

Taller 4 - Modelo DUAL

AUTHORS

Jhon Fernando Tascon Velasco

Lino Alexander Sinisterra

Juan Sebastian Chacón

PUBLISHED

September 29, 2025

0. Información general

En este trabajo se realizará un análisis factorial multiple con el fin de examinar trayectorias y agrupamientos de diferentes variables económicas, para identificar factores latentes, similitudes y diferencias a lo largo de los últimos cinco años (2019 al 2023), desagregado por regiones geográficas. Los datos están a nivel país, pero se realizó un procedimiento para agrupar los países en 14 regiones, con base en sus similitudes geográficas y étnicas. Las regiones son: Asia Central y del Sur, Oriente Medio, Asia del Este, Pacífico y Oceanía, Europa Occidental, Europa del Este, Norte de África, África Subsahariana, Latinoamérica y el Caribe y Norteamérica.

Las variables a analizar son las siguientes:

Descripción de variables del estudio		
Variables	Tipo_Variable	Descripción
Pais	Nominal	País
Año	Ordinal	Año
Region	Nominal	Región
Servicios	Cuantitativa	Servicios, valor agregado (% PIB)
Gastos	Cuantitativa	Gastos (% PIB)
Ahorro	Cuantitativa	Ahorro bruto (% PIB)
Exportaciones	Cuantitativa	Exportaciones de bienes y sevicios (% PIB)
Importaciones	Cuantitativa	Importaciones de bienes y servicios (% PIB)
Produccion	Cuantitativa	Producción, valor agregado (% PIB)
Inversion_Extranjera_Entrada	Cuantitativa	Inversión extranjera, entrada neta de capital (% PIB)
Inversion_Extranjera_Salida	Cuantitativa	Inversión extranjera, salidad neta de capital (% PIB)
Deuda	Cuantitativa	Total Deuda (% PIB)
Recaudacion_Impuestos	Cuantitativa	Recaudación impostivia (% PIB)
Agricultura	Cuantitativa	Agricultura, silvicultura y pesca, valor agregado (% PIB)
Remesas	Cuantitativa	Remesas de trabajadores y compensación de empleados recibidas (% PIB)
Gastos_Militares	Cuantitativa	Gastos militares (%PIB)

1. Análisis exploratorio

1.1. Revisión de datos faltantes

Datos faltantes	
	x
Pais	0
Country Code	0
Año	0
Region	0
Agricultura	113
Deuda	809
Gastos	489
Exportaciones	190
Inversion_Extranjera_Entrada	132
Inversion_Extranjera_Salida	243
Importaciones	190
Produccion	162
Remesas	103
Recaudacion_Impuestos	488
Servicios	100
Gastos_Militares	337
Ahorro	310

Se identifica una cantidad significativa de valores faltantes en las series numéricas, se realizará un proceso de imputación de variables que incluirá:

- Interpolación de variables, usando el método na.spline.
- Exclusión de registros, en los casos en los que todos los datos sean faltantes para las series numéricas.
- Eliminación de variables, si la cantidad sigue siendo significativa: una cantidad mayor a 40% de datos faltantes serán eliminadas.
- Si quedan faltantes en algunos países, se imputarán los registros con base en la mediana de la región al que pertenecen y el año.

Datos faltantes	
	x
Pais	0

	x
Country Code	0
Año	0
Region	0
Agricultura	0
Gastos	0
Exportaciones	0
Inversion_Extranjera_Entrada	0
Inversion_Extranjera_Salida	0
Importaciones	0
Produccion	0
Remesas	0
Recaudacion_Impuestos	0
Servicios	0
Gastos_Militares	0
Ahorro	0

Ya la data está limpia para poder ser usada en los análisis posteriores.

1.2. Resumen de las variables

Descripción del conjunto de datos

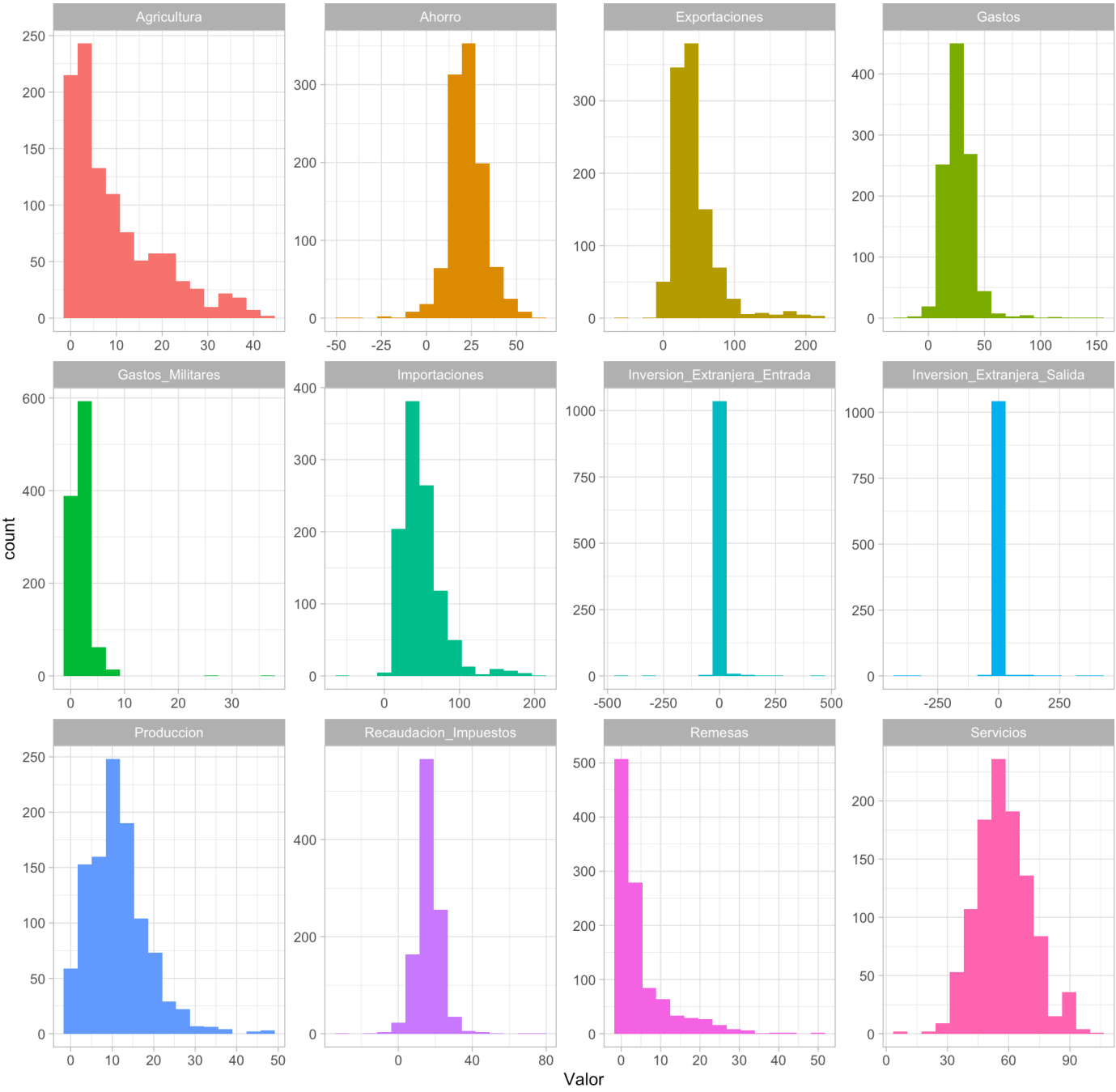
Pais	Length:1060	Class :character	Mode :character	NA	NA	NA
Country Code	Length:1060	Class :character	Mode :character	NA	NA	NA
Año	Length:1060	Class :character	Mode :character	NA	NA	NA
Region	Length:1060	Class :character	Mode :character	NA	NA	NA
Agricultura	Min. :-0.03915	1st Qu.: 1.91786	Median : 6.44714	Mean : 9.69659	3rd Qu.: 15.35606	Max. : 43.05999
Gastos	Min. :-29.68	1st Qu.: 18.14	Median : 25.71	Mean : 27.30	3rd Qu.: 33.66	Max. :145.68
Exportaciones	Min. :-53.96	1st Qu.: 23.69	Median : 35.51	Mean : 42.21	3rd Qu.: 50.61	Max. :222.31
Inversion_Extranjera_Entrada	Min. :-444.7069	1st Qu.: 0.9518	Median : 2.3204	Mean : 4.4524	3rd Qu.: 4.4333	Max. : 433.7510

Inversion_Extranjera_Salida	Min. :-382.68662	1st Qu.: 0.06023	Median : 0.32504	Mean : 2.05555	3rd Qu.: 1.32329	Max. : 424.86749
Importaciones	Min. :-63.51	1st Qu.: 30.10	Median : 42.60	Mean : 48.51	3rd Qu.: 60.04	Max. :198.45
Produccion	Min. : 0.3311	1st Qu.: 6.3978	Median :10.7039	Mean :11.3437	3rd Qu.:14.8118	Max. :47.7695
Remesas	Min. : 0.0000	1st Qu.: 0.3729	Median : 2.0253	Mean : 4.7862	3rd Qu.: 5.6622	Max. :49.9757
Recaudacion_Impuestos	Min. :-31.62	1st Qu.: 12.24	Median : 15.05	Mean : 16.00	3rd Qu.: 19.92	Max. : 74.93
Servicios	Min. : 6.448	1st Qu.: 48.781	Median : 56.960	Mean : 57.616	3rd Qu.: 65.984	Max. :102.873
Gastos_Militares	Min. : 0.05409	1st Qu.: 1.11769	Median : 1.43530	Mean : 1.87469	3rd Qu.: 2.18326	Max. :36.65311
Ahorro	Min. :-44.99	1st Qu.: 17.24	Median : 21.26	Mean : 22.48	3rd Qu.: 28.15	Max. : 64.31

Hallazgos

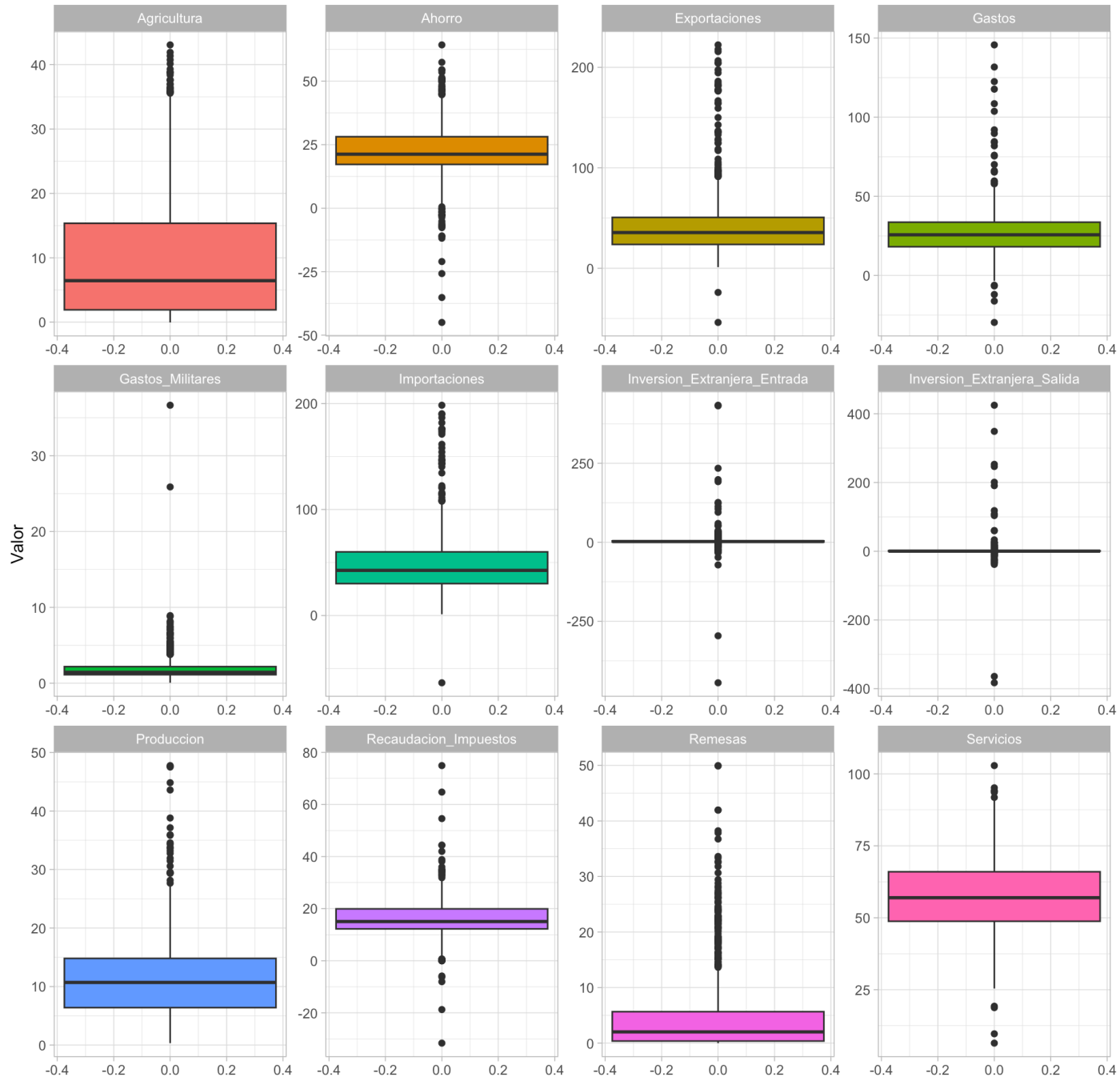
Análisis univariado de las variables numéricas

Histogramas de las variables numéricas



Hallazgos

Boxplots de las variables numéricas



Hallazgos

1.3. Análisis multivariado

Variables numéricas vs. Año y Región

Año 2019

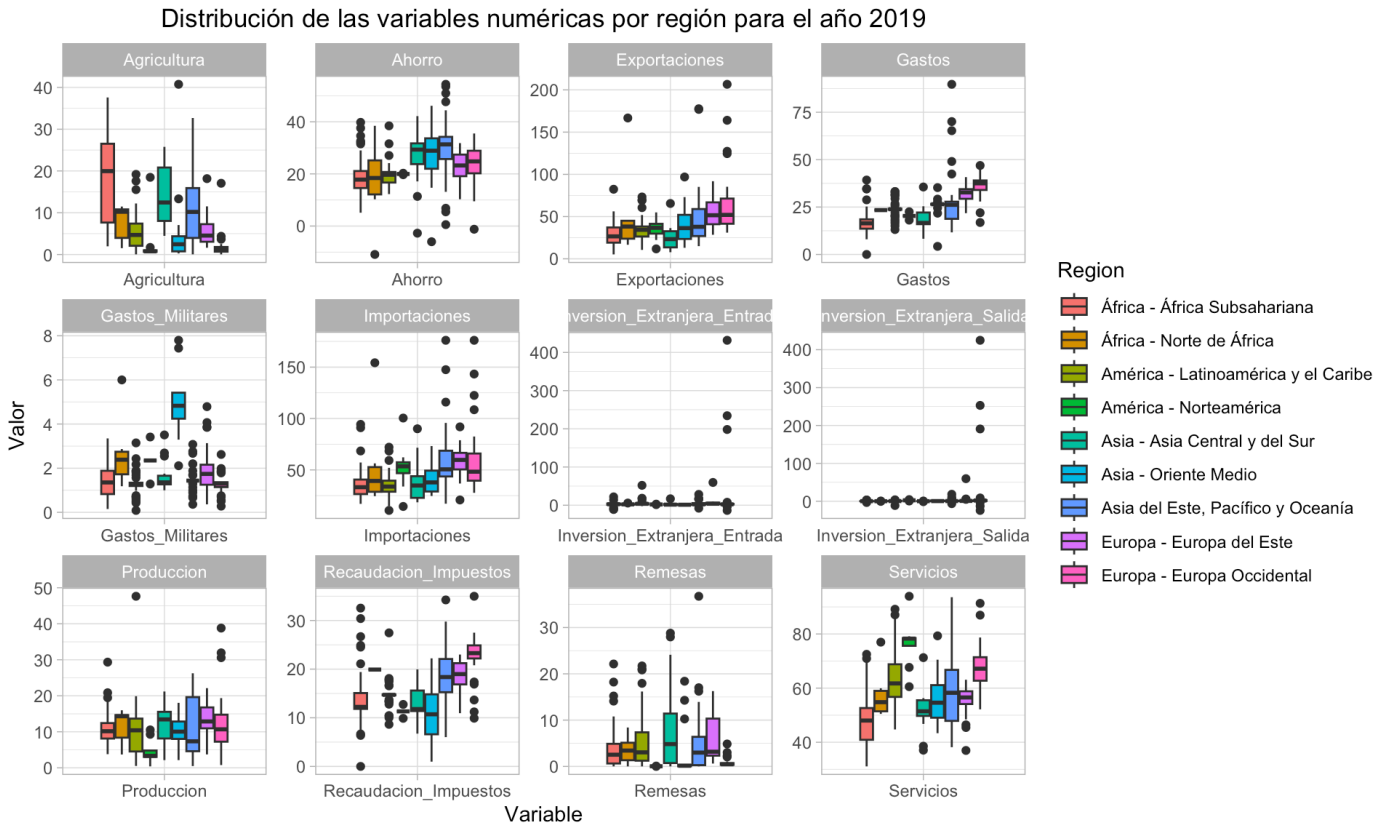
Mediana por Región - Año 2019

Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - Norte de África
Agricultura	4.68	0.76	12.45	2.45	10.20	1.24	4.53	10.23
Gastos	23.85	20.31	16.63	26.48	26.18	37.50	32.72	23.39
Produccion	10.41	3.32	13.43	10.05	7.36	10.70	12.88	14.32
Exportaciones	34.33	36.70	23.28	36.33	37.90	52.01	51.55	38.22
Importaciones	33.81	53.48	34.87	37.86	50.56	48.30	59.73	39.27
Remesas	3.03	0.03	4.82	0.14	2.99	0.46	3.17	3.42
Servicios	61.74	78.28	51.44	54.60	58.28	67.18	56.55	54.81
Recaudacion_Impuestos	14.71	11.31	11.79	10.71	18.37	23.28	18.98	19.91
Inversion_Extranjera_Entrada	3.71	1.97	1.52	1.20	2.30	2.29	3.88	2.26
Inversion_Extranjera_Salida	0.47	2.44	0.11	0.38	0.47	1.86	0.91	0.02
Ahorro	19.68	19.98	29.33	28.90	31.33	24.80	23.25	18.43
Gastos_Militares	1.25	2.35	1.36	4.83	1.44	1.30	1.74	2.38

Desviación estándar por Región - Año 2019

Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - Norte de África
Agricultura	4.73	6.28	7.18	11.00	8.18	3.18	3.84	4.64
Gastos	4.45	1.18	6.53	6.98	16.79	6.63	5.08	0.00
Produccion	8.26	3.53	5.46	4.73	8.92	8.78	4.82	5.17
Exportaciones	14.81	13.12	15.05	23.93	37.29	42.56	18.43	56.26
Importaciones	13.09	24.50	21.49	14.82	34.42	36.51	14.97	49.21
Remesas	6.41	0.02	10.51	6.44	7.32	1.06	4.96	3.10
Servicios	10.54	9.68	8.20	10.43	13.95	9.23	6.03	9.97
Recaudacion_Impuestos	2.87	0.76	3.93	6.41	5.69	5.10	3.30	0.00
Inversion_Extranjera_Entrada	8.63	0.37	4.25	1.91	6.68	98.29	11.49	1.73
Inversion_Extranjera_Salida	2.12	1.02	0.43	1.73	3.86	98.79	12.01	0.35
Ahorro	4.76	0.15	11.44	12.67	12.37	8.22	5.55	16.70

Gastos_Militares	0.54	0.57	0.74	1.50	0.55	0.50	1.15	1.72
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------



Hallazgos

Año 2020

Mediana por Región - Año 2020

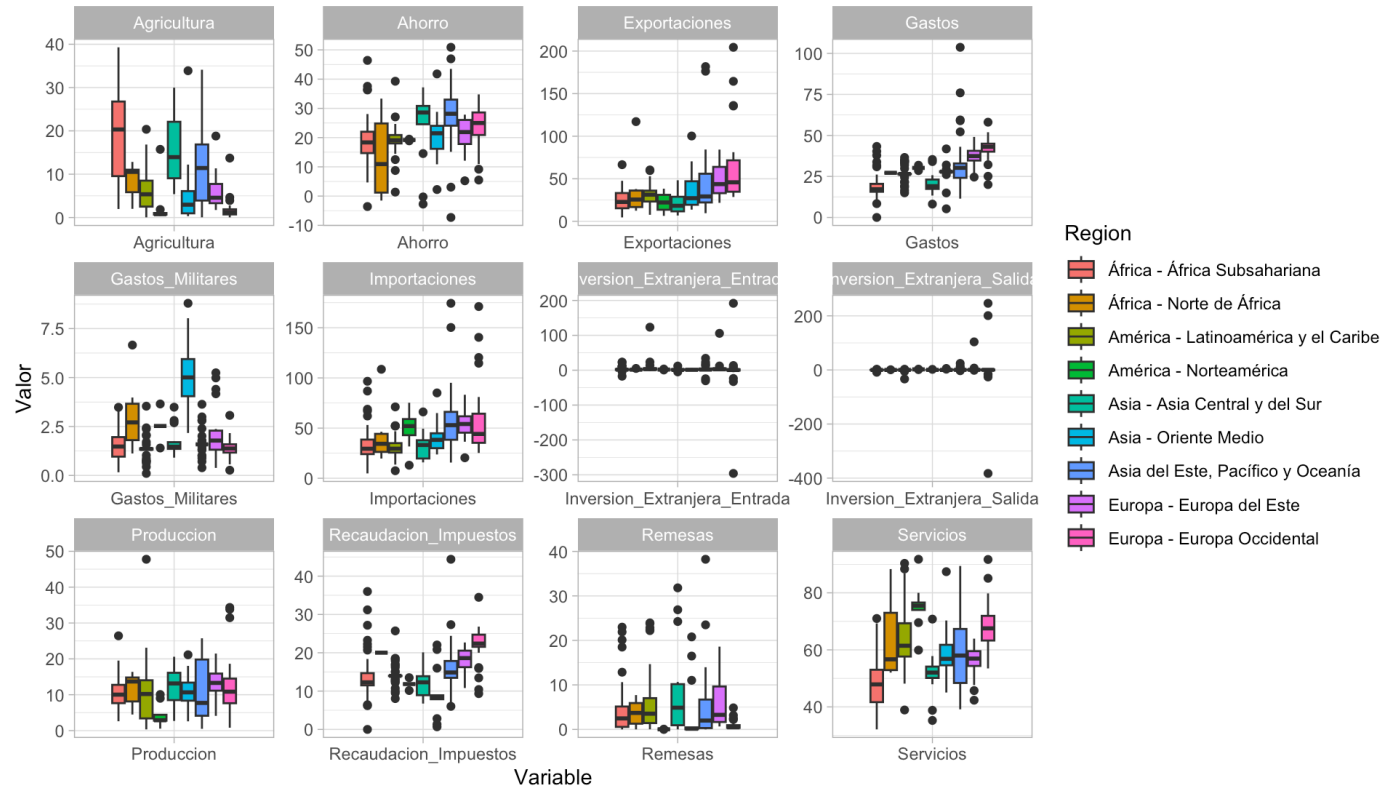
Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - África del Norte
Agricultura	5.35	0.76	13.94	2.96	11.42	1.20	4.57	10.53
Gastos	26.50	30.20	19.07	27.89	30.26	43.02	37.43	27.21
Produccion	10.20	2.88	13.16	10.67	7.72	10.85	13.30	13.69
Exportaciones	31.33	22.13	18.25	27.17	29.20	45.84	43.69	25.58
Importaciones	29.49	51.98	33.17	38.30	52.93	44.18	54.07	34.33
Remesas	3.53	0.03	4.88	0.15	1.99	0.48	3.27	3.70
Servicios	61.46	75.47	52.04	56.86	58.01	67.55	56.94	56.69
Recaudacion_Impuestos	13.97	11.83	12.28	8.39	14.86	22.40	18.61	20.02
Inversion_Extranjera_Entrada	2.97	1.76	0.86	1.13	1.69	0.55	2.68	1.50

Inversion_Extranjera_Salida	0.21	2.09	0.30	0.09	0.36	0.41	0.50	0.09
Ahorro	19.09	19.18	28.59	21.47	28.15	24.99	21.89	10.95
Gastos_Militares	1.35	2.53	1.47	5.01	1.59	1.38	1.78	2.71

Desviación estándar por Región - Año 2020

Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - Norte de África	Sí
Agricultura	4.99	5.29	7.55	9.09	8.40	2.60	3.92	4.33	
Gastos	4.70	0.87	7.29	8.51	18.17	7.76	5.76	0.00	
Produccion	8.56	3.40	5.72	5.43	8.80	8.46	4.41	4.97	
Exportaciones	11.92	11.67	11.25	25.30	38.84	45.29	19.66	39.43	
Importaciones	12.16	19.31	14.26	17.78	33.59	37.10	14.37	32.71	
Remesas	7.39	0.01	10.72	7.28	7.83	1.10	5.27	3.11	
Servicios	11.12	8.97	8.29	10.78	13.49	9.05	5.32	15.28	
Recaudacion_Impuestos	2.83	0.90	3.96	6.62	6.86	5.11	3.20	0.00	
Inversion_Extranjera_Entrada	19.65	0.72	3.60	2.47	10.55	69.57	21.13	1.56	
Inversion_Extranjera_Salida	5.47	0.41	0.57	1.74	4.76	97.84	21.08	0.28	
Ahorro	5.53	0.15	12.22	9.65	11.17	7.10	5.87	14.71	
Gastos_Militares	0.57	0.60	0.75	1.90	0.63	0.56	1.28	2.01	

Distribución de las variables numéricas por región para el año 2020



Hallazgos
Año 2021

Mediana por Región - Año 2021

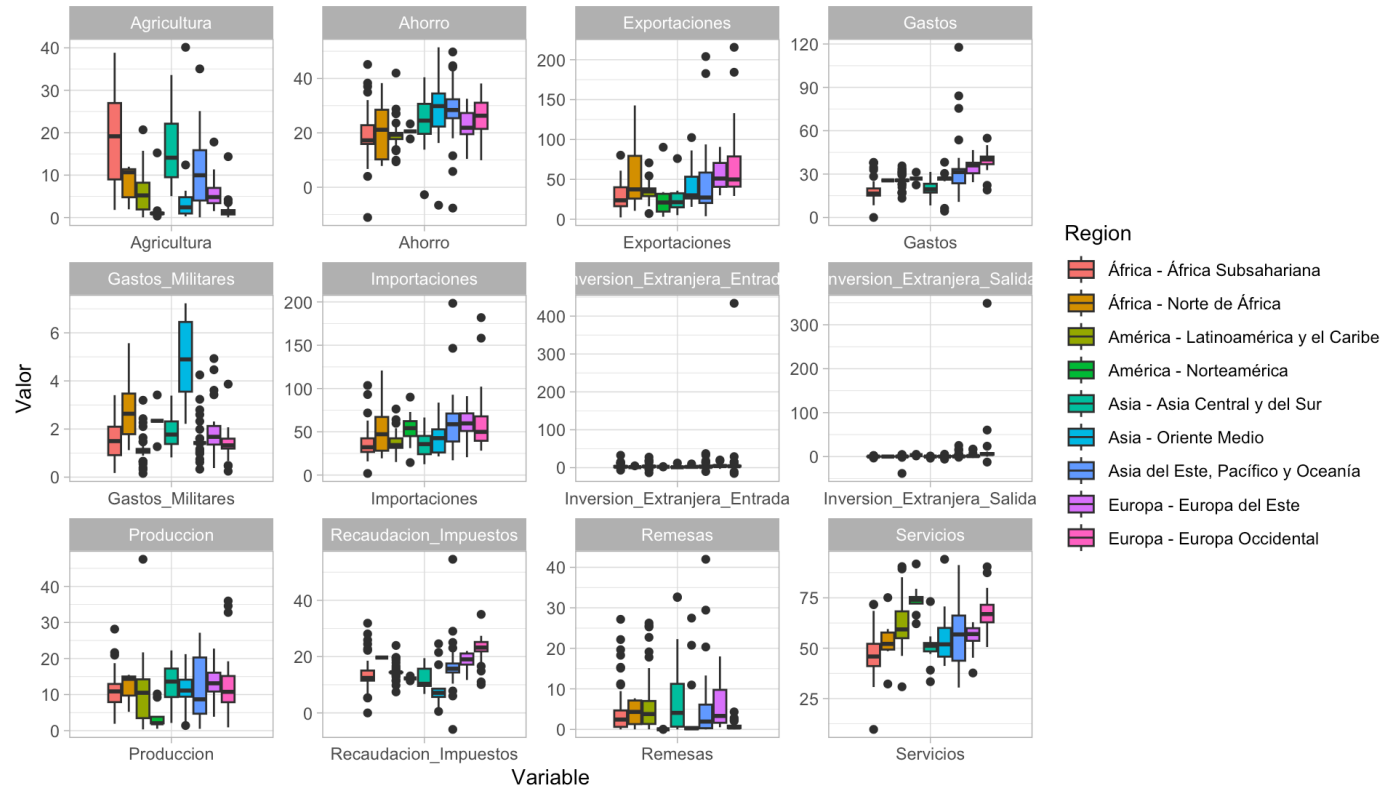
Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - África Norte de África
Agricultura	5.21	0.97	14.10	2.39	9.96	1.11	4.81	10.66
Gastos	25.71	26.90	19.44	26.89	31.41	40.10	36.02	25.63
Produccion	10.50	2.05	13.61	11.12	8.69	10.75	13.13	14.37
Exportaciones	34.89	20.98	21.35	29.96	27.25	49.89	51.06	37.45
Importaciones	34.61	54.19	35.75	42.62	58.69	49.88	59.67	47.13
Remesas	3.79	0.03	4.08	0.33	1.93	0.48	3.32	4.32
Servicios	59.32	74.05	51.18	51.92	56.82	66.93	57.02	52.13
Recaudacion_Impuestos	14.40	12.26	10.35	7.15	15.71	23.22	19.02	19.67
Inversion_Extranjera_Entrada	3.08	2.32	1.18	2.27	2.02	3.80	4.27	1.40
Inversion_Extranjera_Salida	0.27	3.31	0.14	0.12	0.33	5.74	1.22	0.09
Ahorro	19.32	20.53	24.50	29.83	28.40	26.30	21.88	21.13

Gastos_Militares	1.12	2.34	1.77	4.89	1.42	1.32	1.68	2.64
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Desviación estándar por Región - Año 2021

Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - Norte de África	Si
Agricultura	4.92	5.09	8.38	10.82	8.58	2.69	3.82	4.56	
Gastos	4.79	2.35	6.88	9.21	21.00	7.53	5.75	0.00	
Produccion	8.66	3.71	6.00	5.84	9.18	8.89	4.40	4.34	
Exportaciones	11.45	27.82	17.58	26.67	44.79	46.34	19.00	50.32	
Importaciones	12.34	23.24	16.79	19.09	35.25	37.22	16.97	37.58	
Remesas	7.76	0.01	11.65	9.21	9.02	0.99	5.35	3.42	
Servicios	12.37	8.82	8.79	14.38	14.77	9.79	6.17	14.03	
Recaudacion_Impuestos	2.69	0.46	4.22	7.42	8.92	5.05	3.12	0.00	
Inversion_Extranjera_Entrada	6.56	0.27	3.07	2.96	9.10	82.98	5.10	1.57	
Inversion_Extranjera_Salida	6.33	1.00	1.12	2.52	5.57	66.77	4.57	0.27	
Ahorro	5.44	1.48	10.73	14.07	10.90	6.85	5.70	12.47	
Gastos_Militares	0.56	0.57	0.74	1.62	0.74	0.67	1.11	1.62	

Distribución de las variables numéricas por región para el año 2021



Hallazgos
Año 2022

Mediana por Región - Año 2022

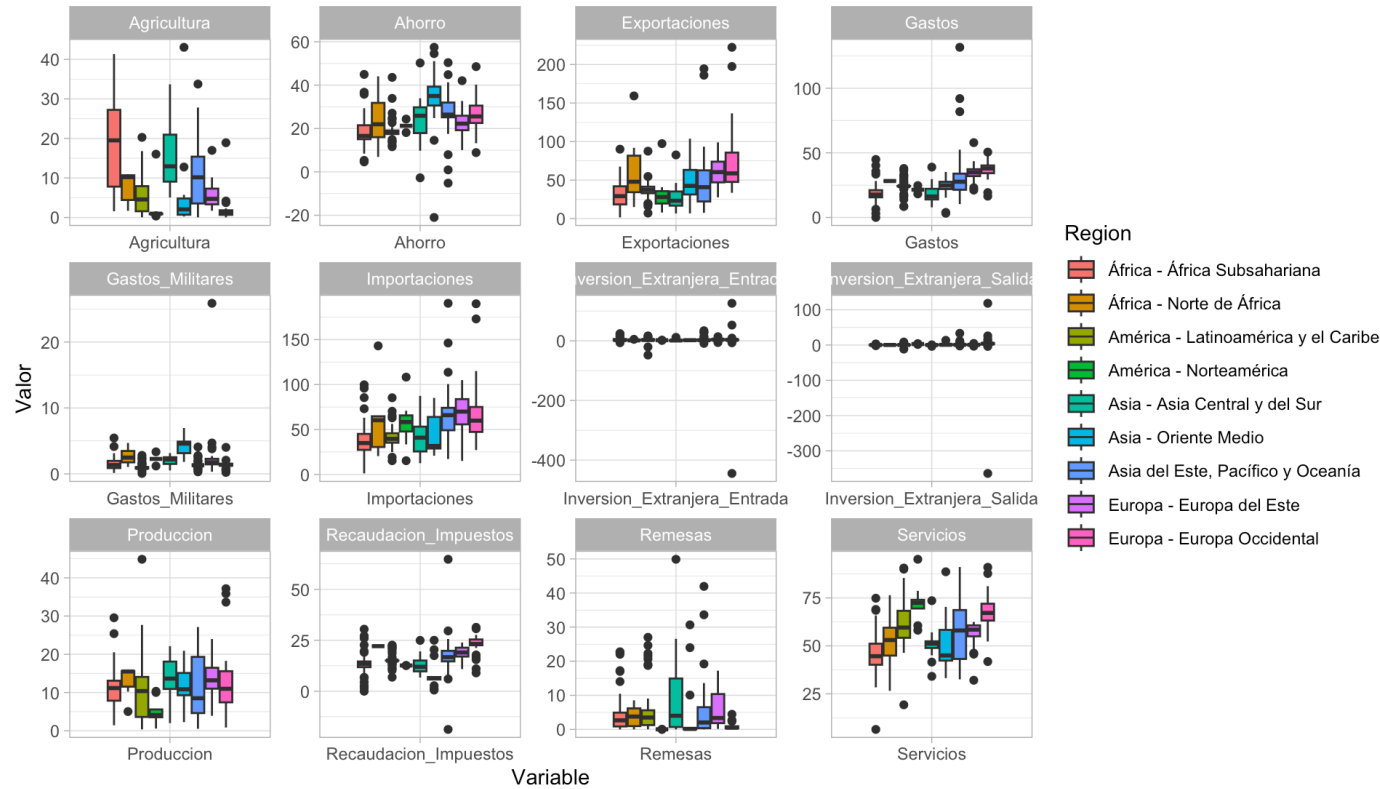
Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - África Norte de Sudán
Agricultura	4.56	0.97	12.94	2.06	10.16	1.10	4.72	10.22
Gastos	24.26	21.46	16.16	24.79	27.66	37.93	34.86	28.21
Produccion	10.37	4.10	13.64	10.86	8.51	10.98	13.19	15.49
Exportaciones	37.16	28.10	23.26	42.54	40.82	58.73	60.37	47.90
Importaciones	39.59	58.28	40.92	31.62	65.95	59.83	69.88	60.33
Remesas	3.49	0.03	4.00	0.14	2.03	0.50	3.34	3.77
Servicios	59.55	72.44	51.12	44.96	58.03	67.17	58.48	53.03
Recaudacion_Impuestos	15.05	12.63	11.99	6.35	16.70	23.17	19.01	22.11
Inversion_Extranjera_Entrada	2.96	2.29	1.34	2.33	2.35	3.33	4.10	1.69
Inversion_Extranjera_Salida	0.24	2.77	0.07	0.66	0.53	3.82	0.53	0.14
Ahorro	18.29	21.24	25.86	34.98	26.42	25.57	22.23	21.96

Gastos_Militares	0.90	2.27	2.18	4.59	1.32	1.38	1.76	2.47
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Desviación estándar por Región - Año 2022

Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - Norte de África	Si
Agricultura	4.83	5.38	8.30	11.68	8.48	3.52	3.39	4.35	
Gastos	6.01	1.71	8.41	9.90	24.40	7.78	7.47	0.00	
Produccion	8.86	3.51	5.92	5.74	9.13	9.26	4.72	4.47	
Exportaciones	13.14	27.91	19.49	28.69	42.63	47.04	20.06	52.68	
Importaciones	13.59	27.22	22.29	23.24	34.14	38.76	21.28	44.61	
Remesas	7.82	0.01	14.31	10.33	9.36	0.98	5.29	3.51	
Servicios	13.63	11.34	8.64	15.05	15.08	10.91	6.97	16.83	
Recaudacion_Impuestos	3.01	0.02	5.13	7.50	11.41	5.12	3.57	0.00	
Inversion_Extranjera_Entrada	9.81	0.27	2.99	2.07	8.92	91.05	3.91	1.65	
Inversion_Extranjera_Salida	2.65	0.68	1.10	3.77	6.08	75.32	1.43	0.17	
Ahorro	5.57	1.66	12.71	20.01	10.94	8.62	6.53	13.50	
Gastos_Militares	0.53	0.57	0.78	1.50	0.69	0.68	4.98	1.38	

Distribución de las variables numéricas por región para el año 2022



Hallazgos
Año 2023

Mediana por Región - Año 2023

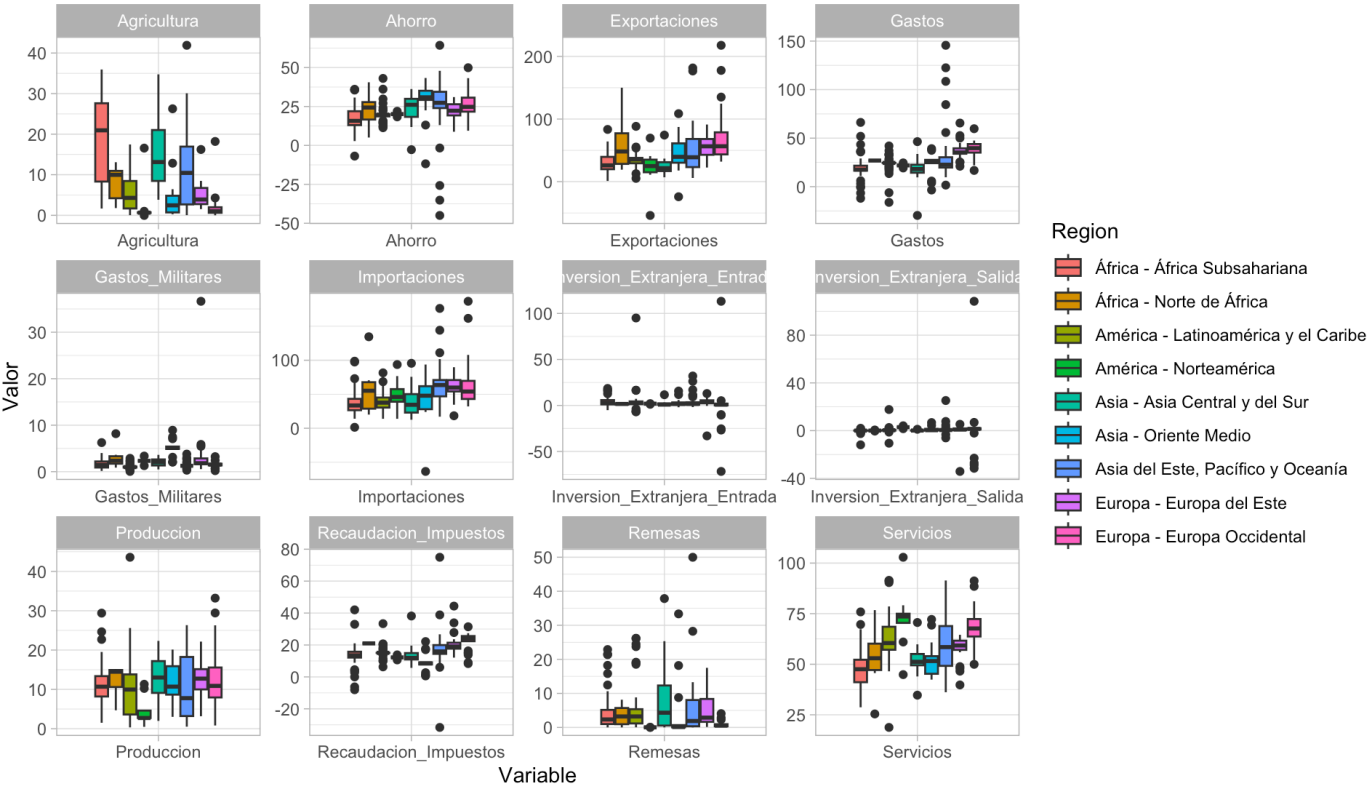
Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - África Norte de Sudán
Agricultura	4.29	0.64	13.13	2.45	10.45	0.99	3.90	9.97
Gastos	24.49	21.89	18.11	25.92	22.59	39.65	35.26	26.91
Produccion	9.97	2.73	13.02	10.71	7.77	10.89	12.75	14.49
Exportaciones	35.51	24.85	21.54	39.63	38.92	56.55	56.48	48.21
Importaciones	37.60	46.01	34.46	47.89	63.48	53.99	59.84	55.14
Remesas	3.22	0.03	4.32	0.11	1.88	0.53	2.87	3.21
Servicios	60.45	73.59	51.21	51.58	58.46	67.67	59.25	52.96
Recaudacion_Impuestos	15.05	12.23	11.89	8.46	15.96	24.08	19.07	20.98
Inversion_Extranjera_Entrada	2.82	1.94	0.90	1.76	1.67	0.85	3.86	1.64
Inversion_Extranjera_Salida	0.32	2.86	0.13	0.37	0.52	1.48	0.94	0.07
Ahorro	19.77	20.14	26.10	30.90	27.34	24.77	22.27	24.35

Gastos_Militares	0.99	2.33	2.04	5.11	1.26	1.52	1.82	2.36
------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

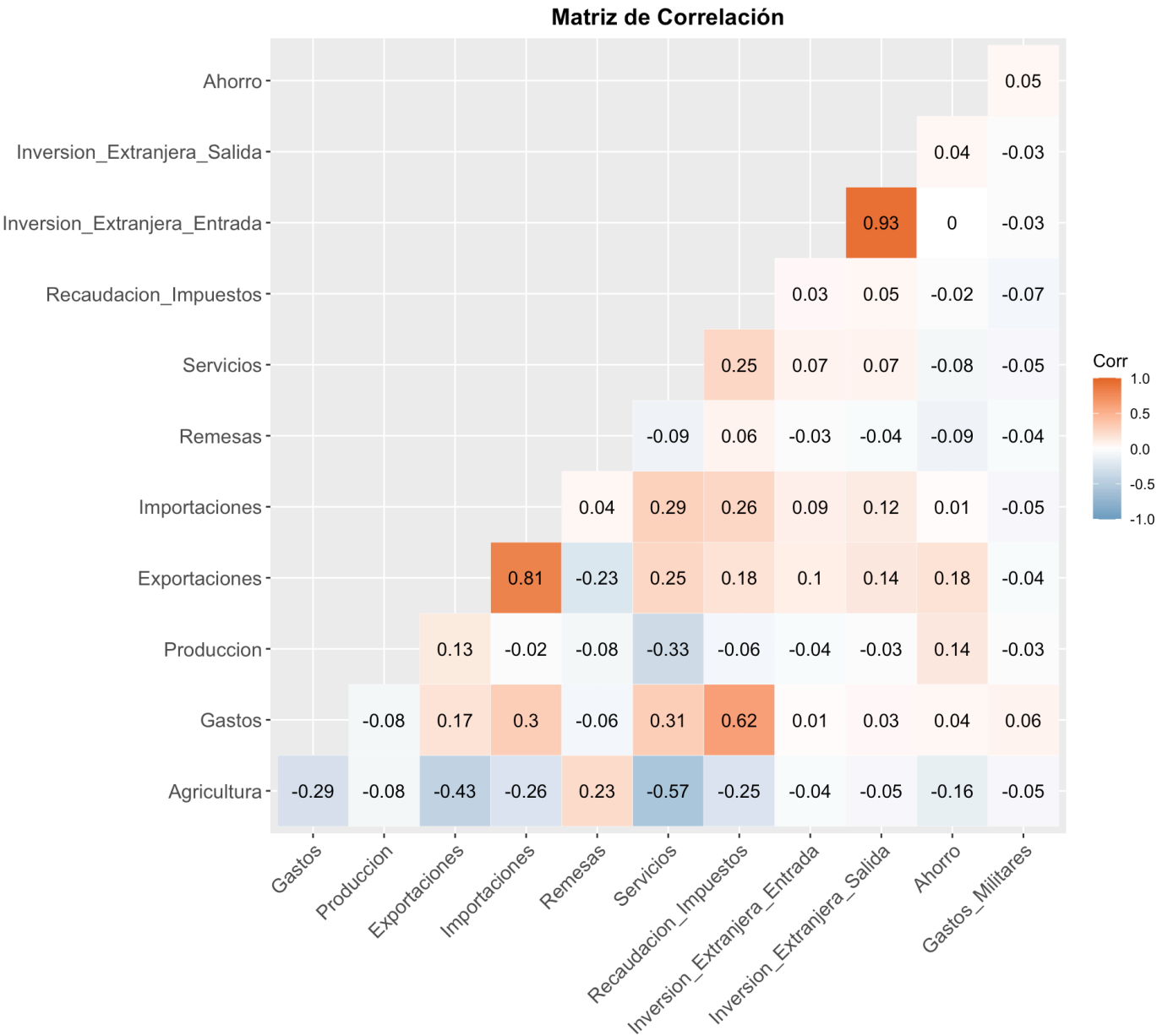
Desviación estándar por Región - Año 2023

Region	América - Latinoamérica y el Caribe	América - Norteamérica	Asia - Asia Central y del Sur	Asia - Oriente Medio	Asia del Este, Pacífico y Oceanía	Europa - Europa Occidental	Europa - Europa del Este	África - Norte de África	Si
Agricultura	4.58	5.67	8.76	7.33	9.72	3.41	3.20	4.75	
Gastos	9.79	1.40	16.48	12.67	32.61	8.30	9.46	0.00	
Produccion	8.57	3.99	5.86	5.16	8.83	7.70	4.69	4.29	
Exportaciones	13.61	35.20	16.57	33.22	40.72	44.79	18.08	49.06	
Importaciones	14.18	24.84	23.57	37.94	32.98	37.73	15.84	42.03	
Remesas	8.03	0.01	11.33	10.11	9.73	0.94	4.76	3.27	
Servicios	13.61	16.33	8.11	9.58	14.10	9.73	6.02	17.12	
Recaudacion_Impuestos	3.92	0.85	7.91	6.34	14.41	5.65	6.75	0.00	
Inversion_Extranjera_Entrada	15.49	0.24	2.93	4.99	7.41	27.47	8.16	1.12	
Inversion_Extranjera_Salida	3.38	0.65	0.31	2.06	4.69	23.94	7.35	0.30	
Ahorro	5.86	0.96	10.75	14.31	22.11	9.23	5.55	12.15	
Gastos_Militares	0.55	0.55	0.93	1.97	0.69	0.61	7.13	2.63	

Distribución de las variables numéricas por región para el año 2023



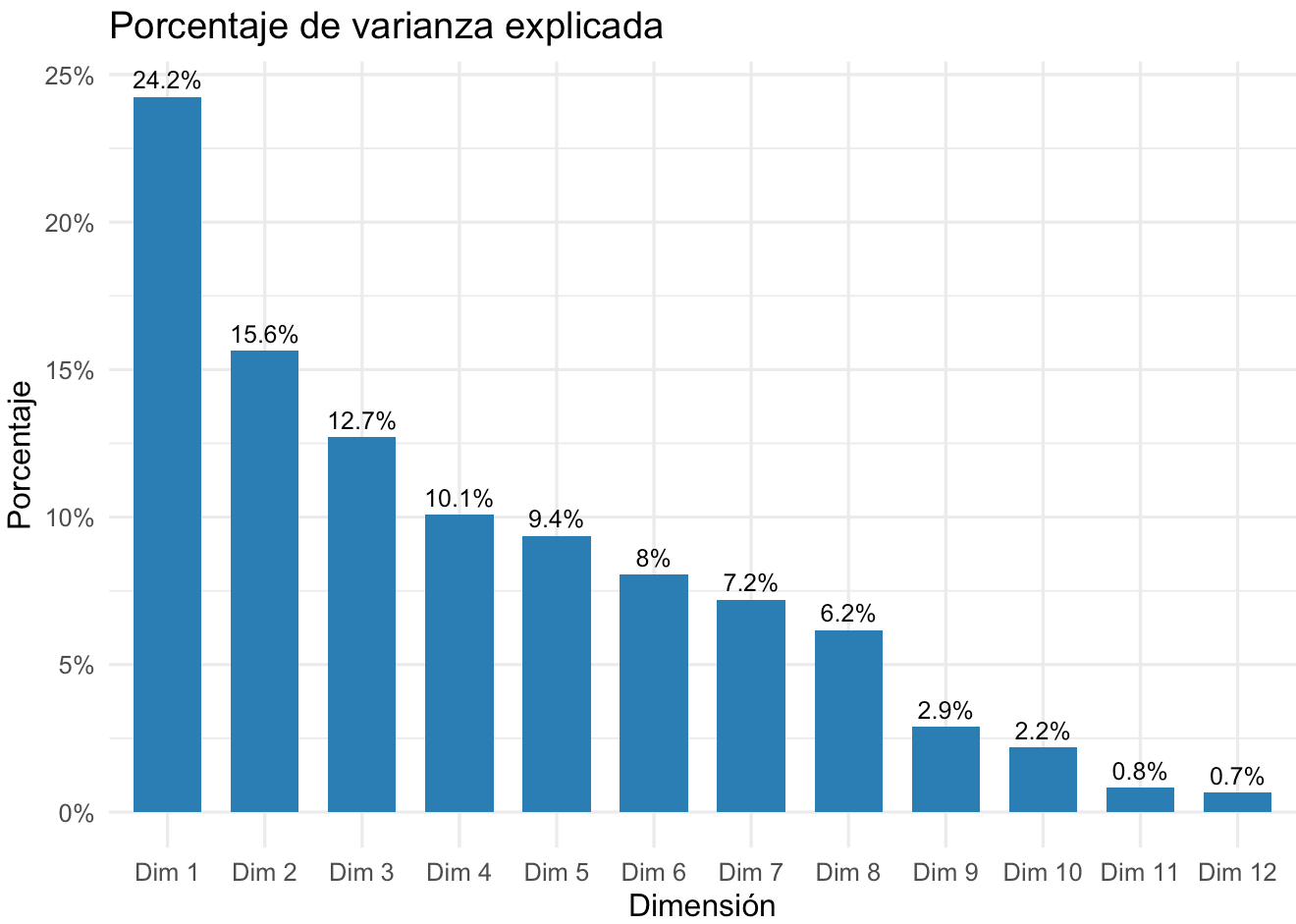
Hallazgos



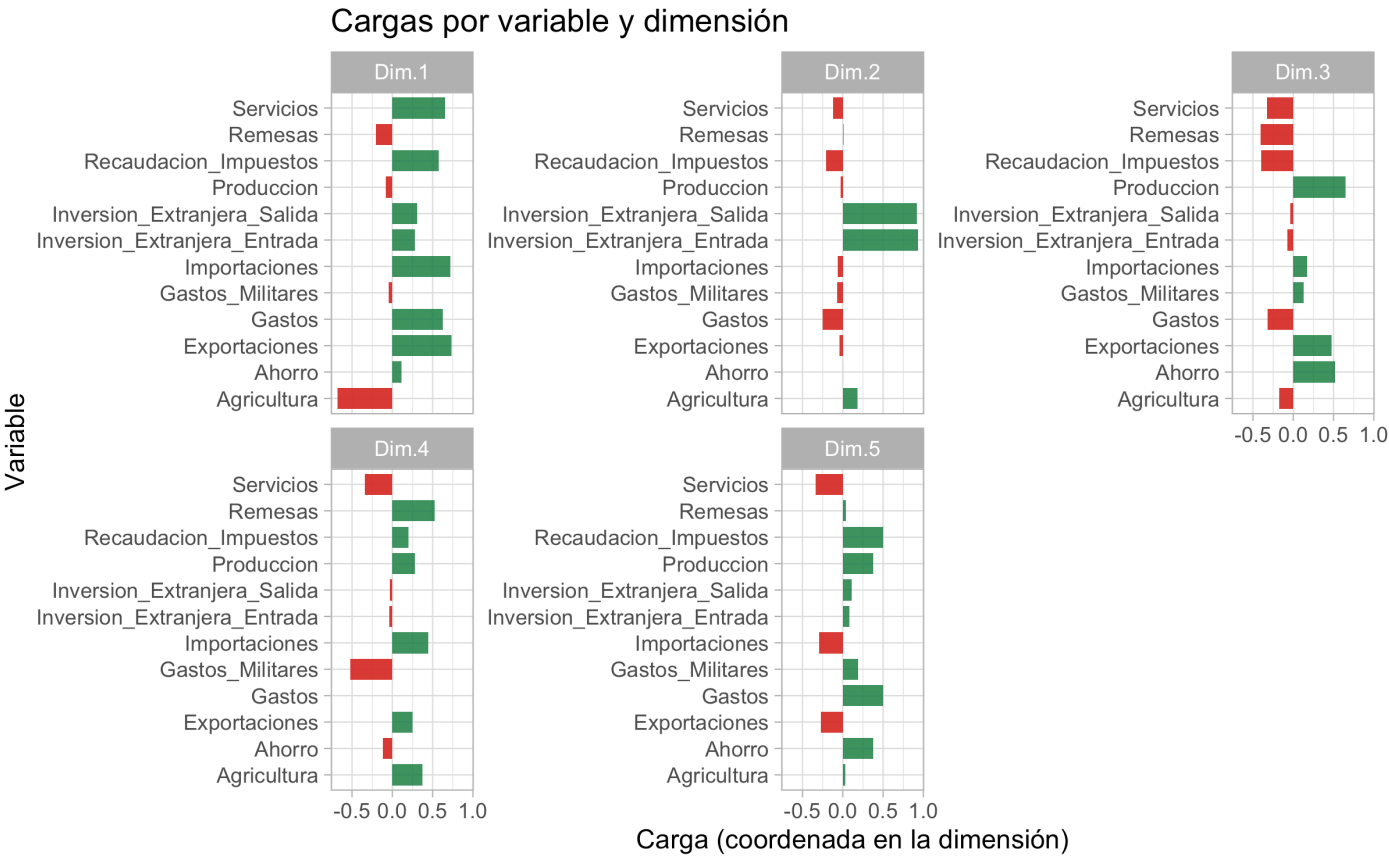
Hallazgos

2. Análisis factorial múltiple

Varianza explicada y contribuciones de las variables por dimensión



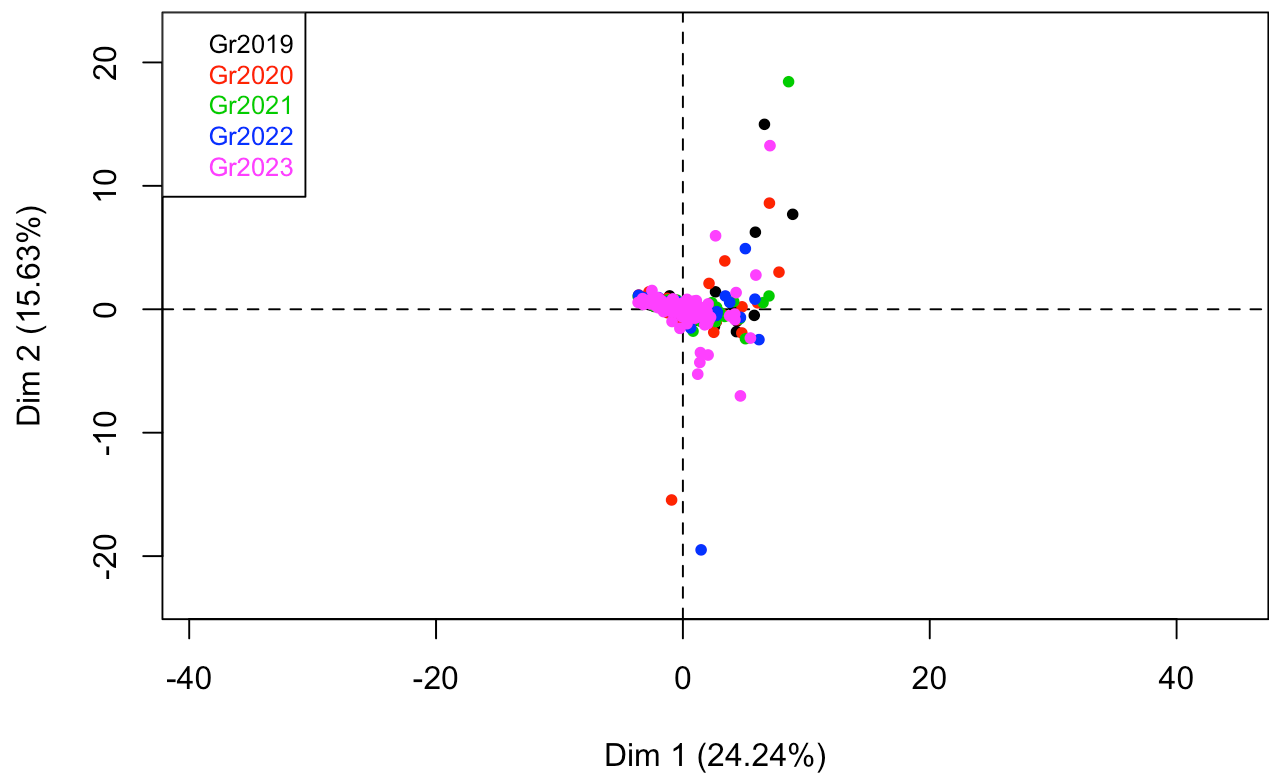
Hallazgos y tratar de nombrar cada dimensión



Hallazgos

Análisis por individuo (países)

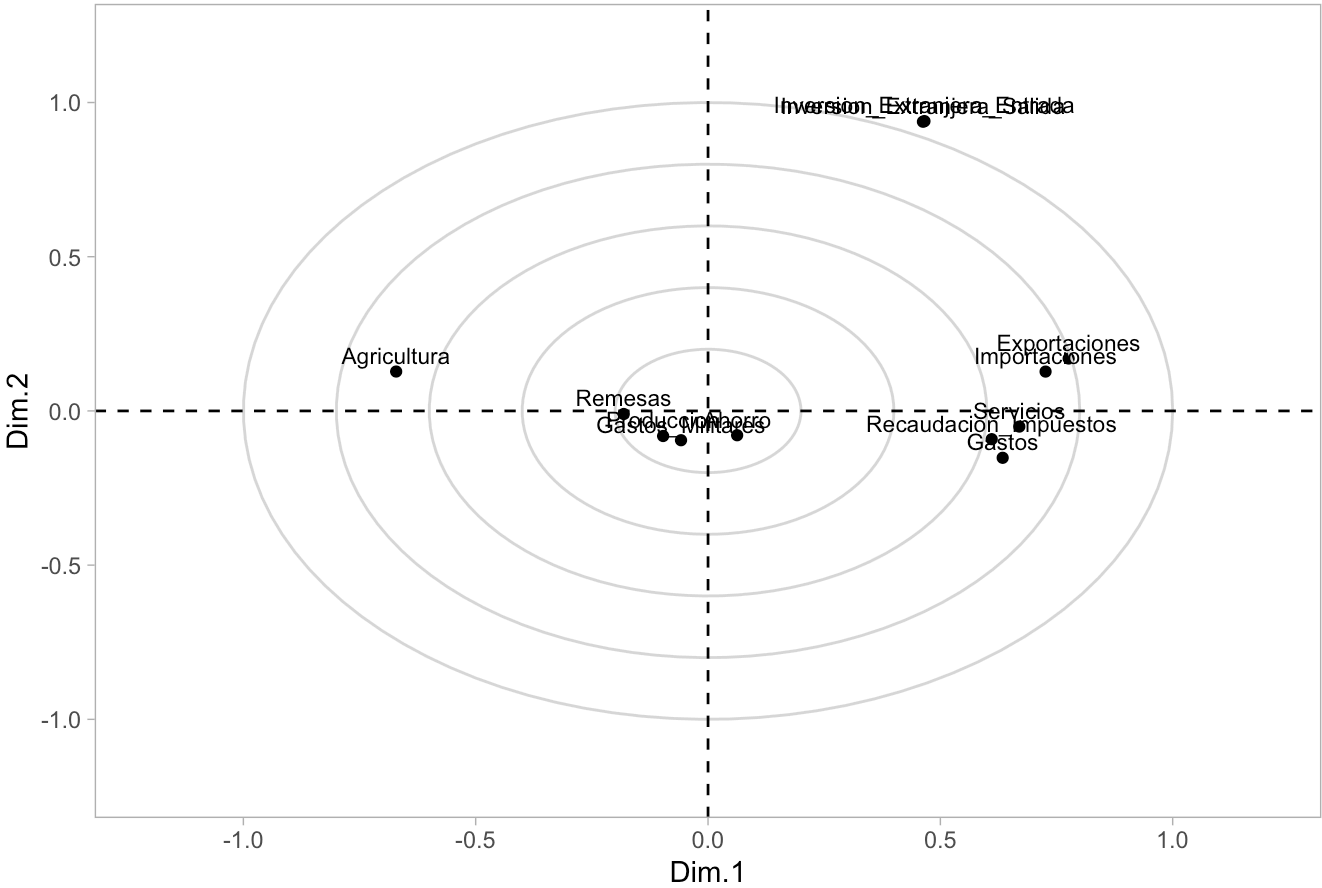
Individuals factor map (PCA)



Hallazgos

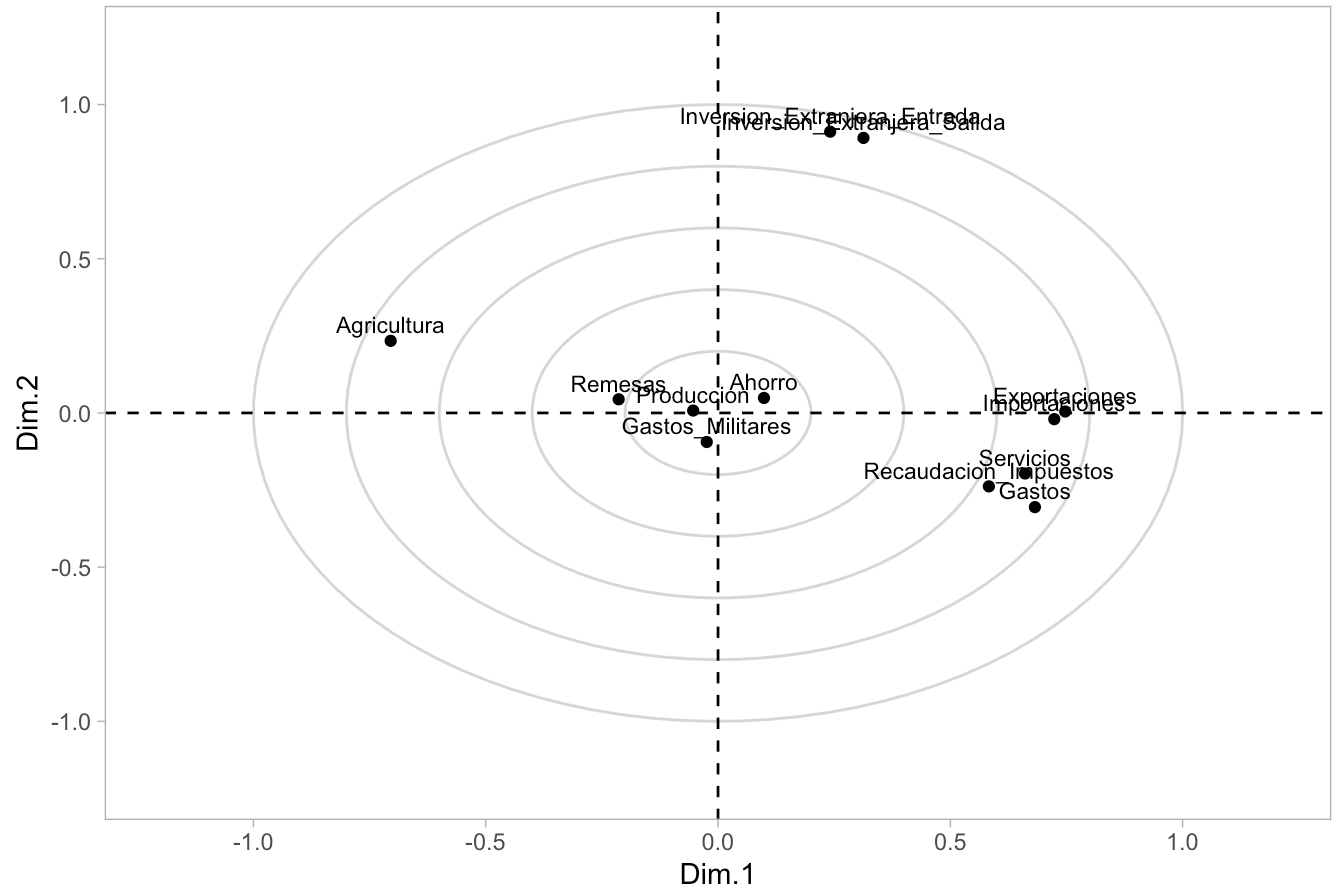
Análisis por año

Biplot entre Dimensiones 1 y 2 por año 2019



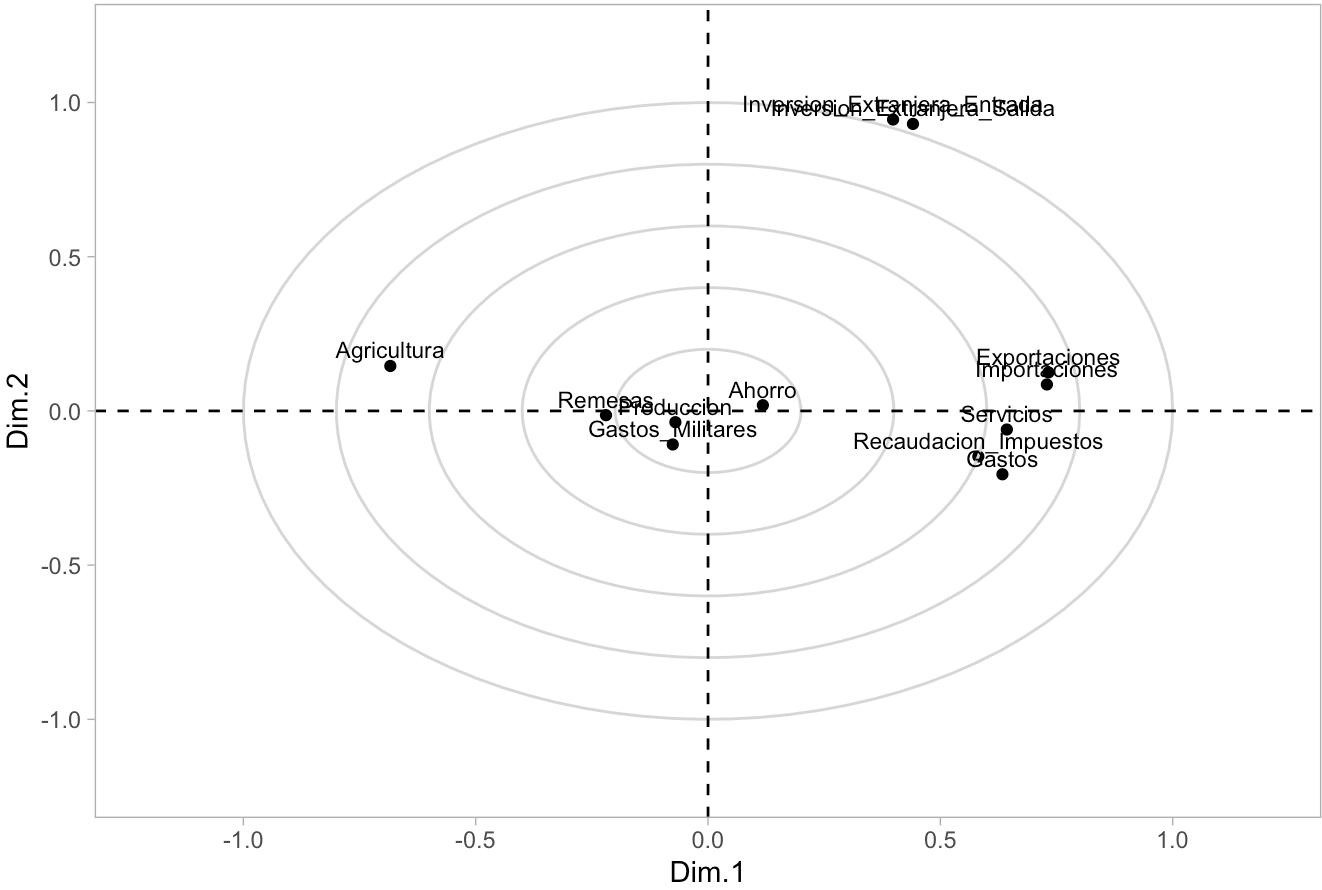
Hallazgos

Biplot entre Dimensiones 1 y 2 por año 2020



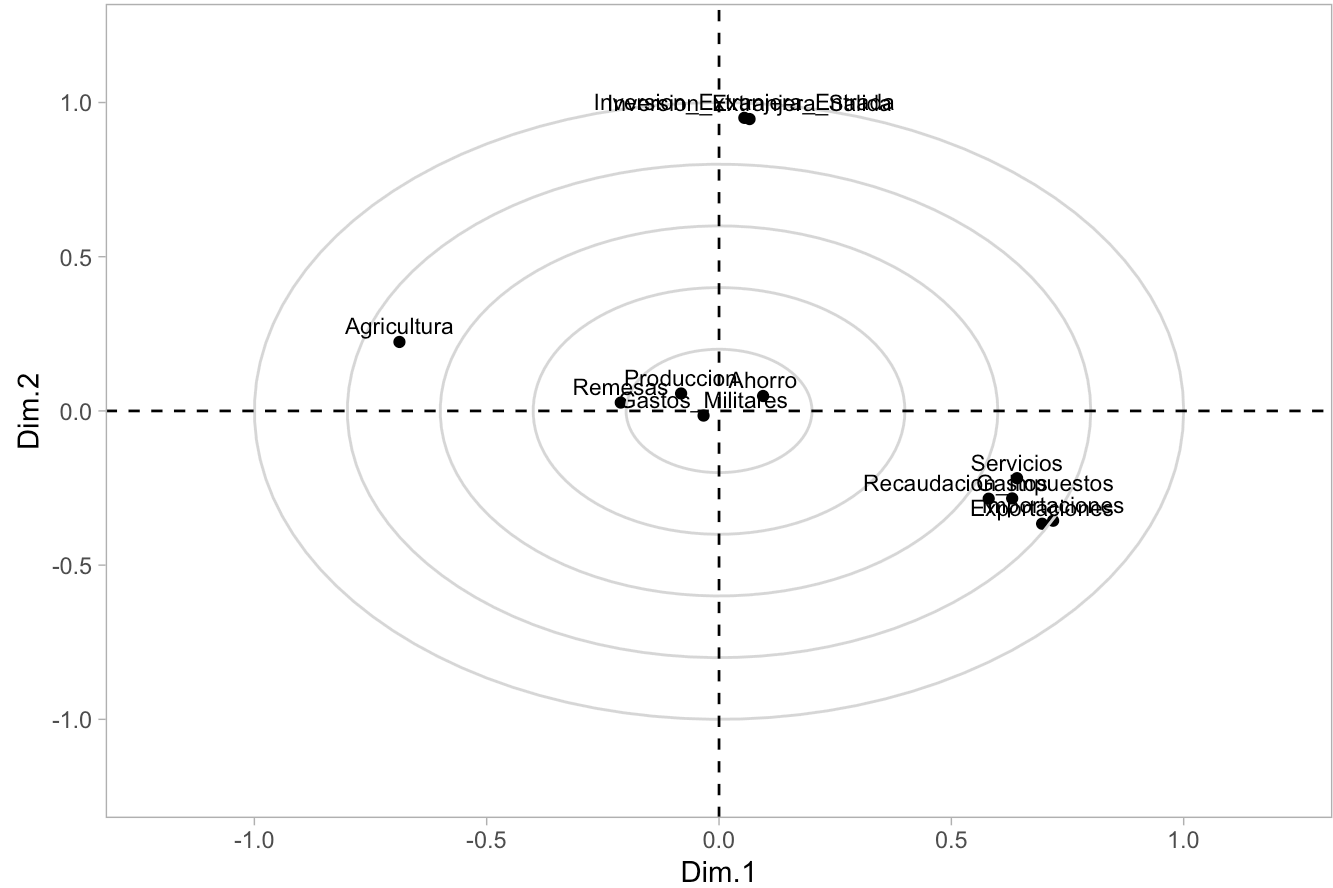
Hallazgos

Biplot entre Dimensiones 1 y 2 por año 2021



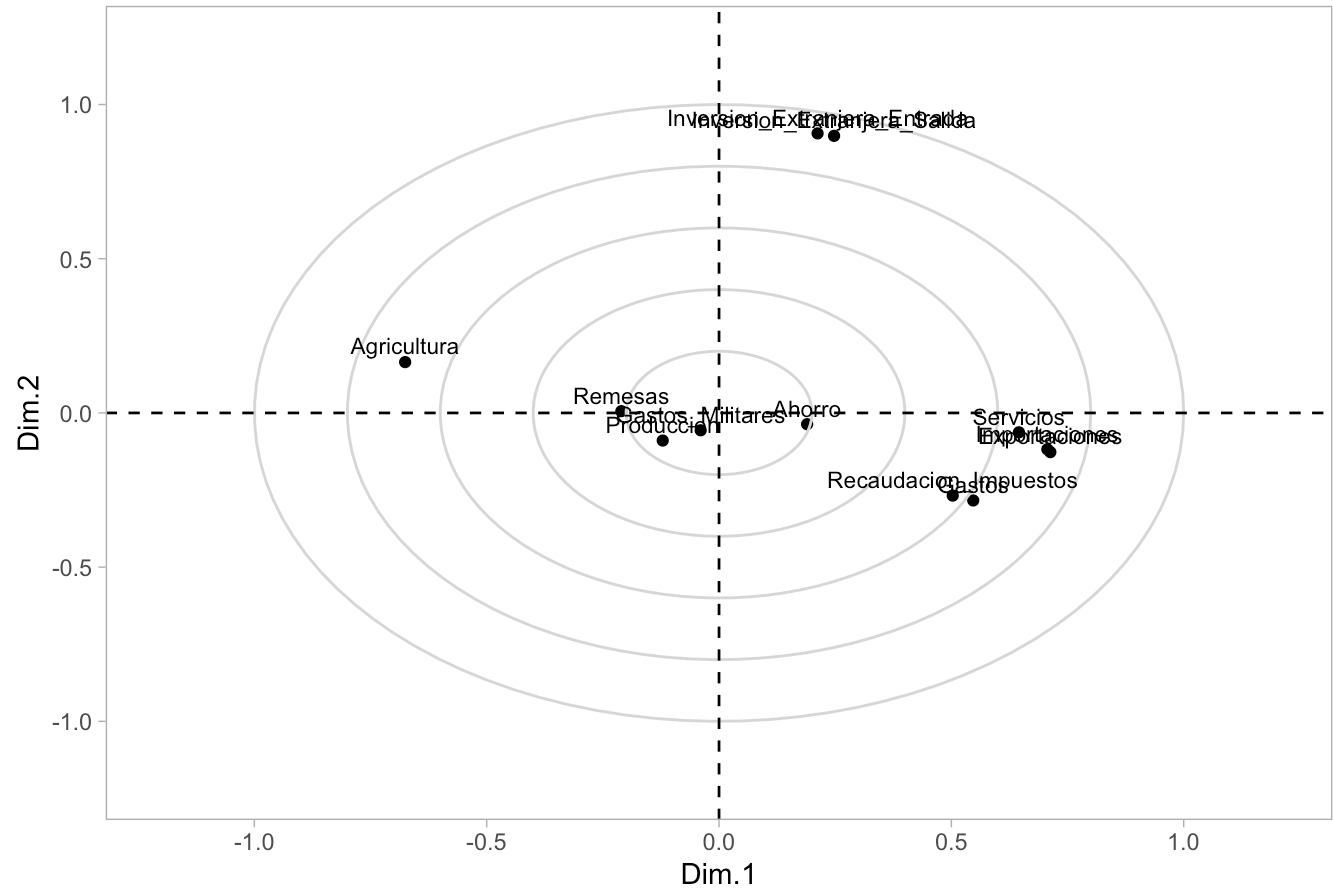
Hallasgos

Biplot entre Dimensiones 1 y 2 por año 2022



Hallazgos

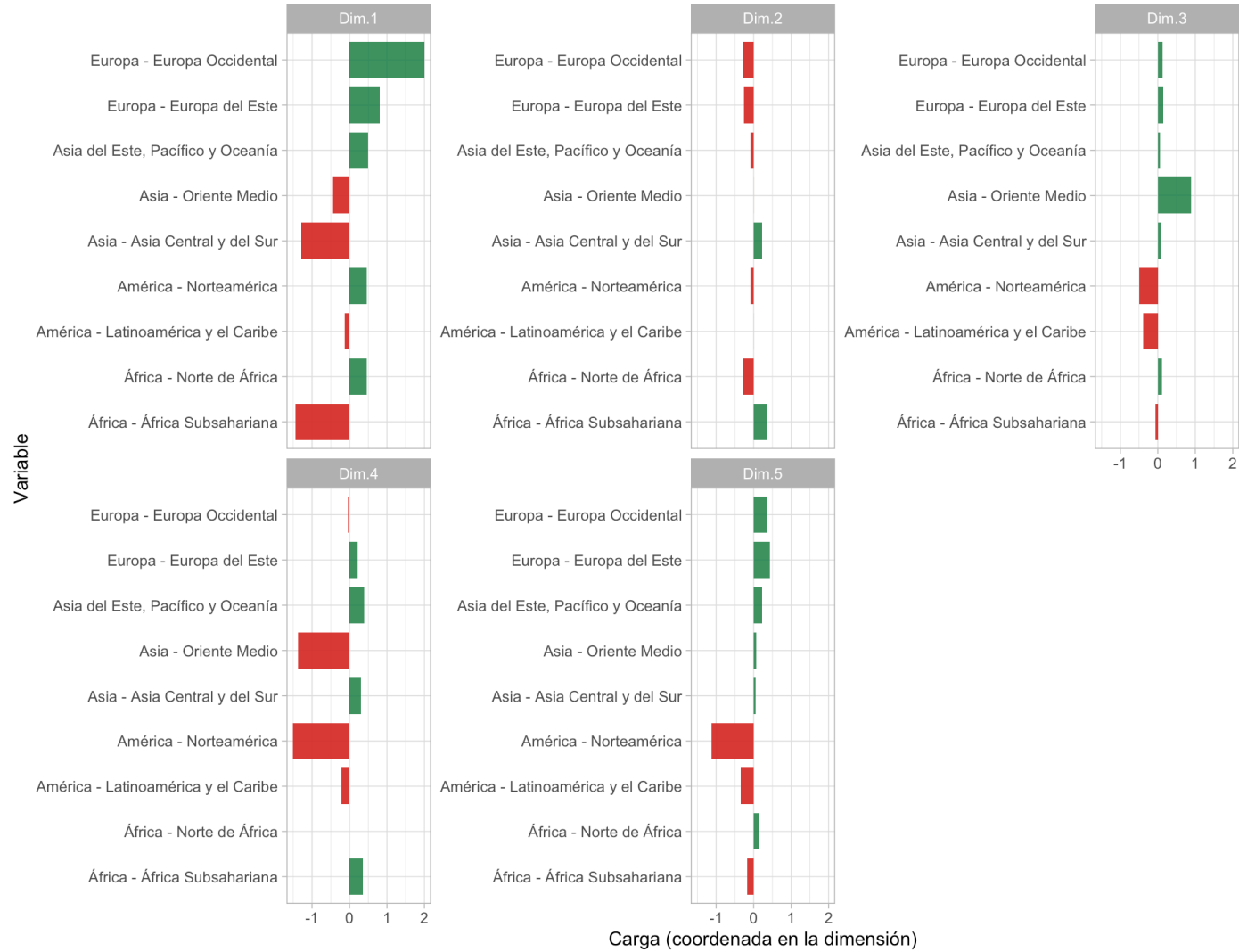
Biplot entre Dimensiones 1 y 2 por año 2023



Hallazgos

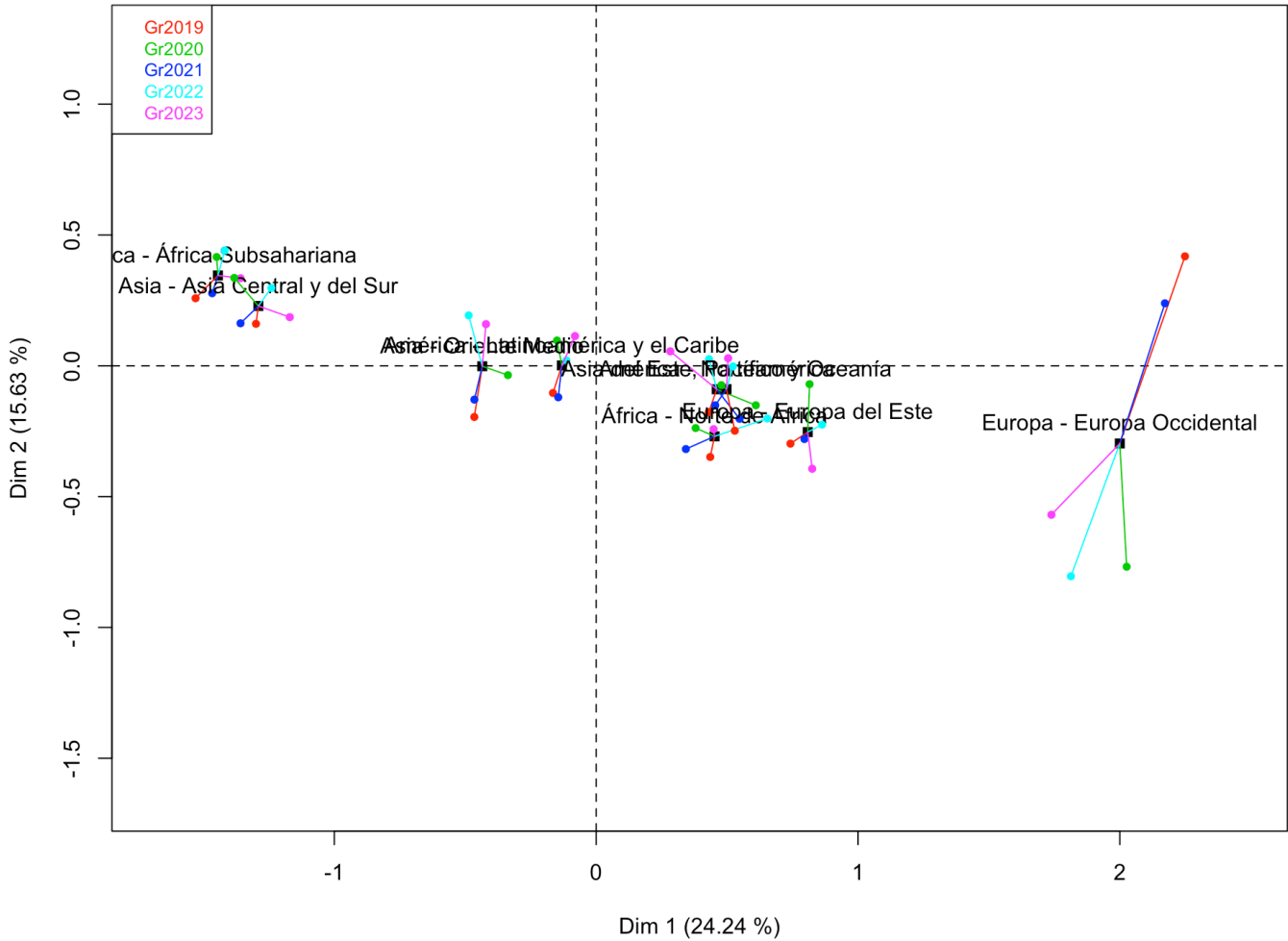
Análisis por región

Cargas por región y dimensión



Hallazgos

Qualitative representation



Hallazgos

3. Conclusiones

Resuma las implicaciones del análisis, comentando sobre los patrones encontrados y su relevancia para la comprensión del desarrollo global.