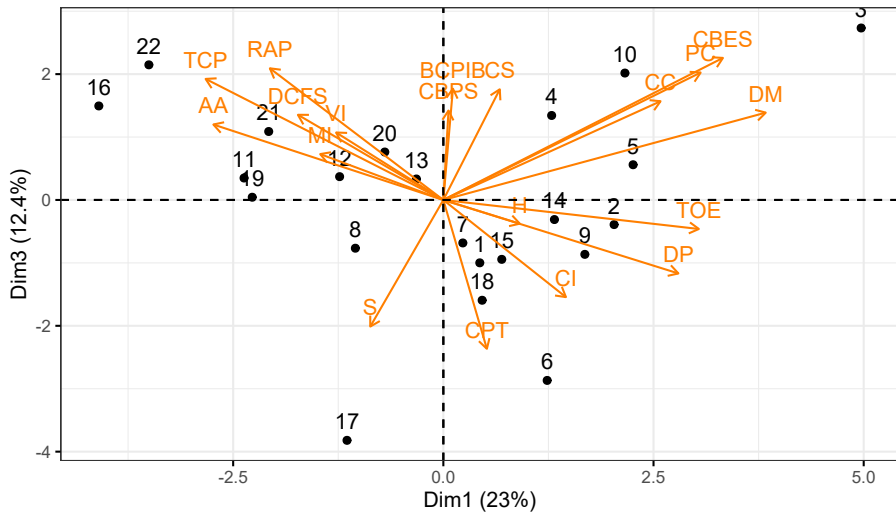
## Posiciones intermedias

- 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

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)

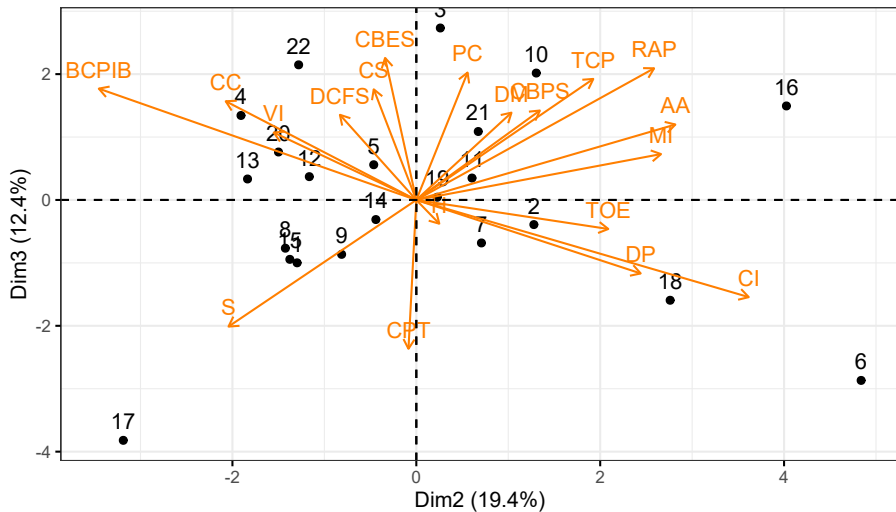
### Variables críticas:

- 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

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

```
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$quant1.sup$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    | -0.273 | -0.162 | 0.137  | 0.127  | 0     |



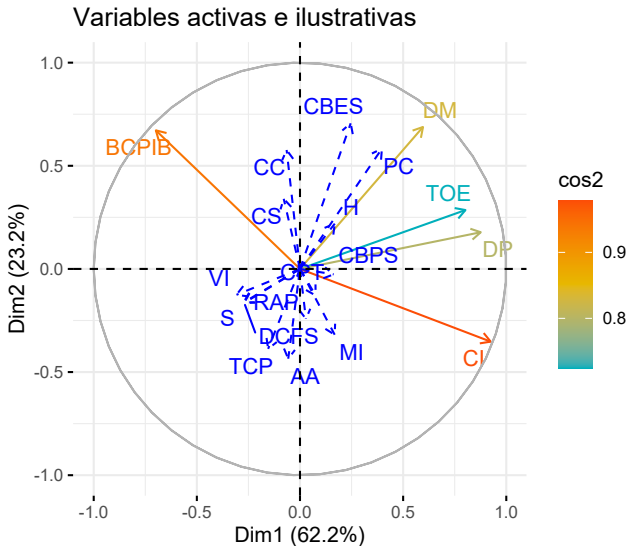
### Dimensión 1 (62,2 % de la varianza)

- 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.

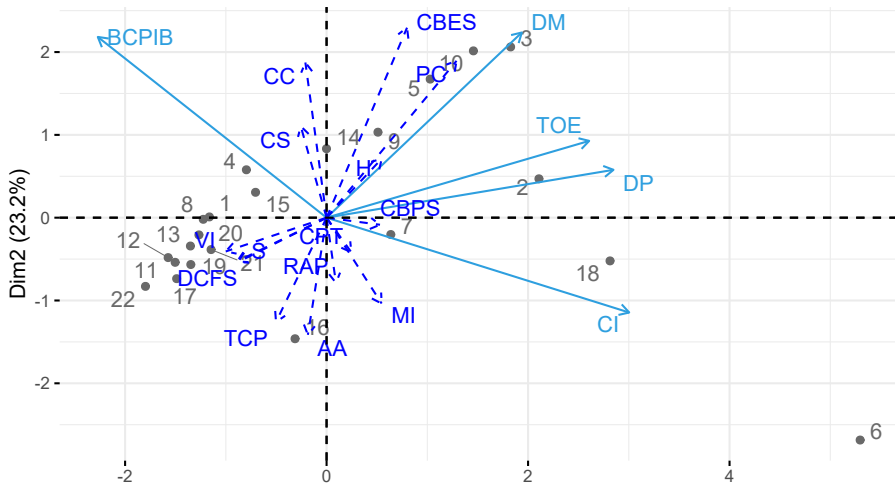
## a) Mapa de variables



## 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 función 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 ejecución del ACP

```
# Estandrización y asignación de nombres de las 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.

## Correlaciones variable factor

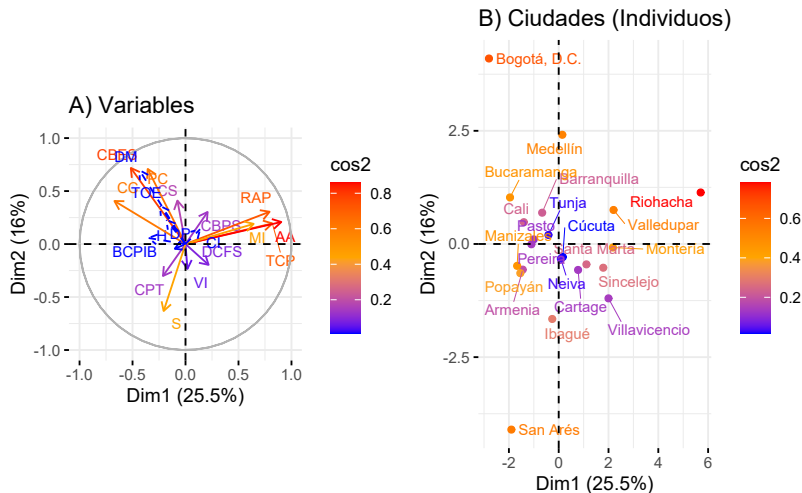
**Table 7:** Correlaciones variables factor primeras 6 dimensiones

|      | 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 ciudades en las Dimensiones 1 y 2

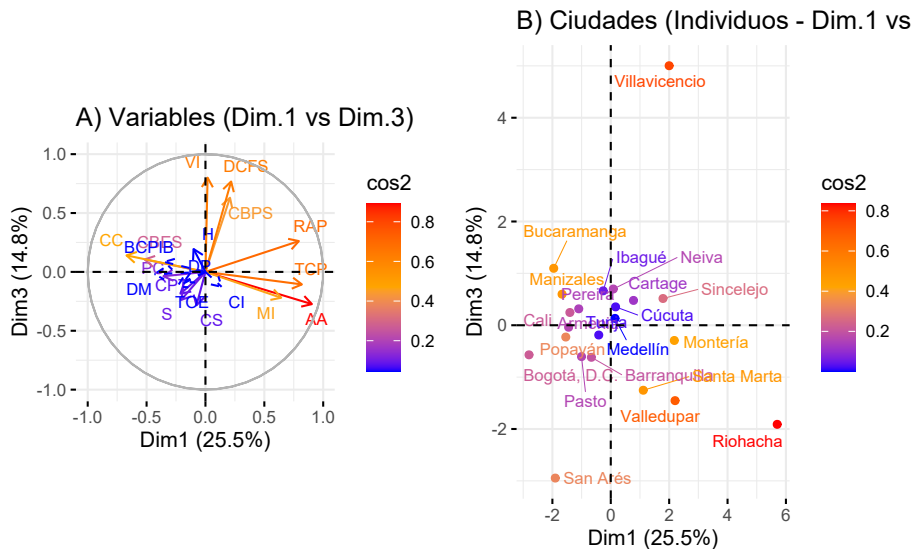


**Figure 2:** Figura 1. Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 2



## 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



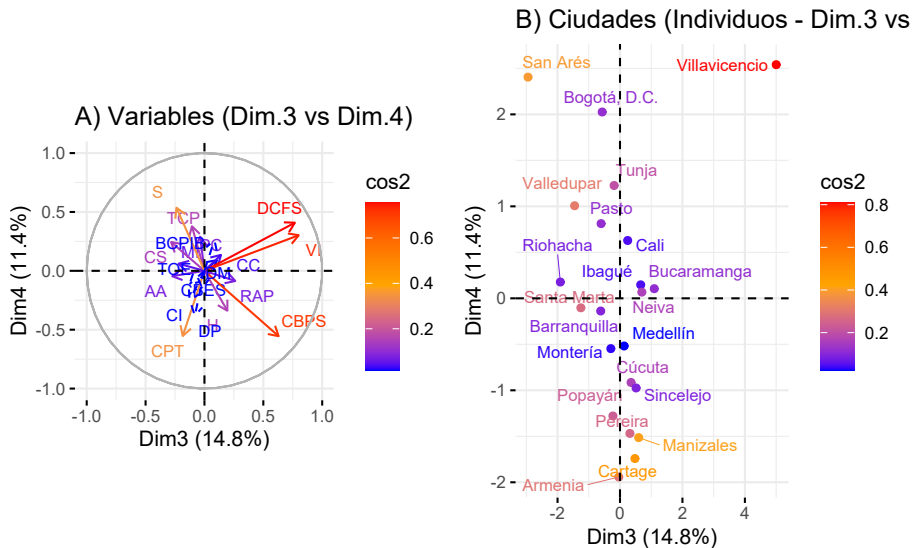
**Figure 3:** Figura 1.1 Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 3

## 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



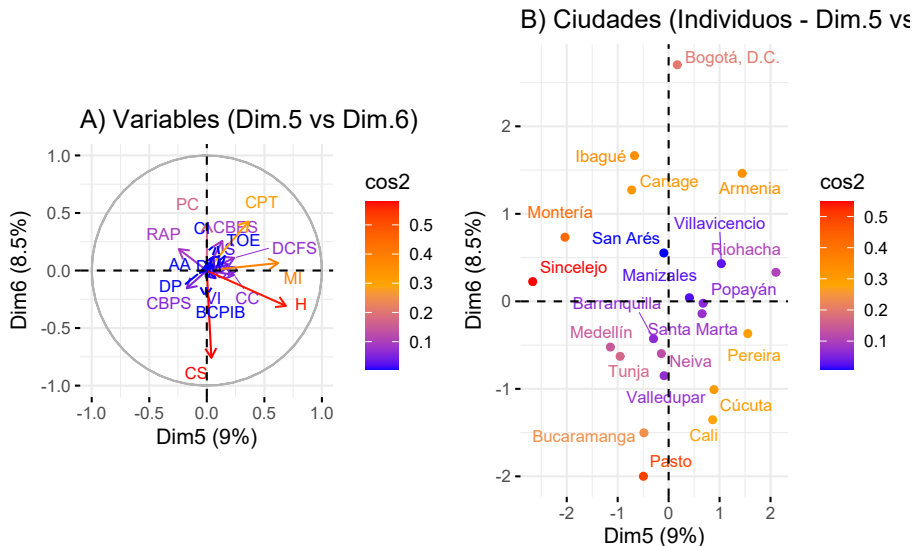
**Figure 4:** Figura 1. Variables y ciudades en las Dimensiones 3 y 4

## 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)

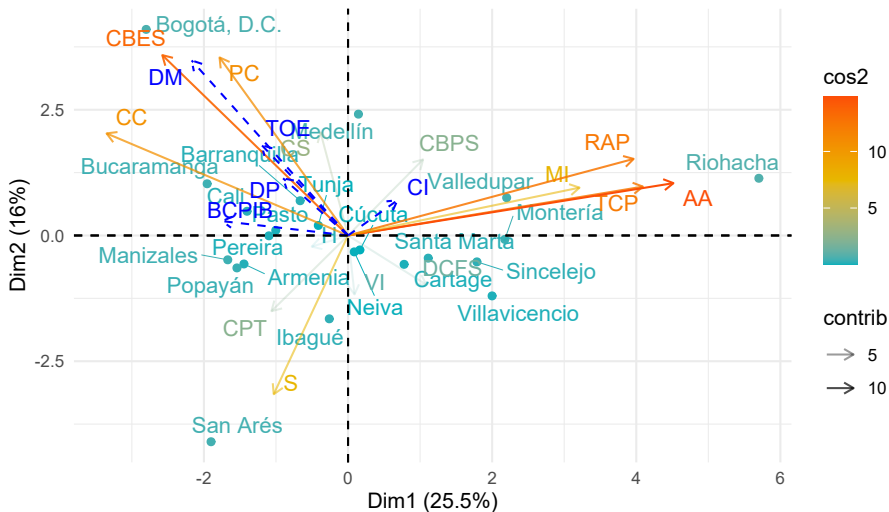
- Paradoja capitalina: Bogotá combina altos índices violentos con fuerte capacitación laboral

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

## Biplot en las Dimensiones 1 y 2

Biplot ACP - Dimensiones 1 y 2





## 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 en las Dimensiones 1 y 3

Biplot ACP - Dimensiones 1 y 3

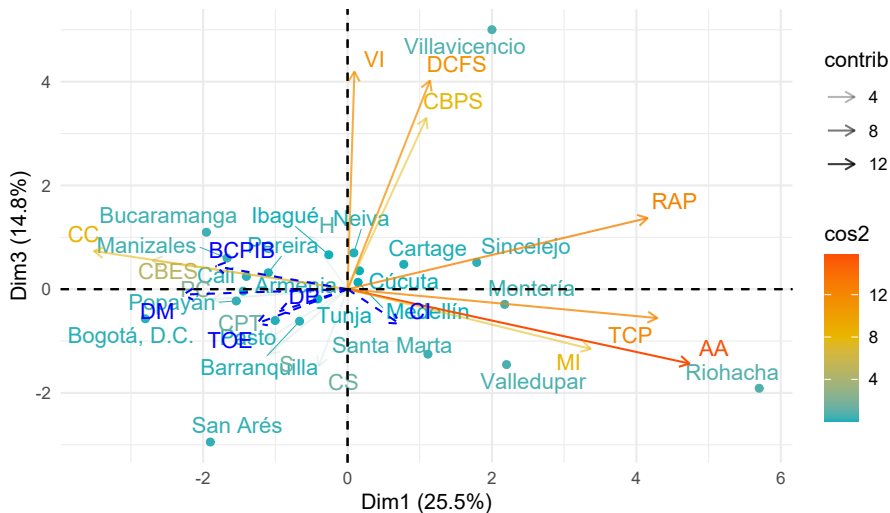


Figure 7: Figura 4.1 biplot Dimensiones 1 y 3

## 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

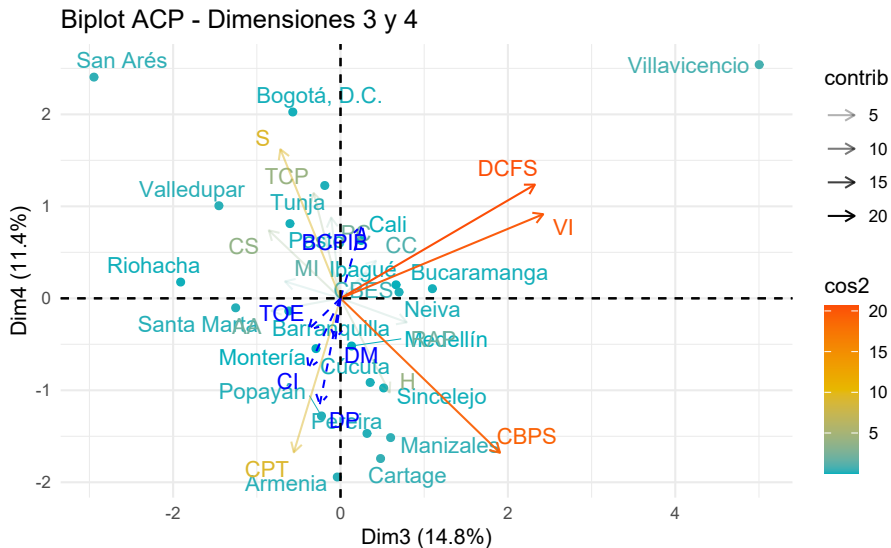
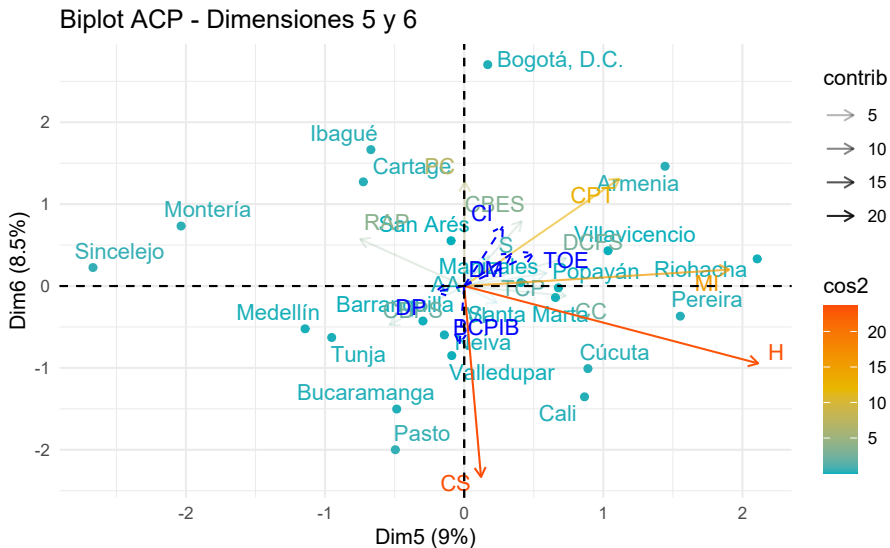


Figure 8: Figura 4. biplot Dimensiones 3 y 4

## 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

# Biplot en las Dimensiones 5 y 6



**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

## Tabla Cosenos Cuadrados en la dimensiones 1 y 2

**Table 8:** Resultados del PCA: Coordenadas, Contribución y Calidad de Representación

| Variable | Coord_Dim1 | Coord_Dim2 | Contrib_Dim1 | Contrib_Dim2 | Cos2_Dim1 | Cos2_Dim2 |
|----------|------------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| PC       | -0.3569    | 0.7088     | 3.57         | 22.44        | 0.1274    | 0.5024    |
| TCP      | 0.8193     | 0.1945     | 18.80        | 1.69         | 0.6713    | 0.0378    |
| AA       | 0.9042     | 0.2083     | 22.89        | 1.94         | 0.8175    | 0.0434    |
| CBPS     | 0.2085     | 0.3028     | 1.22         | 4.09         | 0.0435    | 0.0917    |
| CBES     | -0.5160    | 0.7179     | 7.46         | 23.02        | 0.2663    | 0.5154    |
| RAP      | 0.7936     | 0.3049     | 17.63        | 4.15         | 0.6298    | 0.0930    |
| CC       | -0.6709    | 0.4063     | 12.60        | 7.37         | 0.4501    | 0.1651    |
| CPT      | -0.2128    | -0.3014    | 1.27         | 4.06         | 0.0453    | 0.0908    |
| CS       | -0.0764    | 0.4103     | 0.16         | 7.52         | 0.0058    | 0.1684    |
| MI       | 0.6433     | 0.1904     | 11.59        | 1.62         | 0.4138    | 0.0363    |
| DCFS     | 0.2180     | -0.1962    | 1.33         | 1.72         | 0.0475    | 0.0385    |
| VI       | 0.0181     | -0.2347    | 0.01         | 2.46         | 0.0003    | 0.0551    |
| H        | -0.1010    | -0.0445    | 0.29         | 0.09         | 0.0102    | 0.0020    |
| S        | -0.2064    | -0.6319    | 1.19         | 17.83        | 0.0426    | 0.3993    |



## Dimensiones 1-2

- Dim1: Analfabetismo (AA) (22.9% contribución)
- Dim2: Educación superior (CBES) (23%) y Población (PC) (22.4%)
- Rol: Estructuran el espacio inicial, diferenciando ciudades según desarrollo educativo y demográfico.

## Tabla Cosenos Cuadrados en la dimensiones 3 y 4

**Table 9:** Resultados del PCA: Coordenadas, Contribución y Calidad de Representación

| Variable | Coord_Dim3 | Coord_Dim4 | Contrib_Dim3 | Contrib_Dim4 | Cos2_Dim3 | Cos2_Dim4 |
|----------|------------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| PC       | -0.04      | 0.29       | 0.07         | 5.27         | 0.00      | 0.08      |
| TCP      | -0.11      | 0.38       | 0.55         | 8.96         | 0.01      | 0.14      |
| AA       | -0.27      | -0.05      | 3.61         | 0.13         | 0.07      | 0.00      |
| CBPS     | 0.63       | -0.56      | 19.16        | 19.23        | 0.40      | 0.31      |
| CBES     | 0.11       | 0.09       | 0.54         | 0.51         | 0.01      | 0.01      |
| RAP      | 0.26       | -0.09      | 3.31         | 0.47         | 0.07      | 0.01      |
| CC       | 0.14       | 0.14       | 0.95         | 1.14         | 0.02      | 0.02      |
| CPT      | -0.18      | -0.55      | 1.64         | 19.13        | 0.03      | 0.31      |
| CS       | -0.28      | 0.24       | 3.88         | 3.73         | 0.08      | 0.06      |
| MI       | -0.22      | 0.06       | 2.33         | 0.23         | 0.05      | 0.00      |
| DCFS     | 0.77       | 0.41       | 28.46        | 10.42        | 0.59      | 0.17      |
| VI       | 0.80       | 0.30       | 30.95        | 5.70         | 0.64      | 0.09      |
| H        | 0.19       | -0.34      | 1.83         | 7.16         | 0.04      | 0.11      |
| S        | -0.24      | 0.54       | 2.72         | 17.92        | 0.06      | 0.29      |

### Dimensiones 3-4

- Dim3: Delitos sexuales (DCFS) (28.5%) y Violencia intrafamiliar (VI) (31%)
- Dim4: Secuestros (S) (17.9%)
- Hallazgo: Dimensiones críticas para evaluar seguridad ciudadana.

**Table 10:** Resultados del PCA: Coordenadas, Contribución y Calidad de Representación

| Variable | Coord_Dim5 | Coord_Dim6 | Contrib_Dim5 | Contrib_Dim6 | Cos2_Dim5 | Cos2_Dim6 |
|----------|------------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| PC       | 0.0014     | 0.4134     | 0.00         | 14.34        | 0.0000    | 0.1709    |
| TCP      | 0.1926     | 0.0511     | 2.95         | 0.22         | 0.0371    | 0.0026    |
| AA       | 0.0122     | 0.0645     | 0.01         | 0.35         | 0.0001    | 0.0042    |
| CBPS     | -0.1747    | -0.1542    | 2.42         | 2.00         | 0.0305    | 0.0238    |
| CBES     | 0.1345     | 0.2576     | 1.44         | 5.57         | 0.0181    | 0.0663    |
| RAP      | -0.2436    | 0.1866     | 4.72         | 2.92         | 0.0593    | 0.0348    |
| CC       | 0.2379     | -0.0390    | 4.50         | 0.13         | 0.0566    | 0.0015    |
| CPT      | 0.3631     | 0.4263     | 10.48        | 15.25        | 0.1319    | 0.1817    |
| CS       | 0.0393     | -0.7590    | 0.12         | 48.34        | 0.0015    | 0.5761    |
| MI       | 0.6197     | 0.0650     | 30.52        | 0.35         | 0.3841    | 0.0042    |
| DCFS     | 0.2387     | 0.1102     | 4.53         | 1.02         | 0.0570    | 0.0122    |
| VI       | 0.0763     | -0.0669    | 0.46         | 0.38         | 0.0058    | 0.0045    |
| H        | 0.6877     | -0.3074    | 37.59        | 7.93         | 0.4730    | 0.0945    |
| S        | 0.0577     | 0.1202     | 0.26         | 1.21         | 0.0033    | 0.0144    |

## Dimensiones 5-6

- Dim5: Homicidios (H) (38% contribución,  $\cos^2=0.47$ )
- Dim6: Mortalidad infantil (MI) (48.3% contribución,  $\cos^2=0.58$ )
- Relevancia: Capturan patrones residuales en salud pública y violencia letal.

# Punto 4