

# 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

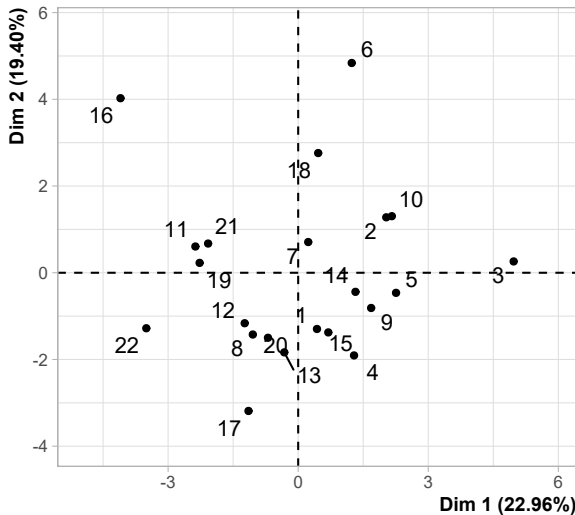
Utilizar la función PCA del paquete FactoMiner para realizar un ACP con todas las variables que le correspondieron al grupo

## Estandarización de datos

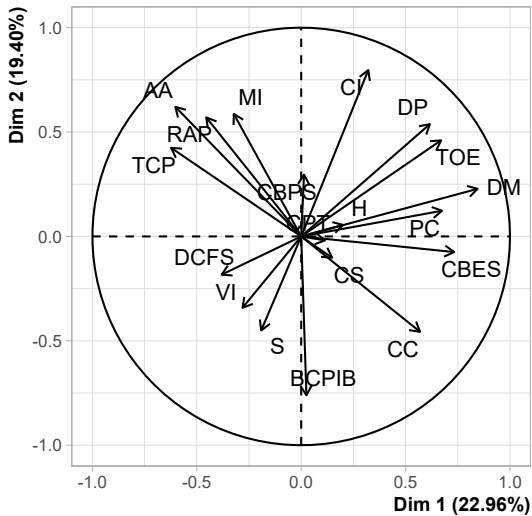
```
RHINTce <- scale(RHINT[,2:20], scale = TRUE, center = TRUE)
colnames(RHINTce) <- colnames(RHINT)[2:20]
rownames(RHINTce) <- RHINT$CIUDADES
```

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: 04/06/2025



### 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

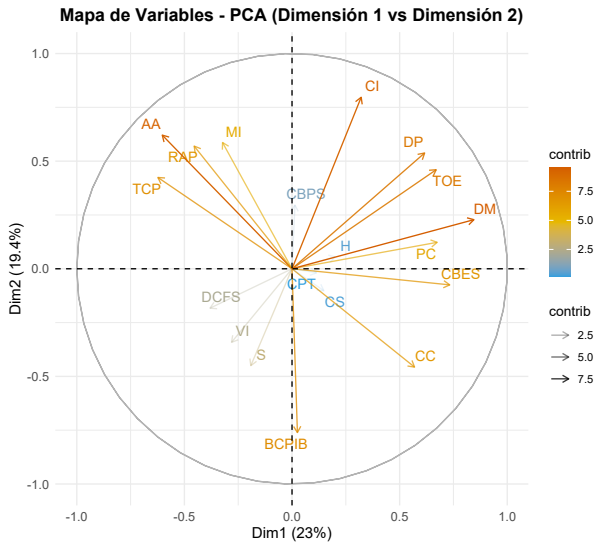
- Variables clave: MP (0.94), PC (0.94)
- Interpretación: Eje “tamaño económico-demográfico” donde ciudades más pobladas concentran mayor actividad económica.

## 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)

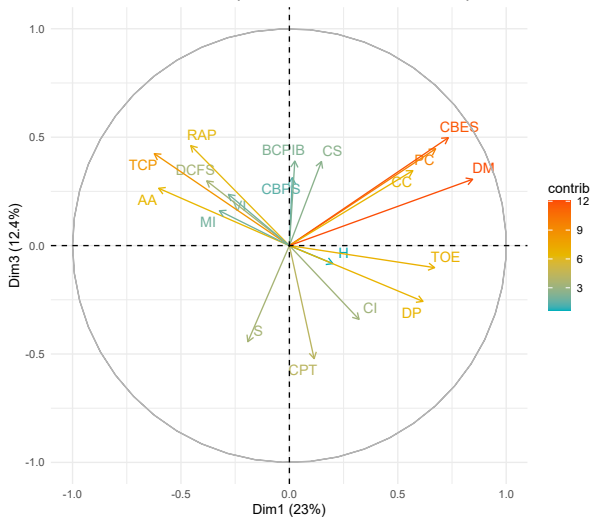
### Dimensión 3 (Social/Seguridad):

- 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

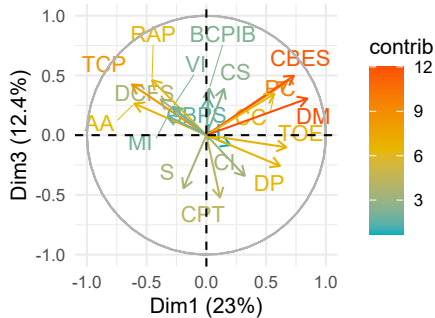
## Dimensión 3 (Seguridad/Salud):

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

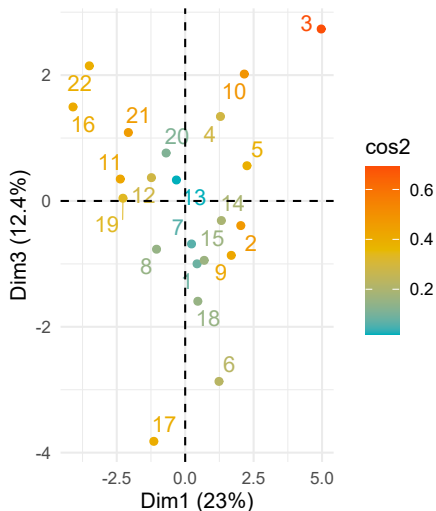
## Hallazgo clave:

- 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

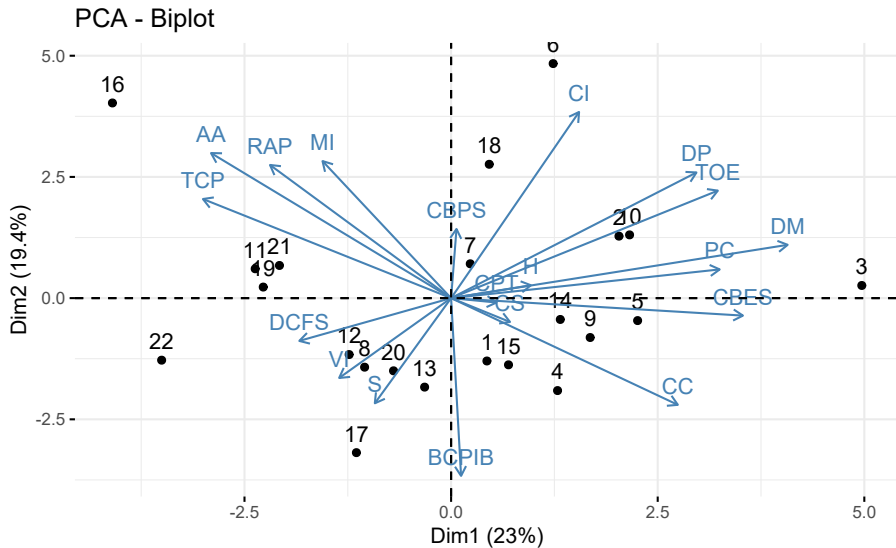
## Conclusión:

- 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)

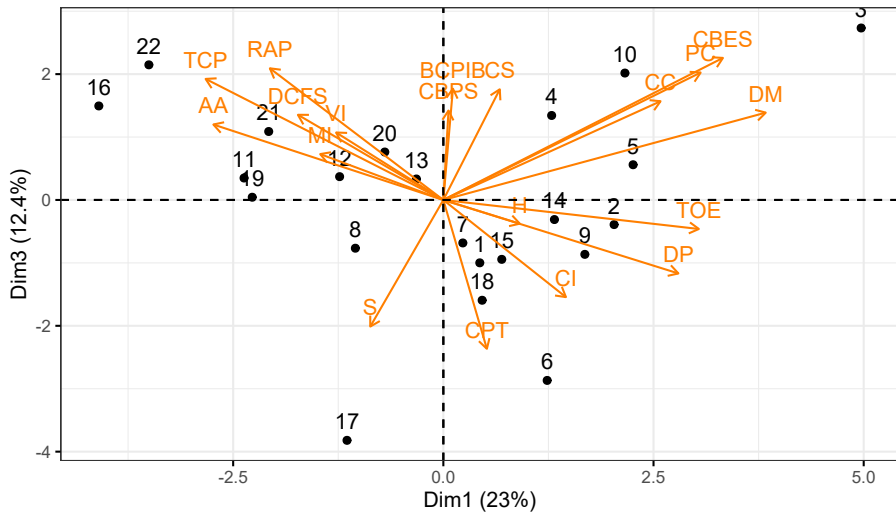
## Posiciones intermedias

- 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)

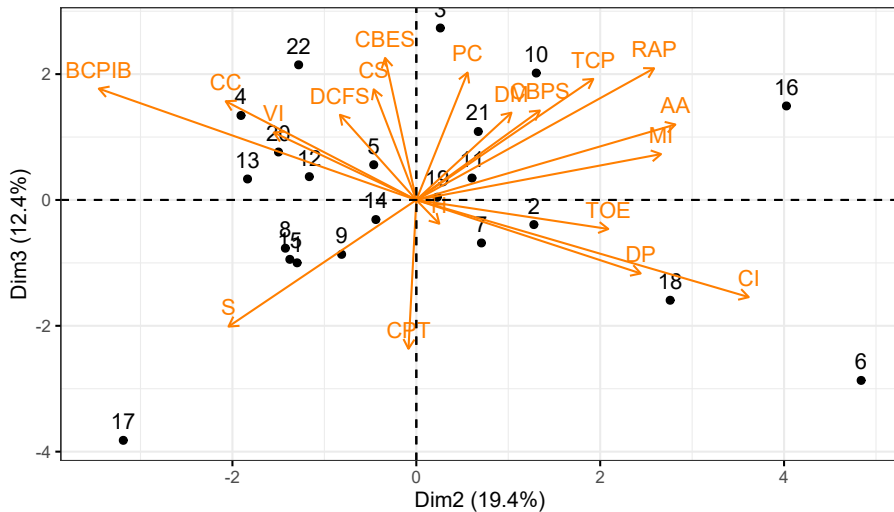
### Variables críticas:

- 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



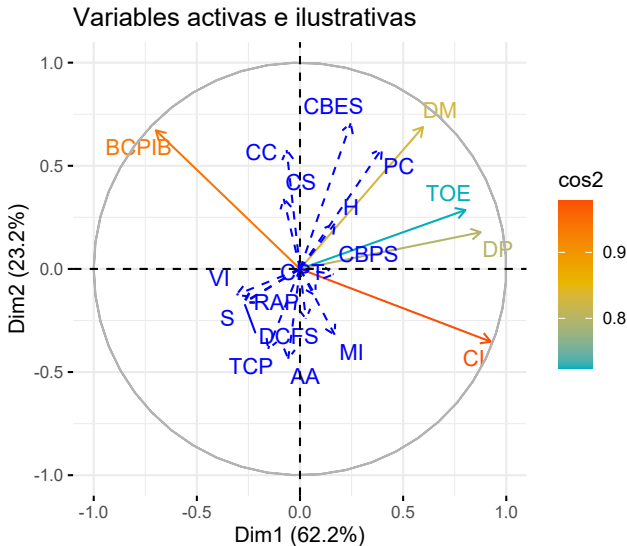
### Dimensión 1 (62,2 % de la varianza)

- 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.

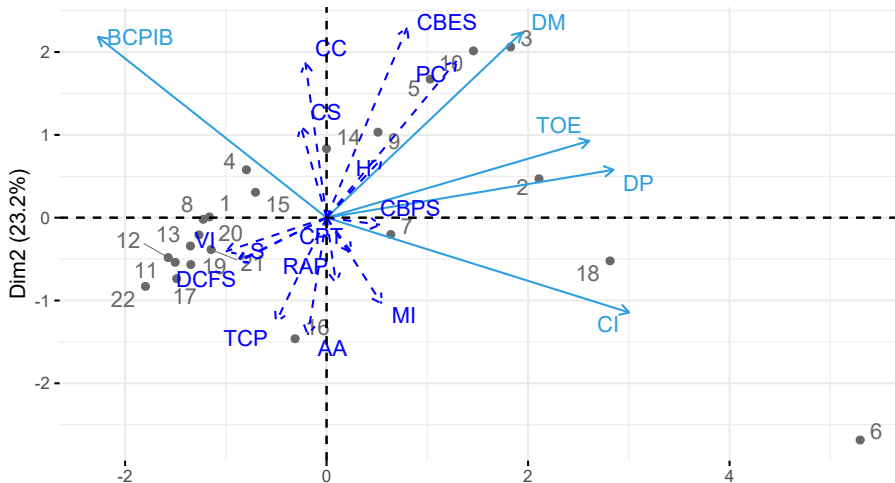
## a) Mapa de variables



## 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

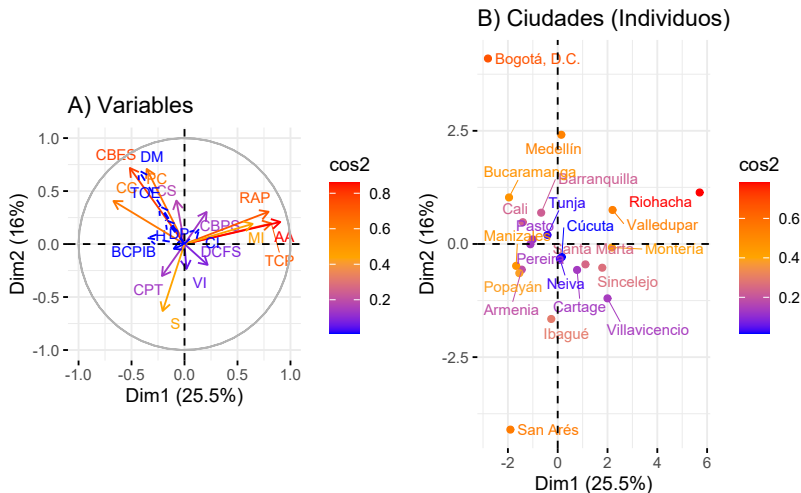
**Table 7:** Correlaciones variables factor primeras 6 dimensiones

	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

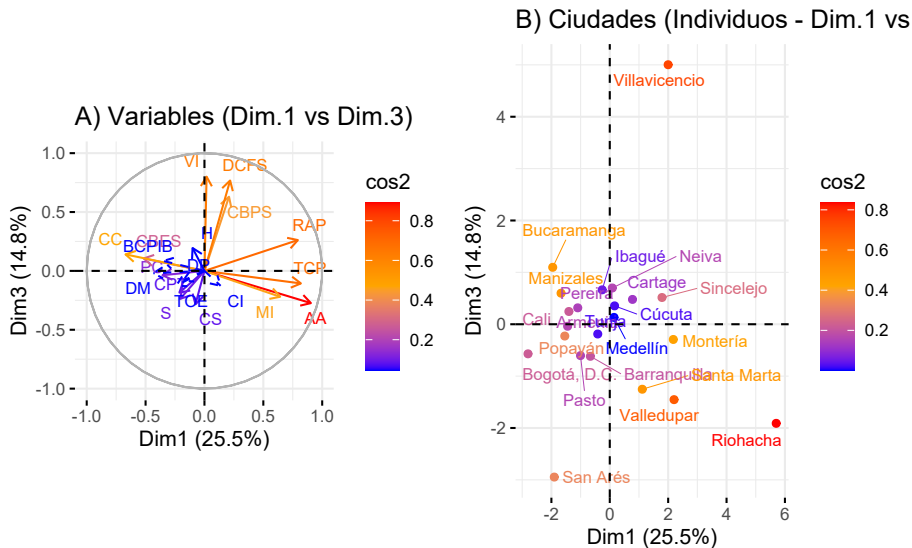


**Figure 2:** Figura 1. Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 2



## 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



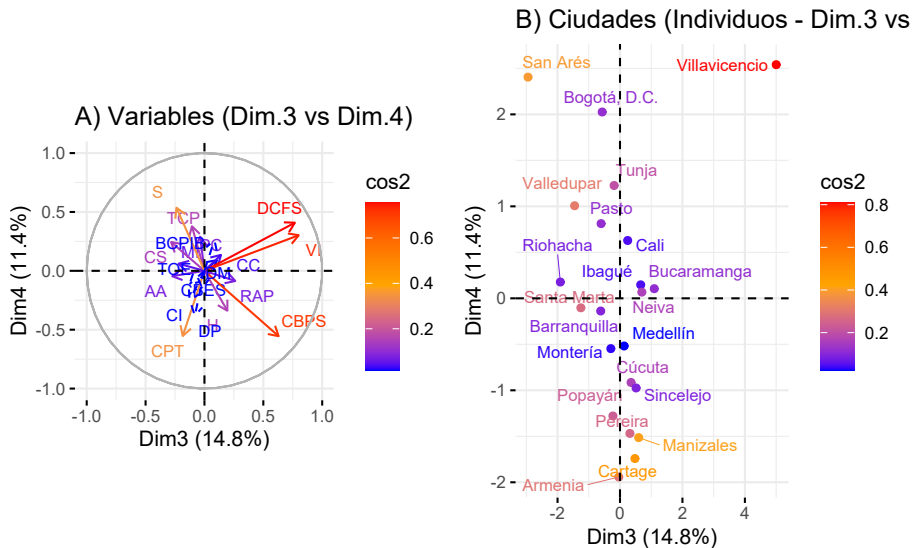
**Figure 3:** Figura 1.1 Variables y ciudades en las Dimensiones 1 y 3

## 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



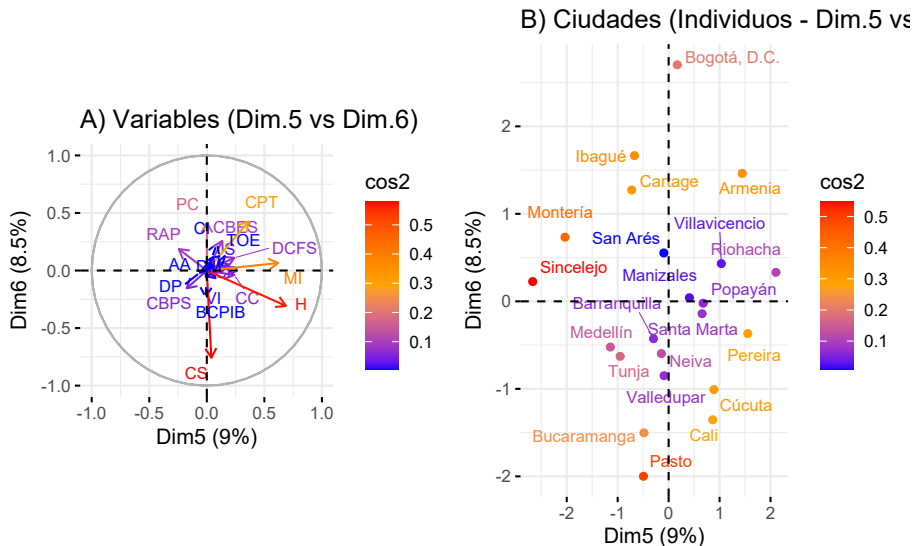
**Figure 4:** Figura 1. Variables y ciudades en las Dimensiones 3 y 4

## 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)

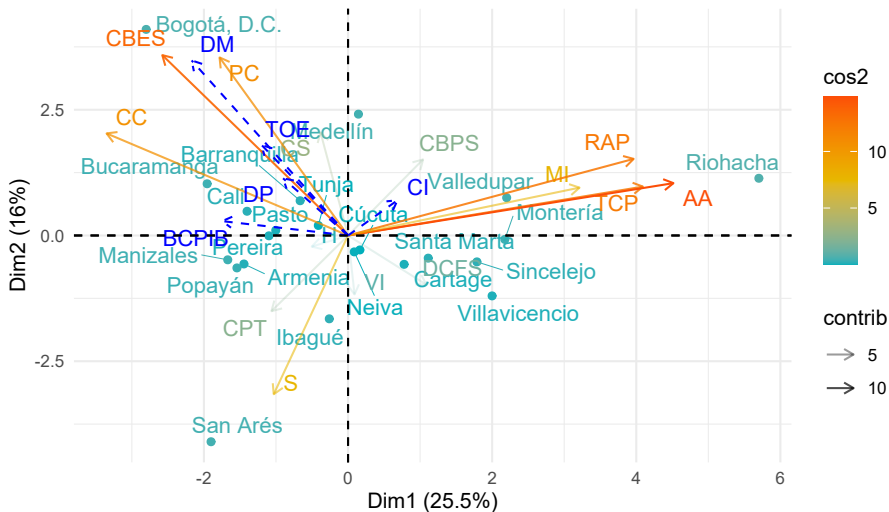
- Paradoja capitalina: Bogotá combina altos índices violentos con fuerte capacitación laboral

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

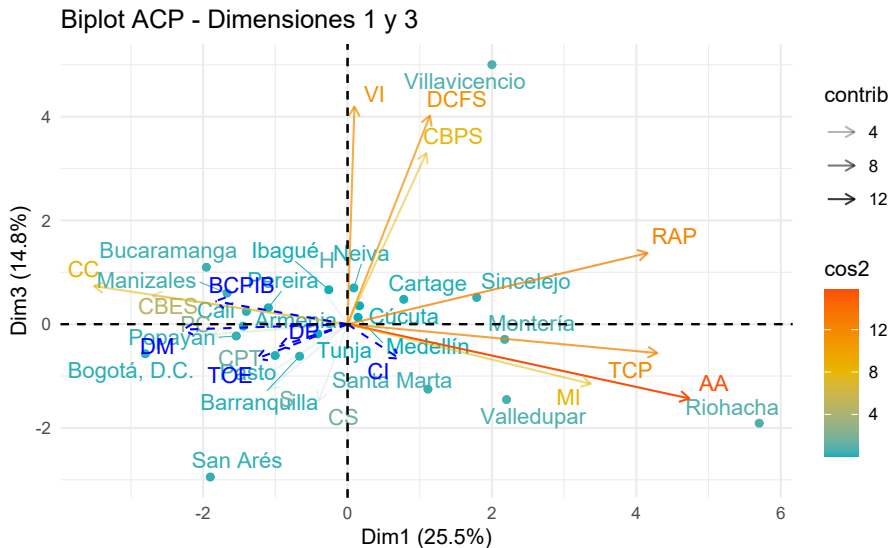


Figure 7: Figura 4.1 biplot Dimensiones 1 y 3

## 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

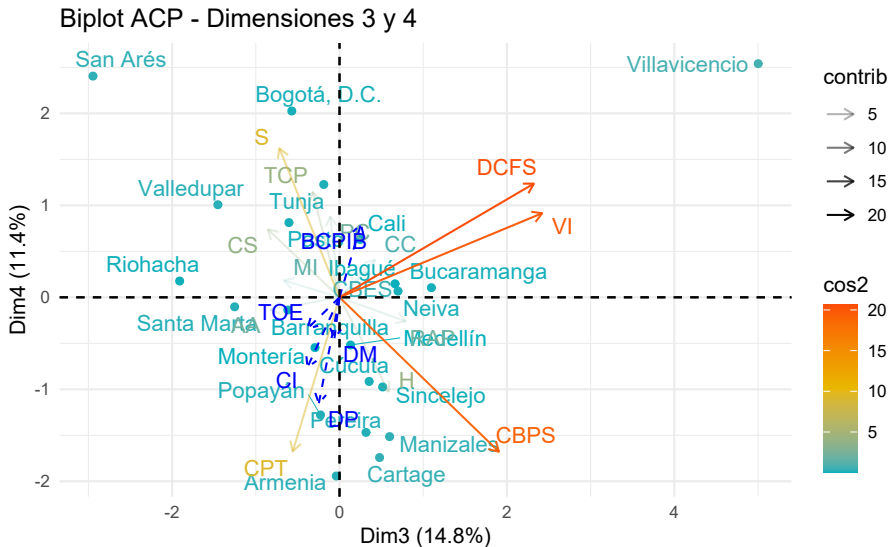
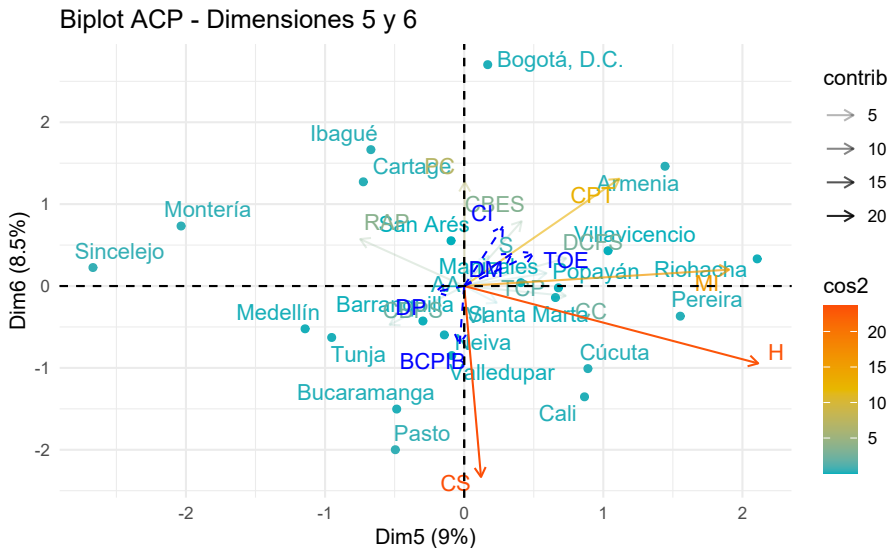


Figure 8: Figura 4. biplot Dimensiones 3 y 4

## 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



**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

### Comparacion de los 3 ACP

**Table 11:** Comparativa de varianza explicada entre los tres ACP

	ACP	Componente	Valor propio	% Varianza	% Acumulado
<b>ACP 1</b>					
comp 1...1	ACP 1	Comp 1	4.36	22.96	22.96
comp 2...2	ACP 1	Comp 2	3.69	19.40	42.36
comp 3...3	ACP 1	Comp 3	2.36	12.43	54.78
comp 4...4	ACP 1	Comp 4	2.02	10.65	65.43
comp 5...5	ACP 1	Comp 5	1.48	7.77	73.21
comp 6...6	ACP 1	Comp 6	1.27	6.69	79.90
comp 7...7	ACP 1	Comp 7	1.17	6.18	86.08
<b>ACP 2</b>					
comp 1...8	ACP 2	Comp 1	3.11	62.20	62.20
comp 2...9	ACP 2	Comp 2	1.16	23.24	85.44
comp 3...10	ACP 2	Comp 3	0.48	9.52	94.96
comp 4...11	ACP 2	Comp 4	0.25	5.04	100.00
comp 5...12	ACP 2	Comp 5	0.00	0.00	100.00
<b>ACP 3</b>					
comp 1...13	ACP 3	Comp 1	3.57	25.51	25.51
comp 2...14	ACP 3	Comp 2	2.24	15.99	41.50
comp 3...15	ACP 3	Comp 3	2.07	14.80	56.30
comp 4...16	ACP 3	Comp 4	1.60	11.45	67.75
comp 5...17	ACP 3	Comp 5	1.26	8.99	76.74
comp 6...18	ACP 3	Comp 6	1.19	8.51	85.25
comp 7...19	ACP 3	Comp 7	0.77	5.51	90.76
comp 8	ACP 3	Comp 8	0.46	3.30	94.05
comp 9	ACP 3	Comp 9	0.33	2.34	96.39
comp 10	ACP 3	Comp 10	0.22	1.54	97.93

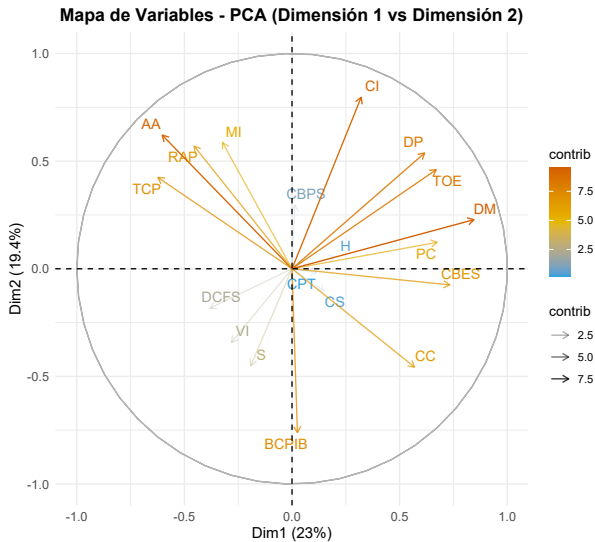
## Varianza explicada:

- ACP 2 explica el 85.4% con solo 2 dimensiones → más eficiente.
- ACP 1 y 3 explican ~41% en dos dimensiones → necesitan más componentes.
- Conclusión: ACP 2 es el más eficiente en reducción dimensional.

## Ejes principales:

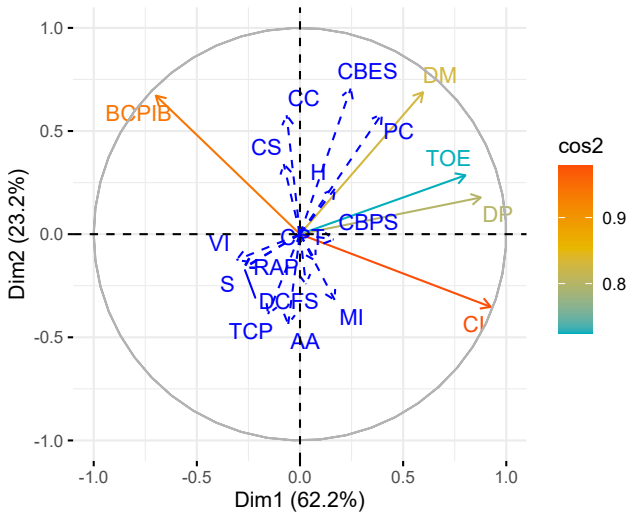
- ACP 1: mezcla de economía, población y educación.
- ACP 2: apertura internacional + cobertura educativa.
- ACP 3: desigualdad social y violencia.
- Conclusión: Cada ACP revela dimensiones distintas.





**Figure 10:** Gráfico de variables (Dim.1 vs Dim.2) - Análisis PCA

## Variables activas e ilustrativas





## Posición de las ciudades:

- ACP 2: grupos claros → ej. Manizales y Cartago bien posicionadas.
- ACP 3: segmentación social → ej. Bucaramanga con violencia.
- Conclusión: La representación cambia según variables activas.

### Calidad de representación ( $\cos^2$ ):

- ACP 2 tiene mejores  $\cos^2 \rightarrow$  mejor visualización.
- ACP 3: algunas variables sociales bien representadas.
- Conclusión: ACP 2 es el más claro gráficamente.

## Interpretación final:

- ACP 1: general, exploratorio.
- ACP 2: enfocado en desarrollo económico y educativo.
- ACP 3: visibiliza brechas sociales.
- Conclusión: Los tres ACP se complementan.